Институт экономической политики имени Е. Т. Гайдара

Научный труд № 187

Технологическое развитие, институты и экономический рост

Издательство Института Гайдара
Москва | 2026

УДК 330.341(082)
ББК 65.011я43
Т38

Рецензент:
М. В. Сигова, д.э.н., профессор, ректор АНО ВО «Международный банковский институт имени Анатолия Собчака»

Т38 Технологическое развитие, институты и экономический рост. — М. : Издательство Института Гайдара, 2026. — 248 с. — (Научные труды / Институт экономической политики имени Е. Т. Гайдара ; № 187). — ISBN 978-5-93255-741-9.

Сборник посвящен исследованиям факторов долгосрочного экономического роста и роли технологического развития и институциональной среды в формировании экономической динамики. В представленных работах рассматриваются взаимосвязи между инновационной активностью, технологическими изменениями и экономическим развитием, а также влияние институциональных факторов на экономический рост.

Исследования объединяют теоретические подходы и эмпирический анализ, позволяя рассмотреть ключевые механизмы формирования устойчивого экономического развития в современных условиях.

УДК 330.341(082)
ББК 65.011я43

ISBN 978-5-93255-741-9

© Институт Гайдара, 2026

Содержание

Предисловие 5

Баринова В. А., Галеева Е. А., Горонович М. В., Каукин А. С.
Взаимосвязь технологического развития и экономического роста на уровне стран, регионов, отраслей: сравнение различных метрик и моделей экономического роста 7

1. Подходы к оценке взаимосвязи технологического развития и экономического роста 9
2. Моделирование влияния технологического развития на экономический рост в России 18
3. Обзор мер государственной политики, направленных на поддержку технологического развития на уровне регионов. 49

Выводы и рекомендации 74
Список использованных источников 78
Приложение 81

Мартьянова Е. В., Полбин А. В.
Влияние информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост: анализ теоретических подходов 115

Введение 117
Замедление экономического роста в развитых экономиках 119
Возможные причины отсутствия значимого влияния ИТ на макроэкономические показатели 121
Шумпетерианские модели и динамика роста производительности в период внедрения технологии широкого назначения 125
Снижение динамизма и замедление экономического роста 131
Усиление рыночной власти как причина снижения динамизма . . 132
Потенциал ИИ для экономического роста 139
Заключение 142
Список использованных источников 145

Евдокимов Д. Ю., Плескачев Ю. А., Пономарев Ю. Ю.
Эмпирический анализ влияния развития институтов
на экономический рост 151
Введение 152
1. Теоретические и эмпирические подходы к анализу влияния
качества институтов на экономический рост 154
2. Разработка эмпирической модели влияния институтов
на экономический рост 164
3. Результаты эмпирического анализа влияния институтов
на экономический рост 171
Заключение 186
Список использованных источников 189

Левашенко А. Д., Гирич М. Г.
Развитие рынка углеродных единиц в России 192
Перечень сокращений и обозначений. 193
Введение 194
1. Рынок углеродных единиц в России 198
2. Дискуссия о климате 201
3. История развития инструмента УЕ 203
4. Предложения по развитию рынка УЕ (сценарии) 215
Заключение 235
Список использованных источников 242

Предисловие

Проблематика экономического роста остается одной из центральных в экономической науке. В последние десятилетия особое внимание уделяется роли технологических изменений и институциональной среды как ключевых факторов долгосрочного развития экономики. Быстрое развитие цифровых технологий, рост значимости инноваций и изменение глобальной экономической среды усиливают необходимость комплексного анализа механизмов экономического роста.

Работы, представленные в данном сборнике, посвящены анализу взаимосвязи между технологическим развитием, институциональными факторами и экономической динамикой. В исследованиях рассматриваются различные аспекты влияния технологических изменений на экономический рост, а также роль институтов в формировании устойчивой траектории развития экономики.

Объединение этих исследований позволяет расширить понимание факторов экономического роста и определить направления дальнейших исследований в данной области.

Взаимосвязь технологического развития и экономического роста на уровне стран, регионов, отраслей: сравнение различных метрик и моделей экономического роста

Баринова В. А., к.э.н, старший научный сотрудник научного направления «Реальный сектор» Института Гайдара, ORCID 0000-0002-9596-4683, barinova@iep.ru

Галеева Е. А., научный сотрудник научного направления «Реальный сектор» Института Гайдара, ORCID 0000-0002-6530-2881, galeeva@iep.ru

Горонович М. В., младший научный сотрудник научного направления «Реальный сектор» Института Гайдара, goronovich@iep.ru

Каукин А. С., к.э.н., и.о. руководителя научного направления «Реальный сектор», заведующий лабораторией отраслевых рынков и инфраструктуры Института Гайдара, ORCID 0000-0003-1283-0362, kaukin@iep.ru

Аннотация. Ряд теоретических моделей и проведенные в соответствии с ними эмпирические расчеты показывают, что существует взаимосвязь между технологическим развитием и экономическим ростом. В Едином плане по достижению национальных целей развития России до 2030 г. поставлены национальные цели по обоим этим направлениям: это цель «Устойчивая и динамичная экономика», которая предполагает в части прочего обеспечение темпа роста валового внутреннего продукта страны выше среднемирового и выход не позднее 2030 г. на четвертое место в мире по объему валового внутреннего продукта, рассчитанного по паритету покупательной способности, в том числе за счет роста производительности труда; и также поставлена национальная цель «Технологическое лидерство», предусматривающая обеспечение технологической независимости Российской Федерации.

В рамках исследования изучается возможная взаимосвязь технологического развития и экономического роста для России, на уровне стран, регионов и отраслей: сравниваются различные метрики и модели экономического роста.

Авторами проведен обзор существующих теоретических подходов к моделированию экономического роста и его взаимосвязи с технологическим развитием, а также обзор эмпирических исследований взаимосвязи технологического развития и экономического роста на уровне стран, регионов, отраслей; выявлены метрики технологического развития на страновом, региональном, отраслевом уровнях и возможные эффекты технологического развития для экономического роста в России.

Проведен анализ текущей политики поддержки высокотехнологичных производств в России и обзор мирового опыта по такой поддержке. Выявлены инструменты и механизмы поддержки, продемонстрировавшие наибольшую эффективность за рубежом.

На основе анализа мирового опыта и проведенного метаанализа авторы построили и оценили модель для выявления возможной взаимосвязи технологического развития и экономического роста. Полученные результаты легли в основу рекомендаций для экономической политики.

1. Подходы к оценке взаимосвязи технологического развития и экономического роста

1.1. Эмпирические подходы к оценке взаимосвязи технологического развития и экономического роста на уровне стран, регионов, отраслей: метаанализ

В рамках исследования были рассмотрены несколько статей, в которых проведен метаанализ оценок взаимосвязи технологического развития и экономического роста, а также проведен собственный метаанализ.

В статье (Doré N. I.) проведен анализ по 4302 статьям в журналах базы данных Web of Science (WoS), из них 1735 статей проанализированы детально, в общей сложности с 1991 по 2020 г. В результате анализа выявлены основные факторы экономического роста, а также особенности анализа, связанные со спецификой стран:

— при оценке влияния технологического развития на экономический рост важны макроэкономические условия: финансовая развитость (государственные расходы, долг, денежно-кредитная политика и др.) наиболее изучена в эмпирической литературе: 34% от всех работ для развивающихся экономик (РЭ), 63% в 1991–1995 гг.;

— международная торговля и прямые иностранные инвестиции (ПИИ) как фактор экономического роста: 25% работ для РЭ рассматривают ПИИ, экспорт, импорт и открытость торговли. ПИИ (5,8%) и экспорт (3,3%) — ключевые факторы роста для РЭ, через каналы передачи технологий и интеграции в глобальную экономику. Влияние ПИИ неоднозначно и зависит от характеристик страны-реципиента (уровня развития, институциональной среды);

— природные ресурсы и география: 19% для РЭ включает потребление энергии и инфраструктуру; энергопотребление и выбросы CO_2 показывают как положительные, так и ограничивающие эффекты роста;

— человеческий капитал и инновации: человеческий капитал (6% для РЭ, 2,9% как отдельный фактор), трудовые и демографические условия (5%), а также технологии, инновации и структур-

ные изменения (6%) остаются относительно недооцененными в эмпирических исследованиях, несмотря на их теоретическую значимость [Romer 1990; Mankiw et al. 1992];

— институциональные условия: хотя институциональные факторы (например, коррупция, демократия) составляют лишь 4% работ для РЭ, их влияние признается важным, особенно для Латинской Америки и стран Карибского бассейна (10%). Качество институтов рассматривается как условие эффективности других детерминант (финансов или ПИИ);

— региональные различия: для азиатских ЕРЭ (Китай, Индия) рост связан с макроэкономическими условиями (34%) и природными ресурсами (23%), что обусловлено их индустриализацией и экспортной ориентацией. В Латинской Америке и Карибском бассейне (38% — макроэкономические условия) акцент на институциональных ограничениях.

В статье рассмотрена 241 статья приблизительно с 1991 по 2010 г., которые анализируют инфраструктуру (транспортные сети) как ключевой фактор экономического роста наряду с технологическими изменениями, человеческим капиталом, агломерационными эффектами. Результаты метаанализа, представленного в данной статье, можно суммировать следующим образом:

1. Наблюдается положительное влияние общественного капитала на выпуск и производительность:

   — инвестиции в инфраструктуру (общественный капитал) в среднем положительно влияют на частный выпуск и производительность;

   — средняя эластичность выпуска по общественному капиталу составляет около 0,20 (медиана) и 0,28 (среднее арифметическое) в выборке из 241 исследования, что ниже, чем 0,39, найденное в раннем исследовании Ашоэра (1989), но все еще указывает на значительный вклад.
2. Комплементарность с частными факторами производства:

   — инфраструктура — дополнение к частному капиталу и труду, увеличивает их предельную производительность, особенно в спецификациях производственных функций типа Кобба—Дугласа с положительной эластичностью.
3. Тип инфраструктуры имеет значение:

— исследования, сосредоточенные на «основной инфраструктуре» (транспорт, водоснабжение), показывают более высокие эластичности выпуска (0,080–0,128, $p<0,05$ в GLS-моделях).

— инвестиции в ключевые инфраструктурные объекты имеют более сильное влияние на экономический рост, чем инвестиции в другие виды общественного капитала (например, социальные услуги).

4. Агрегация данных и масштаб влияют на результаты:

— национальный уровень данных коррелирует с более высокими эластичностями (0,20 в fixed effects), чем региональный или секторальный уровни;

— инфраструктура оказывает более заметное влияние на экономический рост на макроуровне, где учитываются межрегиональные и межсекторальные эффекты;

— центральные регионы получают больше выгод от снижения транспортных издержек, чем периферийные, согласно моделям NEG;

— инфраструктура усиливает агломерационные эффекты (экономия на масштабе, перетоки знаний), они способствуют росту, но масштаб и значимость варьируются;

— NEG-модели предполагают U-образную зависимость: высокие транспортные издержки приводят к дисперсии, умеренные — к агломерации, а очень низкие — снова к дисперсии.

5. Косвенные эффекты (агломерация, внешние эффекты, занятость) составляют 30–60% от прямых выгод (до 80% в некоторых нидерландских исследованиях).
6. Инфраструктура не обеспечивает постоянный рост темпов экономического роста, а вызывает сдвиг уровня производительности. В некоторых случаях (через создание знаний или технологий) может способствовать устойчивому росту.

В рамках исследования авторы провели также собственный метаанализ и рассмотрели 49 статей, на основании изучения которых были сделаны следующие выводы:

— исследования влияния технологического развития на экономический рост проводятся на разных уровнях: межстрановой, региональный, межотраслевой, отраслевой, уровень фирмы;

— на уровне стран действуют общенациональные факторы, модели роста абстрагируются от пространственных различий. На уровне регионов ключевыми становятся локальные факторы. Пространственные модели (модели новой экономической географии);

— основные методы: линейные регрессии (панель), фиксированные эффекты, системный GMM, уравнение Кобба—Дугласа, COMM, PMG, FMOLS, DOLS, системы одновременных уравнений трехшагового и двухшагового МНК, логит-модель, мультиномиальная логит-модель, на уровне отраслей — анализ кросс-секционных различий (между отраслями), анализ временных изменений (динамика внутри отраслей), линейные регрессионные модели на панельных данных, включая модели с фиксированными эффектами (FE), системный обобщенный метод моментов (System GMM), а также спецификации, основанные на производственной функции Кобба—Дугласа; применяются методы панельной коинтеграции, в том числе объединенная среднегрупповая оценка (PMG), полностью модифицированный метод наименьших квадратов (FMOLS) и динамический метод наименьших квадратов (DOLS). Также используются системы одновременных уравнений, оцениваемые с помощью двухшагового и трехшагового метода наименьших квадратов (2SLS; 3SLS); логит-модель и мультиномиальная логит-модель. На отраслевом уровне используются методы анализа кросс-секционных различий между отраслями и анализа временной динамики внутри отраслей. Часто учитываются временные лаги;

— механизмы влияния на экономический рост различаются: влияние может оказываться через человеческий капитал, через инвестиции, через рабочую силу, через НИОКР;

— в статьях рассмотрены разные временные периоды: минимальный — 7 лет, максимальный — более 50 лет; показано долгосрочное влияние инвестиций на цифровизацию: в краткосрочных колебаниях вклад инвестиций менее выражен;

— для отраслевых расчетов используются дополнительные методы: метод межотраслевого баланса, графический и др.;

— прослеживаются прямые и косвенные эффекты влияния технологического прогресса на экономический рост: технологи-

ческие инновации играют важную роль в определении взаимосвязи прямых иностранных инвестиций и экономического роста; качество институтов, уровень развития человеческого капитала и обеспеченность инфраструктурой способствуют привлечению прямых иностранных инвестиций (ПИИ) и усилению их положительного воздействия на экономический рост;

— на рассматриваемые взаимосвязи накладывают отпечаток характеристики территорий: эффективность инвестиций в исследования и разработки зависит от абсорбционной способности регионов — наличия квалифицированной рабочей силы, человеческого капитала, инновационных фирм и институциональной поддержки; наличие больших рынков усиливает влияние технологического развития на экономический рост; влияние соседних регионов тем меньше, чем больше размер региона, чем меньше плотность населения, чем меньше горожан;

— на рассматриваемые взаимосвязи накладывают отпечаток характеристики отраслей: для более технологически емких влияние выше, отдельно рассматривается энергетика (потребление энергии дает значимый положительный вклад в экономический рост, особенно в развивающихся странах); текучесть кадров важна для профессиональных услуг и розничной торговли.

По итогам метаанализа авторами была составлена обобщающая таблица (см. приложение) и сформулированы общие выводы и рекомендации:

1. Человеческий капитал — один из ключевых факторов регионального технологического роста. На региональном уровне внедрение инновационных технологий и ИКТ усиливают экономический рост только при наличии квалифицированной рабочей силы. Высшее образование и технические (инженерные) специальности повышают отдачу от R&D, ИКТ и цифровизации, в то время как низкое качество или нерелевантность образования может нейтрализовывать позитивный эффект [Dai et al. 2025; Nae, Sima 2013; Cameron et al. 2003; Tsai et al. 2010].
2. При развитии отраслей промышленности регионов важно поддерживать развитие технологий, дополняющих уже имеющуюся отраслевую структуру. Региональный рост усиливается, если

меры технологического развития направлены на формирование новых сравнительных преимуществ и диверсификации в смежных отраслях [Dai et al. 2025].
3. Цифровая экономика и инновации могут усиливать концентрацию человеческого капитала и R&D в развитых регионах, собирая ресурсы с периферии. Необходима координация региональной политики, поддержка периферийных регионов и развитие межрегиональных инновационных связей [Wang et al. 2025; Vasa et. al 2023; Saba et. al 2023].
4. Активная инновационная политика государства усиливает эффект технологического развития лишь при наличии конкурентных рынков и развитых институтов. Избыточное вмешательство и ориентация на устаревшую инфраструктуру могут снижать интеграционный и инновационный потенциал регионов [Huang et al. 2025; Vasa et al. 2023; Wang et al. 2025; Dai et al. 2025].

1.2. Основные используемые метрики

На уровне стран регрессоры связаны с макроэкономическими показателями. На уровне регионов действуют локальные факторы: межрегиональная торговля, плотность населения, транспортная доступность и региональное управление. Технологическое развитие также связано с локальными инновационными экосистемами, кластерами и агломерационными эффектами, диффузией технологий. В ходе анализа нами были выделены следующие группы факторов: факторы роста — технологический прогресс, человеческий капитал, инвестиции, институты, природные ресурсы, инфраструктура; пространственные факторы — географическое положение, агломерационные эффекты, межрегиональные связи; факторы политики и управления — экономическая политика, управление.

На уровне стран технологический прогресс рассматривается как основной драйвер долгосрочного роста в моделях эндогенного роста [Romer 1990; Aghion & Howitt 1992]. Технологии влияют на производительность труда, капитала и общую эффективность экономики.

На уровне регионов технологическое развитие в регионах часто связано с локальными инновационными экосистемами, кластерами и агломерационными эффектами [Fujita et al. 1999]. Диффузия технологий между регионами играет важную роль в выравнивании уровней развития (табл. 1).

Таблица 1. Показатели технологического развития

Тип показателя	На уровне стран	На уровне регионов
Расходы на НИОКР	Доля в ВВП [Romer 1990; Akcigit & Kerr 2018]	Доля в региональном ВРП [Capello 2007; Crescenzi & Rodríguez-Pose 2017]
Количество патентов	Общее число патентов [Griliches 1990; Aghion et al. 2019)*4	Патенты на душу населения [Glaeser 2008; Balland et al. 2019]
Диффузия технологий	Импорт технологий через торговлю* [Coe & Helpman 1995; Keller & Yeaple 2019]; Экспорт высоких технологий + объем производства электроники [Kheyfets и Chernova 2021]	Межрегиональный трансфер технологий*6 [Fujita et al. 1999; Rigby & Brown 2015]; Экспорт высоких технологий [Kijek и Matras-Bolibok 2020]; объем производства электроники [Chen et al. 2021]
Индекс сложности	Индекс технологической сложности (ECI/ TCI)** [Hausmann et al. 2007; Hidalgo & Hausmann 2015]	Индексы технологической сложности и меры связанности [Mewes и Broekel 2020]
Наличие университетов и исследовательских центров	Количество университетов в топ-500 мировых рейтингов (ARWU, QS) на 1 млн населения. [Valero A., Van Reenen J. 2019]	Количество университетов [Audretsch & Feldman 1996; Fritsch & Slavtchev 2016]*5
Индекс цифровизации	Национальный уровень цифровизации*** [OECD 2020]	Региональный уровень цифровизации*** [Dijkstra et al. 2020]
СФП (TFP)	[Hsieh, C.-T., & Klenow, P. J. 2009]	[Kijek и Matras-Bolibok 2020]

Примечания:
* Импорт высокотехнологичных товаров или технологий через торговлю и прямые иностранные инвестиции.
** Показатель, отражающий сложность экономики на основе структуры экспорта.
*** Уровень внедрения цифровых технологий, измеряемый через доступ к интернету и использование ИКТ.
*** [Kijek, Matras-Bolibok 2020]: Технологический индекс (включая фиксированные телефонные подписки, мобильные подписки, потребление электроэнергии, фиксированные широкополосные подписки, *экспорт высоких технологий*, использование интернета).
*4 Общая склонность к патентованию, приток иностранных знаний, отток внутренних знаний.
*5 образование, исследователи, публикации.
*6 пространственные экстерналии, технологическая взаимозависимость, технологическая близость.

На уровне отраслей зависимыми переменными чаще всего являются рост СФП (…/производительности) в стране *i* и отрасли *j*, производительность: годовая выручка на одного работника; годовой объем добавленной стоимости на одного работника, рост добавленной стоимости, структурные сдвиги (Regional Shift Share Component) — определяют рост региональной отрасли, который нельзя объяснить отраслевыми или национальными эффектами.

На уровне отраслей по итогам анализа исследований можно выделить следующие показатели технологического развития:

1. Инновационная активность:
   — количество патентов (выданных и используемых);
   — доля НИОКР в выручке (%);
   — количество внедренных инноваций (продуктовых, процессных);
   — затраты на R&D (абсолютные и в % от ВВП отрасли);
   — число стартапов и scale-up компаний.
2. Цифровизация и автоматизация:
   — уровень цифровизации процессов (доля автоматизированных операций);
   — использование Industry 4.0-технологий (IoT, AI, роботы, Big Data);
   — количество внедренных ERP/CRM/MES-систем;
   — доля предприятий с киберфизическими системами;
   — индекс цифровой зрелости отрасли (по методикам McKinsey, WEF и др.).
3. Производительность и эффективность:
   — производительность труда (выпуск продукции на 1 работника);
   — энергоэффективность;
   — скорость внедрения новых технологий (time-to-market);
   — коэффициент использования оборудования (OEE).
4. Кадровый потенциал:
   — доля высококвалифицированных специалистов (IT, инженеры, ученые);
   — количество сотрудников, прошедших переподготовку;
   — инвестиции в обучение персонала (в % от ФОТ);

Таблица 2. Регрессоры, используемые для оценки возможной взаимосвязи между технологическим развитием и экономическим ростом

Регрессоры на уровне стран	Регрессоры на уровне регионов
Экономические показатели	
ВВП на душу населения [Barro & Sala-i-Martin 2004]	ВРП на душу населения [Armstrong & Taylor 2000]
Инвестиции в основной капитал [Mankiw, Romer & Weil 1992]	Региональные инвестиции в инфраструктуру [Capello 2007]
Уровень сбережений [Solow 1956]	Сбережения домохозяйств [Glaeser 2008]
Доля торговли в ВВП [Frankel & Romer 1999]	Межрегиональная торговля [Fujita et al. 1999]
Человеческий капитал	
Средняя продолжительность обучения [Barro & Lee 2013]	Доля населения с высшим образованием [Glaeser 2008]
Ожидаемая продолжительность жизни [Barro 1996]	Младенческая и материнская смертность [Armstrong & Taylor 2000]
Технологический прогресс	
Расходы на НИОКР [Romer 1990]	Локальные инновации [патенты, R&D расходы] [Capello 2007]
Диффузия технологий [через товары и прямо] [Coe & Helpman 1995]	Межрегиональный трансфер технологий [Fujita et al. 1999]
Институты и управление	
Качество институтов [защита от экспроприации] [Acemoglu et al. 2001]	Региональное качество управления [Rodríguez-Pose & Ezcurra 2010]
Уровень коррупции [БД Political Risk Services] [Mauro 1995]	Локальная коррупция [Transparency International, региональные отчеты]
Пространственные факторы	
Длина судоходных рек на единицу площади [Gallup et al. 1999]**	Близость к крупным рынкам [Fujita et al. 1999]
Агломерационные эффекты [Не применяется]	Плотность населения [Glaeser 2008]
Транспортная доступность [Не применяется]	Индекс транспортной доступности [Capello 2007]
Природные ресурсы	
Доля сырьевого экспорта в ВВП [Sachs & Warner 1995]	Локальные запасы ресурсов [Armstrong & Taylor 2000]
Демографические показатели	
Темпы роста населения [Bloom & Williamson 1998]	Миграция между регионами [Glaeser 2008]
Урбанизация [Не применяется]	Доля городского населения [Fujita et al. 1999]
Политика и инфраструктура	
Доля госрасходов в ВВП [Barro 1990]	Региональные бюджетные расходы [Rodríguez-Pose & Ezcurra 2010]
Потребление электроэнергии на душу [Canning & Pedroni 2008]	Качество дорог, энергоснабжение [Capello 2007]
Отраслевой разрез	
Отрасль [D. Jorgenson, K. Stiroh 2000]	Рост СФП зависит от отраслей: где технологии, выше темпы роста

Источник: составлено авторами.

— уровень цифровых навыков работников (по тестам DigComp и др.).

5. Инфраструктура и экосистема:
   — доступ к высокоскоростному интернету (5G, оптоволокно);
   — количество технопарков, инновационных кластеров;
   — объем венчурных инвестиций в отрасль;
   — государственная поддержка (налоги, гранты, субсидии на инновации).
6. Конкурентоспособность и рыночные показатели:
   — доля высокотехнологичной продукции в экспорте;
   — индекс глобальной конкурентоспособности (GCI, IMD);
   — рост добавленной стоимости в отрасли;
   — доля рынка, занимаемая инновационными компаниями.

В ходе метаанализа был также составлен перечень метрик, которые используются на уровне регионов и на уровне стран для оценки возможной взаимосвязи между технологическим развитием и экономическим ростом (табл. 2).

2. Моделирование влияния технологического развития на экономический рост в России

2.1. Гипотезы исследования

На основе проведенного обзора литературы был сформулирован ряд гипотез для текущего исследования, а также определены методы их проверки. Отдельные работы, использованные для этих целей, кратко описаны ниже.

В работе [Stanley, Doucouliagos, Steel 2018] представлен метаанализ 466 оценок из 59 эконометрических исследований, которые изучают парадокс Солоу (парадокс производительности). Исследования включают как развитые, так и развивающиеся страны. Данные охватывают различные типы ИКТ: стационарная телефонная связь, мобильная связь, компьютерные технологии, интернет.

Основной посыл работы позаимствован авторами из статьи [Carlaw, Lipsey 2002] (Car): технология общего назначения (General Purpose Technology) может «расширить пространство возможных

изобретений и инноваций, создавая множество новых возможностей для прибыльных капиталовложений, которые, в свою очередь, создают другие новые возможности, и так далее в цепной реакции, которая растягивается на десятилетия, даже столетия».

Основные гипотезы работы:

— ИКТ положительно влияют на производительность и экономический рост, но это влияние может быть слабым (проверка «парадокса Солоу»).

— Влияние ИКТ на рост зависит от типа технологии (например, интернет, мобильная связь, обеспеченность компьютерами) — отсюда задача исследовать различия во влиянии на рост отдельных типов ИКТ.

— Уровень экономического развития страны (развитые / развивающиеся) влияет на силу связи между ИКТ и ростом: так, в работах [Gordon 2000, 2012] (Gor2) показано, что ИКТ могут демонстрировать убывающую отдачу, оказывая большее влияние на первое внедрение, а в работе [Watanabe и др. 2015] — что страны с развитой инфраструктурой ИКТ на самом деле испытывают снижение предельной производительности.

— Публикационная предвзятость (publication bias) может искажать результаты исследований: (1) рецензенты и редакторы подвержены влиянию общепринятых взглядов, (2) исследователи склонны интерпретировать традиционно ожидаемые результаты и (3) ученые отдают предпочтение статистически значимым результатам и результатам, которые соответствуют общепринятым взглядам [Card and Krueger, 1995].

По результатам метарегрессионного анализа авторами получены следующие результаты:

1. Общий эффект ИКТ: Частная корреляция между ИКТ и экономическим ростом составляет около 0,2, что указывает на слабый, но статистически значимый положительный эффект.
2. Тип ИКТ:
   a. в развитых странах компьютерные технологии имеют наибольший эффект (коэффициент корреляции 0,36); мобильная связь оказывает умеренный эффект (коэффициент корреляции 0,19); стационарные линии (коэффициент корреляции 0,07);

b. интернет не показывает значимого влияния в развитых странах, но возможен слабый эффект в развивающихся;
c. в развитых странах наибольший эффект возникает от мобильной связи (коэффициент корреляции 0,19), далее следуют стационарные линии связи (коэффициент корреляции 0,07).

3. Уровень развития:
   a. развитые страны получают больше выгод от компьютерных технологий;
   b. развивающиеся страны больше выигрывают от мобильной связи.

Таким образом, ИКТ действительно способствуют экономическому росту, но эффект слабее, чем ожидается; влияние ИКТ зависит от типа технологии и уровня развития страны. В целом результаты поддерживают «мягкую» версию парадокса Солоу: эффект ИКТ есть, но он невелик.

В целях текущего исследования рассмотренная статья представляет интерес с точки зрения гипотез и составленного на основе метаанализа перечня показателей уровня экономического развития и показателей ИКТ.

Основная гипотеза статьи [Демидова, Иванов 2016] заключается в том, что степень чувствительности роста ВРП на душу населения к росту в других регионах (с учетом весов) не является постоянной, а зависит от социально-экономических характеристик этого региона. Зависимая переменная модели — годовые темпы роста ВРП на душу населения в 2005–2011 гг. по аналогии с работой [Barro, Sala-i-Martin 1992]. Авторы модифицируют классическую пространственную авторегрессионную модель (1): постоянный коэффициент пространственной автокорреляции заменен на линейные функции от переменных *Zj*, характеризующих чувствительность региона к внешнему влиянию (2):

$$ln\, y_{it} = \alpha_i + \theta\, ln\, y_{it-1} + \gamma\, ln\, Y_{it-1} + \rho W\, ln\, y_{it} + X_{it-1}\beta + \lambda_t c_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} ln\, y_{it} = \alpha_i + \theta ln\, y_{it-1} + \gamma ln\, Y_{it-1} + \left(\delta_j + \eta_j \cdot Z_{it}^{j}\right)(W ln\, y)_{it} + \\ + (X\beta)_{it-1} + \lambda_t c_t + \varepsilon_{it}\,, \end{aligned} \quad (2)$$

где i — номер региона;
t — год наблюдения;

y_{it} — темпы экономического роста в регионе в расчете на душу населения, %;
Y_{it-1} — валовой региональный продукт на душу населения, в ценах базового года;
X_{it-1} — матрица объясняющих переменных;
W — взвешивающая матрица, в данном исследовании нормированная по строкам, граничная (диагональные элементы граничной матрицы равны нулю, а внедиагональные элементы равны единице, если соответствующая пара регионов имеет общую границу и ноль в противном случае);
ρ — коэффициент пространственной корреляции;
ε_{it} — возмущения;
α_i –фиксированные эффекты;
c_t — временные эффекты.

Матрица объясняющих переменных X_{it-1} включает следующие показатели:

— Изменение среднегодовой численности населения региона, %.

— Отношение инвестиций в основной капитал к ВРП, %.

— Доля добычи полезных ископаемых в ВРП, %.

— Доля обрабатывающих производств в ВРП, %.

— Доля услуг бюджетного сектора в ВРП, %.

— Доля услуг частного сектора в ВРП, %.

— Доля безвозмездных поступлений в консолидированном бюджете региона, %.

— Доля занятых с высшим образованием, %.

— Число выданных патентов (Москва и Санкт-Петербург и отдельно остальные регионы), на 10000 населения.

— Открытость для экспорта (отношение экспорта к ВРП).

— Открытость для импорта (отношение импорта к ВРП).

Гипотезы работы относительно переменных *Zj*, характеризующих чувствительность региона к внешнему влиянию:

— Крупные регионы могут быть в большей мере самодостаточными по сравнению с мелкими; большие расстояния с высокой вероятностью могут затруднять контакты между соседними территориями — показатель площади региона.

— Показатели освоенности территории: чем они ниже, тем менее чувствителен регион к влиянию других регионов — показа-

тели плотности населения региона отдельно для Москвы и Санкт-Петербурга и для остальных регионов.

— Крупные города являются узлами инфраструктуры и центрами обмена информацией, поэтому их наличие в регионе может улучшать возможности для взаимодействия с соседями — показатель доли городского населения региона.

По результатам проведенного эмпирического анализа авторами получены (среди прочих) следующие результаты:

1. Существует связь чувствительности к экстерналиям с плотностью населения (за исключением Москвы и Санкт-Петербурга) и с уровнем урбанизации региона.
2. Гипотеза о положительной связи между площадью региона и чувствительностью к экстерналиям не подтвердилась.
3. Оценки коэффициента при плотности населения не устойчивы. Но в качестве параметра чувствительности региона к внешним воздействиям выявили ее положительное влияние. Увеличение плотности населения региона приводит к его экономическому росту, только если растут соседние с ним регионы, а если в соседних регионах будет наблюдаться спад, то негативные последствия будут и для густонаселенного региона.
4. Увеличение доли городского населения стимулирует экономический рост в этом регионе. Если соседние регионы растут, то это окажет дополнительное стимулирующее воздействие и на рассматриваемый регион.
5. Не выявлено положительного влияния инновационной активности регионов (измеряемой удельным числом выданных патентов) на экономический рост.

В целях текущего исследования рассмотренная статья представляет интерес с точки зрения гипотез о пространственной зависимости и неоднородности чувствительности регионов к внешнему влиянию, а также определения зависимой переменной.

В работе [Демидова 2021] основная гипотеза о том, что скорость конвергенции различается для бедных, средних и богатых регионов, дополняется следующими:

— Факторы, влияющие на экономический рост, различаются для трех групп регионов.

— Рост регионов зависит не только от внутренних факторов, но и от роста соседних регионов (существуют пространственные эффекты).

Регрессия спецификации (3) оценивается по данным о 80 регионах России (исключены Чечня, Крым, Севастополь, Калининградская область) за 2000–2017 гг.

$$\frac{1}{3} ln \frac{Y_{i(t+3)}}{Y_{it}} = \beta^p \begin{pmatrix} ln\, Y_{ip} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}_t + \beta^m \begin{pmatrix} 0 \\ ln\, Y_{im} \\ 0 \end{pmatrix}_t + \beta^r \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ ln\, Y_{ir} \end{pmatrix}_t + \rho^p \begin{pmatrix} W ln\, Y_{ip} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}_t + \rho^m \begin{pmatrix} 0 \\ W ln\, Y_{im} \\ 0 \end{pmatrix}_t + \\ + \rho^r \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ W ln\, Y_{ir} \end{pmatrix}_t + \begin{pmatrix} X_{ip} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}_t \theta^p + \begin{pmatrix} 0 \\ X_{im} \\ 0 \end{pmatrix}_t \theta^m + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ X_{ir} \end{pmatrix}_t \theta^r + \alpha_i + c_t + \begin{pmatrix} \varepsilon_{ip} \\ \varepsilon_{im} \\ \varepsilon_{ir} \end{pmatrix}_t , \quad (3)$$

где зависимая переменная — средний за 3 года темп роста ВРП на душу населения в логарифмах;
ip — номер бедного региона, 1 … 27; *im* — номер среднего региона, 28 … 72; *ir* — номер богатого региона, 73 … 80; *t* — год наблюдения;
lnY_{it} — логарифм ВРП на душу в базовых ценах 2000 г.;
X_{it} — матрица объясняющих переменных, а именно: доля городского населения, инвестиции в основной капитал (% от ВРП), доля населения с высшим образованием, открытость региона (экспорт + импорт / ВРП), плотность автомобильных дорог, индекс инвестиционного риска (RA Expert);
W — взвешивающая матрица, в данном исследовании нормированная по строкам, граничная (диагональные элементы граничной матрицы равны нулю, а внедиагональные элементы равны единице, если соответствующая пара регионов имеет общую границу и ноль в противном случае);
ρ — коэффициенты пространственной корреляции;
ε_{it} — возмущения;
α_i — фиксированные индивидуальные эффекты;
c_t — временные эффекты.

По результатам оценивания регрессии авторы (среди прочих) делают следующие выводы:

1. Факторы роста:
   a. богатые регионы: рост стимулируют инвестиции и снижение инвестиционного риска;

b. бедные и средние регионы: инвестиции неэффективны, но положительное влияние оказывает открытость экономики;
c. для всех регионов рост стимулирует открытость торговли.

2. Пространственные эффекты: бедные и средние регионы получают положительные эффекты перетока от роста соседей. Для богатых регионов рост соседей оказывает отрицательное влияние (возможна конкуренция за ресурсы).

В целях текущего исследования рассмотренная статья представляет интерес с точки зрения определения зависимой переменной и гипотез о различном влиянии факторов экономического роста для разных групп регионов и о наличии пространственных эффектов.

В работе [Caragliu, Nijkamp 2016] авторы отмечают, что существуют различные измерения «непространственного сходства/близости» (non-spatial proximities). В частности, когнитивная и технологическая близость.

Два вида деятельности когнитивно близки, если для них используют набор навыков и компетенций, имеющих отношение к общей базе знаний. Когнитивный капитал — это лежащие в основе познания психические процессы и возникающие идеи, подкрепленные культурой и идеологией; нормы, ценности, отношения и убеждения, которые способствуют совместному поведению и взаимным полезным коллективным действиям. Чтобы учиться друг у друга, агенты в отдаленных регионах должны иметь взаимодополняемость опыта и навыков. С другой стороны, отрасли и регионы должны быть когнитивно ни слишком близкими, ни слишком отдаленными, чтобы запустить процессы взаимного обучения.

Технологическая близость обеспечивает более быстрое распространение знаний между людьми, которые используют один и тот же научный язык или разделяют одну и ту же технологическую парадигму. Если два региона имеют похожую отраслевую структуру экономики, то их научно-технические проблемы весьма схожи, и поэтому новые знания, полученные за пределами региона, будут поняты и легче применены на практике технологически близкими регионами.

Когнитивная и технологическая близость в большей степени возникают на основе сходства в отраслевой структуре экономической деятельности, близости научных парадигм, связанности этапов познания и технического поиска.

В целях текущего исследования рассмотренная статья представляет интерес с точки зрения определения наличия внешних эффектов (перетоков) на основе не только географической, но и технологической близости регионов.

В статье [Унтура, Канева, Морошкина 2020] авторы оценивают структурно-технологическую близость отдельных регионов России по отношению к другим на основе следующей метрики:

$$TP_{ij} = 1 - \frac{1}{2\sum_{k=1}^{15} \left| GVA_{ik} - GVA_{jk} \right|}, \quad (4)$$

где GVA_{jk} — доля валовой добавленной стоимости (ВДС) в секторе экономической деятельности k в регионах i, j.

В целях текущего исследования рассмотренная в статье метрика может быть использована в качестве весов в пространственной весовой матрице.

В работе [Celli, Cerqua, Pellegrini 2024] авторы на данных по 1166 европейским регионам NUTS 3 за 2006–2015 гг. проверяют гипотезу о том, что расходы на НИОКР в рамках политики Cohesion Policy в отстающих регионах не оказывают значительного положительного влияния на экономический рост в краткосрочной перспективе. Проводится медиационный анализ (mediation analysis) с использованием бинарного медиатора (1 для регионов с долей расходов на НИОКР > 21%, 0 — иначе) и бинарного показателя уровня экономического развития (1 для регионов с ВВП < 75% от среднего по ЕС, 0 — иначе), что позволяет разделить общий эффект проводимой политики Cohesion Policy на прямой (через другие приоритеты) и косвенный (через НИОКР).

По результатам анализа авторы приходят к следующим выводам: общий эффект Cohesion Policy — положительное влияние на экономический рост (+0,736 п.п. роста ВВП в год); прямой эффект — +0,826 п.п. роста ВВП в год объясняется другими статьями расходов, помимо НИОКР (инфраструктура, образование и другие); косвенный эффект — эффект НИОКР статистически

незначим и близок к нулю (–0,09), то есть нет доказательств того, что НИОКР ускоряет рост в отстающих регионах. Регионы с высокими расходами на НИОКР не росли быстрее, чем те, кто инвестировал в другие приоритеты.

Интерпретация авторов следующая: НИОКР не работают в краткосрочной перспективе для бедных регионов из-за нехватки квалифицированных кадров, из-за слабых институтов и из-за низкой способности к усвоению технологий (absorptive capacity). Эффекты НИОКР носят долгосрочный характер и могут не проявляться в краткосрочной перспективе.

В целях текущего исследования рассмотренная статья представляет интерес с точки зрения основной гипотезы и рекомендации по учету институциональных и человеческих ресурсов регионов при планировании инвестиций в НИОКР.

В работе [Дементьев 2020] автор проверяет две основные гипотезы:

— Инвестиции в реконструкцию и модернизацию могут снижать краткосрочные темпы роста ВРП из-за отвлечения ресурсов от текущего производства.

— Урбанизация и институциональные факторы оказывают неоднозначное влияние на экономический рост.

Автор отмечает, что урбанизация в сегодняшних развитых странах была сильно привязана к индустриализации и экономическому росту. Во многих же развивающихся странах урбанизация сильно связана с экспортом природных ресурсов и не сопровождается процессом индустриализации [Jedwab, Vollrath 2015; Gollin et al. 2016]. [Glaeser 2014]: в развивающихся странах города выросли на фоне увеличения импорта продовольствия, тогда как в развитых странах урбанизация поддерживалась повышением продуктивности собственного сельского хозяйства [Fay, Opal 2000].

Зависимая переменная — темп роста ВРП в период 2015–2018 гг. Объясняющие переменные модели, связанные с технологическим развитием, включают:

— объем инновационных товаров, работ, услуг, в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг — текущая инновационная активность;

— внутренние текущие затраты на научные исследования и разработки по отношению к ВРП — затраты на перспективу;

— капитальные затраты на научные исследования и разработки по отношению к ВРП;

— затраты на технологические инновации, в процентах от общего объема отгруженных товаров, выполненных работ, услуг;

— доля инвестиций, направленных на реконструкцию и модернизацию, в общем объеме инвестиций в основной капитал.

Автором обнаружена отрицательная обратная связь динамики ВРП и доли инвестиций, направляемых на реконструкцию и модернизацию, в общем объеме инвестиций в основной капитал, что интерпретируется как эффект отвлечения ресурсов от текущего производства. Позитивные же последствия такого отвлечения могут проявляться постепенно и в значительной мере после окончания рассматриваемого периода.

В целях текущего исследования рассмотренная статья представляет интерес с точки зрения первой гипотезы и перечня переменных, характеризующих уровень технологического развития.

Обобщая представленные выше исследовательские вопросы, в рамках текущего исследования проверяются следующие гипотезы:

I. Влияние технологического развития на экономический рост различается в зависимости от характеристик территорий:
   1) В более технически развитых регионах выше роль технологий специального назначения как фактора экономического роста; в менее развитых — технологий общего назначения.
   2) Способность регионов перенимать и внедрять новые технологии зависит от наличия квалифицированной рабочей силы, инновационных фирм и объектов инфраструктуры, объемов поддержки.
   3) Расходы на НИОКР в менее развитых регионах не оказывают значительного положительного влияния на экономический рост в краткосрочной перспективе.
   4) Доступ к большим рынкам усиливает влияние технологического развития на экономический рост.

II. Рост регионов зависит не только от внутренних факторов, но и от соседних регионов:
   5) Увеличение уровня технологического развития регионов, окружающих регион *i*, способствует увеличению уровня технологического развития региона *i* и, как следствие, способствует экономическому росту региона *i*.
   6) Регион, окруженный быстрорастущими территориями, растет тем интенсивнее, чем больше его уровень урбанизации.

Таким образом, в рамках текущего исследования сформулированы две основные группы гипотез. Во-первых, влияние технологического развития на экономический рост различается в зависимости от особенностей территорий. Во-вторых, рост регионов зависит не только от внутренних факторов, но и от характеристик соседних регионов.

2.2. Спецификация модели и база данных

В общем виде в векторно-матричной форме спецификация модели для текущего исследования представляет собой модель Дарбина:

$$y_{it} = \alpha_i + \varphi y_{it-1} + \gamma \, ln \, Y_{i0} + \left(\rho_{j0} + \delta_j Z^j_{it-1}\right) W y_{it} + X_{it-1}\beta + \\ + W X_{it-1}\left(\theta_{j0} + \eta_j Z^{jx}_{it-1}\right) + c_t + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

где y_{it} — логарифм темпов роста реального ВРП на душу населения в регионе i в период t;
Y_{i0} — реальный ВРП на душу населения в регионе i в период 0;
Z_j — матрица переменных, характеризующих чувствительность региона к внешнему влиянию;
X — матрица объясняющих переменных;
W — матрица пространственных весов;
ε_{it} — возмущения;
α_i –фиксированные эффекты;
c_t — временные эффекты.

Для проверки каждой из гипотез нужны свои переменные, чтобы избежать смешения эффектов. Кроме того, требуется

включение в регрессию переменных взаимодействия факторов (то есть их произведения). С учетом этого и указывая контрольные переменные, общая модель в развернутой форме выглядит следующим образом:

$$
\begin{aligned}
&y_{it} = \alpha_i + \varphi y_{it-1} + \gamma Y_{i0} + \rho_{j0} W y_{it} + \delta_1 \text{Доля г. населения}_{it-1} W y_{it} + \\
&\beta_1 \text{Технологии общего назначения}_{it-1} * \text{Ур. техн. разв. 1}_{it-1} + \\
&\beta_2 \text{Технологии общего назначения}_{it-1} + \beta_3 \text{Ур. техн. разв. 1}_{it-1} + \\
&\beta_4 \text{Специфичные технологии}_{it-1} * \text{Ур. техн. разв. 2}_{it-1} + \beta_5 \text{Специфичные технологии}_{it-1} + \\
&\beta_6 \text{Ур. техн. разв. 2}_{it-1} + \beta_7 \text{Ур. техн. разв. 3}_{it-1} * \text{Квал. раб. сила}_{it-1} + \\
&\beta_8 \text{Ур. техн. разв. 3}_{it-1} + \beta_9 \text{Квал. раб. сила}_{it-1} + \beta_{10} \text{Ур. техн. разв. 4}_{it-1} * \\
&\text{Инфраструктура}_{it-1} + \beta_{11} \text{Ур. техн. разв. 4}_{it-1} + \beta_{12} \text{Инфраструктура}_{it-1} + \\
&\beta_{13} \text{Расх. на НИОКР}_{it-1} * \text{Богатые}_{it-1} + \beta_{14} \text{Расх. на НИОКР}_{it-1} + \beta_{15} \text{Богатые}_{it-1} + \\
&\beta_{16} \text{Ур. техн. разв. 5}_{it-1} * \text{М. н. торг.}_{it-1} + \beta_{17} \text{Ур. техн. разв. 5}_{it-1} + \beta_{18} \text{М. н. торг}_{it-1} + \\
&\beta_{18} W \text{Ур. техн. разв. 6}_{it-1} + \beta_{19} \text{Доля } Ex \text{ в ВРП}_{it-1} + \beta_{20} \text{Доля } IM \text{ в ВРП}_{it-1} + \\
&\beta_{21} \text{Доля добычи ПИ в ВДС}_{it-1} + \beta_{22} \text{Доля обрабатыв. в ВДС}_{it-1} + \\
&\beta_{23} \text{Доля гос. управл. в ВДС}_{it-1} + \beta_{24} \text{Т. роста населения}_{it-1} + \beta_{25} \text{Инвест. в осн. к} - \\
&\text{л на д.}_{it-1} + \varepsilon_{it}
\end{aligned}
\qquad (6)
$$

Все переменные — реальные (где уместно) величины в натуральных логарифмах.

y_{it} — логарифм темпов роста реального ВРП на душу населения в регионе i в период t;

Y_{i0} — логарифм реального ВРП на душу населения в регионе i в период 0;

W — матрица пространственных весов;

ε_{it} — возмущения;

α_i — фиксированные эффекты.

Для проверки первой гипотезы о том, что в более технически развитых регионах выше роль технологий специального назначения как фактора экономического роста; в менее развитых — технологий общего назначения, в модель включены следующие факторы:

Технологии общего назначения$_{it-1}$ * Ур. техн. разв. 1$_{it-1}$ — произведение показателей уровня развития технологий общего назначения и уровня технологического развития региона в целом;

Технологии общего назначения$_{it-1}$ — показатель уровня развития технологий общего назначения;

Ур. техн. разв. 1$_{it-1}$, Ур. техн. разв. 2$_{it-1}$ — показатели уровня технологического развития региона;

Специфичные технологии$_{it-1}$ * Ур. техн. разв. 2$_{it-1}$ — произведение показателей уровня развития технологий специального

назначения и уровня технологического развития региона в целом (отличный от предыдущего показателя такого же назначения);

Специфичные технологии$_{it-1}$ — показатель уровня развития технологий специального назначения.

Для проверки второй гипотезы о том, что способность регионов перенимать и внедрять новые технологии зависит от наличия квалифицированной рабочей силы и объектов инфраструктуры, в модель включены следующие факторы:

Ур. техн. разв. 3$_{it-1}$ * Квал.раб.сила$_{it-1}$ — произведение показателей уровня технологического развития региона и наличия квалифицированной рабочей силы;

Квал.раб.сила$_{it-1}$ — показатель наличия квалифицированной рабочей силы;

Ур. техн. разв. 3$_{it-1}$, Ур. техн. разв. 4$_{it-1}$ — показатели уровня технологического развития региона;

Ур. техн. разв. 4$_{it-1}$ * Инфраструктура$_{it-1}$ — произведение показателей уровня технологического развития региона и обеспеченности объектами инфраструктуры;

Инфраструктура$_{it-1}$ — показатель обеспеченности региона объектами инфраструктуры.

Для проверки третьей гипотезы о том, что расходы на НИОКР в менее развитых регионах не оказывают значительного положительного влияния на экономический рост в краткосрочной перспективе, в модель включены следующие факторы:

Расх.на НИОКР$_{it-1}$ * Богатые$_{it-1}$ — произведение показателей затрат на НИОКР и уровня экономического развития региона;

Расх.на НИОКР$_{it-1}$ — показатель затрат на НИОКР;

Богатые$_{it-1}$ — показатель уровня экономического развития региона.

Для проверки четвертой гипотезы о том, что доступ к большим рынкам усиливает влияние технологического развития на экономический рост, в модель включены следующие факторы:

Ур. техн. разв. 5$_{it-1}$ * М.н. торг.$_{it-1}$ — произведение показателей уровня технологического развития региона и объемов международной торговли;

Ур. техн. разв. 5$_{it-1}$ — показатель уровня технологического развития региона;

М.н. торг.$_{it-1}$ — показатель объемов международной торговли региона.

Для проверки пятой гипотезы о том, что увеличение уровня технологического развития регионов, окружающих регион *i*, способствует увеличению уровня технологического развития региона *i* и, как следствие, способствует экономическому росту региона *i*, в модель включен следующий фактор:

*W*Ур. техн. разв.6 — показатель уровня технологического развития всех регионов, взвешенный по отношению к данному региону с помощью значений пространственной весовой матрицы W.

Для проверки шестой гипотезы о том, что регион, окруженный быстрорастущими территориями, растет тем интенсивнее, чем больше его уровень урбанизации, в модель включены следующие факторы:

ρ_{j0} Wy_{it} — логарифмы темпов роста реального ВРП на душу населения всех регионов, взвешенные по отношению к данному региону с помощью значений пространственной весовой матрицы *W*; является пространственной авторегрессионной компонентой;

Доля г. населения$_{it-1}$ Wy_{it} — произведение показателя уровня урбанизации (доли городского населения) всех регионов и логарифмов темпов роста реального ВРП на душу населения всех регионов, взвешенных по отношению к данному региону с помощью значений пространственной весовой матрицы *W*.

База данных для текущего исследования представляет собой панельные данные в разрезе субъект РФ — год. В итоговой базе содержатся данные по 85 субъектам РФ с 1998 по 2023 г., то есть всего 85 * 26 = 2210 наблюдений. Не все показатели имеются за весь период и по всем регионам — есть пропуски, панель несбалансированная. Основные источники — находящиеся в открытом доступе базы статистической информации: Росстат, ЕМИСС, портал ВАВТ, сайт ЦБ РФ и другие. Исходные показатели при необходимости подвергались преобразованиям, например номинальные величины переводились в реальные; стоимостные показатели в иностранной валюте выражались в единицах отечественной валюты; абсолютные величины переводились в относительные и прочее.

Из исходной базы данных были отобраны подходящие по смысловой нагрузке переменные с наибольшим количеством

имеющихся наблюдений. Матрица коэффициентов корреляции переменных модели (в основном первые лаги логарифмов — Ll показателей) свидетельствует о том, что некоторые показатели средне и сильно коррелируют друг с другом (табл. 3).

Таблица 3. Некоторые переменные базы данных и отобранные для полной модели (с краткими названиями)

Переменная	Количество наблюдений	Краткое название используемых переменных
Число абонентских станций (абонентских устройств), подключенных к сетям подвижной радиотелефонной (сотовой) связи, на 1000 человек населения (на конец отчетного периода)	1936	Ll_Моб_1000
Объем информации, переданной от/к абонентам сети фиксированной связи отчитывающегося оператора при доступе в интернет (по данным Минцифры России, на конец года), петабайт	1091	Ll_Объем инф. фикс.
Доля домашних хозяйств, имеющих доступ к сети интернет, в общем числе домашних хозяйств, %	1178	Ll_Д/х интернет
Разработанные передовые производственные технологии по субъектам Российской Федерации, ед.	840	w_Ll_Разр.перед. произв.техн.
Уровень инновационной активности организаций, по субъектам Российской Федерации, %, с 2017 г. в 4-й редакции Руководства Осло	1174	Ll_Иннов.акт. организаций
Организации, выполнявшие научные исследования и разработки, ед.	1761	Ll_Организации дел. НИОКР
Внутренние затраты на научные исследования и разработки, млн рублей	1738	Ll_Затраты на НИОКР
Внутренние затраты на научные исследования и разработки в номин ВРП, %	1738	Ll_Доля науки в ВДС
Разработанные передовые производственные технологии, ед.	935	Ll_Перед.техн. разраб.
Используемые передовые производственные технологии, ед.	1679	Ll_Использ.перед. техн.
Численность аспирантов на 10 тыс. населения	1690	Ll_Аспиранты_10000
Реальные инвестиции в основной капитал на душу населения (рубль 2014 г., значение показателя за год)	2093	Ll_Инвест.в осн. кап.
Темп роста к предыдущему году, численность рабочей силы, 15 лет и старше, %	1919	Ll_Т.роста ЭАН
Реальный экспорт субъектов Российской Федерации (млн рублей 2012 г.), всего	816	Ll_М.н.торг.
реал экспорт всего к реал ВРП, %	800	Ll_Доля Ex в ВРП
Реальный импорт субъектов Российской Федерации (млн рублей 2012 г.)	816	Ll_М.н.торг.
Реальный импорт всего к реал ВРП, %	800	Ll_Доля Im в ВРП
Площадь территории, тыс. км^2	2210	l_Площадь
Плотность населения, человек, тыс. км^2	2178	l_Плотн.насел.
Доля городского населения в общей численности населения на 1 января, %	2178	l_Доля г.насел.

Продолжение Таблицы 3

Переменная	Количество наблюдений	Краткое название используемых переменных
Добыча полезных ископаемых	1679	Ll_Доля добычи ПИ в ВДС
Обрабатывающие производства	1679	Ll_Доля обрабат. пр. в ВДС
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; обязательное социальное страхование / Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение (с 2016)	1679	Ll_Доля гос.упр. в ВДС
Богатые	2210	L_Богатые
Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по субъектам Российской Федерации, всего человек	830	
Исследователи: численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по субъектам Российской Федерации, человек	829	
Техники: численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по субъектам Российской Федерации, человек	792	
Вспомогательный персонал: численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по субъектам Российской Федерации, человек	790	
Прочий персонал: численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками, по субъектам Российской Федерации, человек	793	
Численность исследователей, имеющих ученую степень, по субъектам Российской Федерации, всего человек	823	
Доктора наук: численность исследователей, имеющих ученую степень, по субъектам Российской Федерации, человек	801	
Кандидаты наук: численность исследователей, имеющих ученую степень, по субъектам Российской Федерации, человек	823	
Число абонентов фиксированного широкополосного доступа в интернет на 100 человек населения (расчет по данным Минцифры России, на конец года)	1094	
Число абонентов мобильного широкополосного доступа в интернет на 100 человек населения (расчет по данным Минцифры России, на конец года)	1083	
Объем информации, переданной от/к абонентам сети подвижной связи отчитывающегося оператора при доступе в интернет (по данным Минцифры России, на конец года), петабайт	1060	
Доля инновационных товаров, работ, услуг, созданных с использованием результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат российским правообладателям, в общем объеме инновационных товаров, работ, услуг, %	253	
Транспорт и связь	1679	
Деятельность профессиональная, научная и техническая (с 2016)	680	
Численность аспирантов, человек	1690	

Продолжение Таблицы 3

Переменная	Количество наблюдений	Краткое название используемых переменных
Плотность железнодорожных путей общего пользования; километров путей на 10000 км² территории	1544	
Реальный ВРП на душу в ценах 2014 г., млн рублей/чел	2165	
Темп роста реального ВРП на душу населения, 2014	2165	
Темпы роста населения, % к предыдущему году	2093	
Дальнее зарубежье, Реальный экспорт субъектов Российской Федерации (млн рублей 2012 г.)	816	
СНГ, Реальный экспорт субъектов Российской Федерации (млн рублей 2012 г.)	816	
Дальнее зарубежье, Реальный импорт субъектов Российской Федерации (млн рублей 2012 г.)	816	
СНГ, Реальный импорт субъектов Российской Федерации (млн рублей 2012 г.)	816	
Число муниципальных образований	2210	
Приграничный субъект	2210	
Соседняя страна СНГ	962	
Соседняя страна не СНГ	962	
Производство и распределение электроэнергии, газа и воды	1679	
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство (2 с 2016)	1681	
Строительство	1679	
Оптовая и розничная торговля; ремонт автотранспортных средств, мотоциклов, бытовых изделий и предметов личного пользования / Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов (с 2016)	1679	
Гостиницы и рестораны / Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания (с 2016)	1679	
Финансовая деятельность / Деятельность финансовая и страховая (с 2016)	1679	
Операции с недвижимым имуществом, аренда и предоставление услуг / Деятельность по операциям с недвижимым имуществом (с 2016)	1679	
Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги (с 2016)	680	
Образование	1679	
Здравоохранение и предоставление социальных услуг / Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг (с 2016)	1679	
Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений (с 2016)	680	
Предоставление прочих коммунальных, социальных и персональных услуг / Предоставление прочих видов услуг (с 2016)	1679	
Деятельность домашних хозяйств / Деятельность домашних хозяйств как работодателей; недифференцированная деятельность частных домашних хозяйств по производству (с 2016)	1099	
Медианный реальный ВРП на душу населения по годам	2210	

Источник: составлено авторами

Таблица 4. Матрица коэффициентов корреляции переменных полной модели

	y	Ll_Моб_1000	Ll_Д/х интернет	Ll_Передл.техн. разраб.	Ll_Инноваткт. организаций	Ll_Использпередл.техн.	Ll_Аспирантыт_10000	Ll_Доля науки в ВДС	Ll_Объем инф. фикс.	Ll_Затраты на НИОКР	L_Богатые	Ll_Организации дел. НИОКР	Ll_М.н.торг.
y	1,00	–0,25	–0,13	–0,17	0,06	–0,08	0,04	0,11	–0,05	–0,14	–0,05	–0,04	–0,04
Ll_Моб_1000	–0,25	1,00	0,10	0,36	0,16	0,37	–0,03	0,09	0,28	0,44	0,09	0,10	0,10
Ll_Д/х интернет	–0,13	0,10	1,00	0,23	–0,01	0,11	–0,29	–0,04	0,49	0,21	0,22	0,10	0,10
Ll_Передл.техн. разраб.	–0,17	0,36	0,23	1,00	0,17	0,62	0,05	0,38	0,49	0,68	0,22	0,57	0,41
Ll_Инноваткт. организаций	0,06	0,16	–0,01	0,17	1,00	0,42	0,20	0,49	0,26	0,36	0,21	0,28	0,34
Ll_Использ. передл.техн.	–0,08	0,37	0,11	0,62	0,42	1,00	0,15	0,65	0,69	0,72	0,15	0,67	0,77
Ll_Аспиранты_10000	0,04	–0,03	–0,29	0,05	0,20	0,15	1,00	0,35	0,02	0,16	–0,01	0,33	0,08
Ll_Доля науки в ВДС	0,11	0,09	–0,04	0,38	0,49	0,63	0,35	1,00	0,68	0,73	0,15	0,65	0,55
Ll_Объем инф. фикс.	0,05	0,28	0,49	0,49	0,26	0,69	0,02	0,68	1,00	0,66	0,23	0,66	0,66
Ll_Затраты на НИОКР	–0,14	0,44	0,21	0,68	0,36	0,72	0,16	0,73	0,66	1,00	0,27	0,85	0,69
L_Богатые	–0,05	0,09	0,22	0,22	0,21	0,15	–0,01	0,15	0,23	0,27	1,00	0,20	0,56
Ll_Организации дел. НИОКР	–0,04	0,10	0,10	0,57	0,28	0,67	0,33	0,65	0,66	0,85	0,20	1,00	0,66
Ll_М.н.торг.	–0,04	0,51	0,18	0,41	0,34	0,77	0,08	0,55	0,66	0,69	0,56	0,66	1,00
w_Ll_Разр.перед. произв.техн.	–0,05	0,02	–0,17	0,24	0,05	0,24	0,03	0,24	0,31	0,56	0,25	0,26	0,24
w_y	0,02	0,05	–0,17	0,14	0,18	0,40	0,07	0,21	0,22	0,18	0,26	0,26	0,26
l_Площадь	–0,01	0,04	0,10	0,02	0,18	0,02	0,11	–0,16	–0,04	0,15	0,40	0,14	0,22
l_Плотн.насел.	0,01	0,00	–0,06	0,25	0,12	0,59	0,05	0,44	0,38	0,30	–0,24	0,40	0,17
l_Длягл.насел.	–0,04	0,11	0,22	0,24	0,55	0,41	0,12	0,40	0,41	0,44	0,47	0,31	0,63
Ll_Доля Ex в ВРП	0,00	0,51	0,30	0,07	0,35	0,48	–0,13	0,39	0,49	0,36	0,46	0,27	0,82
Ll_Доля Im в ВРП	–0,02	0,32	0,02	0,24	0,28	0,47	0,03	0,54	0,30	0,32	0,22	0,24	0,60
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	–0,06	0,08	0,18	0,01	–0,12	–0,19	0,03	–0,27	–0,05	–0,04	0,47	–0,10	0,20
Ll_Доля обрабат. пр. в ВДС	0,03	0,08	–0,12	0,18	0,37	0,57	0,17	0,55	0,43	0,44	–0,08	0,50	0,44
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	–0,03	–0,09	–0,14	–0,19	–0,28	–0,43	–0,18	–0,21	–0,48	–0,31	–0,47	–0,36	–0,76
Ly	0,19	–0,32	–0,22	–0,19	0,07	–0,13	0,06	0,05	–0,11	–0,17	0,01	–0,02	0,00
y_0	–0,03	0,10	0,15	0,10	0,20	0,09	–0,02	0,18	0,16	0,22	0,48	0,13	0,48
Ll_Инвест.в осн. кап.	–0,22	0,50	0,22	0,24	0,03	0,05	–0,08	–0,18	–0,01	0,15	0,53	–0,10	0,46
Ll_Т.доста ЗАН	–0,06	0,00	–0,01	0,07	0,01	0,02	0,00	0,01	–0,03	–0,02	–0,02	0,00	–0,02

Продолжение Таблицы 4

	y	ll_Mob_1000	ll_Д/х интернет	ll_Перер.техн. разраб.	ll_Инновац. организаций	ll_Использ.перер. техн.	ll_Аспирантыл_10000	ll_Доля науки в ВДС	ll_Объем инф. фикс.	ll_Затраты на НИОКР	l_Богатые	ll_Организация дет. НИОКР	ll_М.н.торг.	w_ll_Разр.перед. произв.техн.	w_y	ll_Площадь	ll_Доля Ex в ВРП	ll_Доля Im в ВРП	ll_Доля добычи ПИ в ВДС	ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	ll_Доля гос. упр.и военн. в ВДС	ly	Y_0	ll_Инвест.в осн.кап.	ll_T.роста ЗАН
w_ll_Разр. перед. произв. техн.	–0,05	0,24	–0,01	0,18	0,28	0,45	–0,03	0,37	0,31	0,26	–0,25	0,24	0,14	1,00	0,89	0,59	0,10	0,02	0,36	0,56	0,53	0,05	–0,05	–0,17	–0,30	–0,02
w_y	0,02	0,05	–0,17	0,14	0,18	0,40	0,07	0,21	0,22	0,18	–0,26	0,26	0,10	0,89	1,00	0,68	–0,05	–0,17	0,27	0,61	0,52	0,01	0,01	0,16	0,33	0,04
l_Площадь	–0,01	0,04	0,10	0,02	–0,01	0,02	0,11	–0,16	–0,04	0,15	0,40	0,14	0,22	–0,55	–0,52	–0,85	0,18	0,28	–0,27	0,57	1,00	0,32	–0,01	0,32	0,41	–0,13
l_Плотн.насел.	0,01	0,00	–0,06	0,25	0,12	0,39	0,05	0,44	0,38	0,30	–0,24	0,40	0,17	0,59	0,68	1,00	0,00	–0,08	0,59	0,52	–0,85	0,01	0,01	0,17	0,41	0,14
l_Доля г.насел.	–0,04	0,11	0,22	0,24	0,35	0,41	0,12	0,40	0,41	0,44	0,47	0,31	0,65	0,10	–0,05	0,68	1,00	0,66	0,44	0,17	0,18	–0,03	–0,03	0,38	0,36	–0,09
ll_Доля Ex в ВРП	0,00	0,51	0,30	0,07	0,35	0,48	–0,13	0,39	0,49	0,36	0,46	0,27	0,82	0,02	–0,17	–0,08	0,66	1,00	0,42	0,27	0,28	0,02	0,02	0,40	0,39	–0,12
ll_Доля Im в ВРП	–0,02	0,32	0,02	0,24	0,28	0,47	0,05	0,54	0,30	0,32	0,22	0,24	0,60	0,36	0,27	0,39	0,44	0,42	1,00	–0,26	–0,27	–0,01	0,07	–0,01	0,06	0,04
ll_Доля добычи ПИ в ВДС	–0,06	0,08	0,18	0,01	–0,12	–0,19	0,03	–0,27	–0,05	–0,04	0,47	–0,10	0,20	–0,58	–0,61	0,56	0,17	0,27	–0,26	1,00	0,57	–0,04	–0,04	0,39	0,56	–0,03
ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	0,03	0,08	–0,12	0,18	0,37	0,57	0,17	0,55	0,43	0,44	–0,08	0,50	0,44	0,56	0,53	0,52	0,24	0,33	0,45	–0,48	1,00	–0,08	–0,08	–0,48	–0,48	–0,06
ll_Доля гос. упр.и военн. в ВДС	–0,05	–0,09	–0,14	–0,19	–0,28	–0,43	–0,18	–0,21	–0,48	–0,31	–0,47	–0,36	–0,76	–0,12	–0,07	–0,06	–0,44	0,53	–0,31	–0,28	–0,17	–0,13	–0,23	–0,45	–0,23	–0,02
ly	0,19	–0,32	–0,22	–0,19	0,07	–0,13	0,06	0,05	–0,11	–0,17	0,01	–0,02	0,00	–0,05	0,01	0,01	–0,03	0,02	0,07	–0,04	–0,13	1,00	–0,03	–0,10	0,05
Y_0	–0,03	0,10	0,15	0,10	0,20	0,09	–0,02	0,18	0,16	0,22	0,48	0,13	0,48	–0,17	–0,16	0,38	0,00	0,40	–0,01	0,39	–0,23	–0,03	1,00	0,34	–0,02
ll_Инвест.в осн.кап.	–0,22	0,50	0,22	0,24	0,03	0,05	–0,08	–0,18	–0,01	0,15	0,53	–0,10	0,46	–0,50	–0,33	0,41	0,36	0,39	0,06	0,56	–0,48	–0,45	–0,10	0,34	1,00	–0,01
ll_T.роста ЗАН	–0,06	0,00	–0,01	0,07	0,01	0,02	0,00	0,01	–0,03	–0,02	–0,02	0,00	–0,02	–0,02	0,04	–0,13	–0,09	–0,12	0,04	–0,03	–0,06	–0,02	0,05	–0,02	–0,01	1,00

Источник: составлено авторами

Это обусловливает целесообразность оценивания редуцированных моделей, в рамках которых одновременно проверяется меньшее количество гипотез, при этом решается проблема мультиколлинеарности, присутствующая в полной модели, и имеется достаточное количество степеней свободы для получения надежных оценок коэффициентов моделей.

2.3. Результаты оценивания модели

Основная эмпирическая стратегия исследования заключается в оценивании редуцированных моделей, позволяющих тестировать гипотезы по отдельности, и вычислении предельных эффектов целевых переменных.

Редуцированные модели подлежат оцениванию в следующей модификации: в качестве зависимой переменной используется среднее логарифмов темпов роста реального ВРП на душу населения за 5 лет; а в качестве объясняющих факторов — их значения на начало 5-летнего периода. Используется скользящее окно для усреднения.

В модели, позволяющей оценить влияние пространственных взаимосвязей, используется два различных определения пространственной весовой матрицы (модель оценивается отдельно с каждой из матриц):

— Матрица пространственных весов W — матрица обратных расстояний между столицами регионов:

$$W_{ij} = \begin{cases} 0, \text{ если } i = j \\ \frac{1}{d_{ij}}, \text{ если } i \neq j \end{cases} \quad (7)$$

— Матрица пространственных весов W — матрица структурно-технологической близости регионов, элементы которой определяются в соответствии с формулой (4).

Результаты оценивания редуцированной модели 1, позволяющей проверить гипотезу 1, представлены в табл. 5.

Предельные эффекты целевых переменных при разных уровнях «пороговой» переменной приведены в табл. 6 и 7. В качестве поро-

Таблица 5. Результаты оценивания редуцированной модели 1, позволяющей проверить гипотезу 1

Переменная	Оценка коэффициента
Ll_Моб_1000	–0,2
Ll_Д/х интернет	–0,33
c.Ll_Моб_1000#c.Ll_Д/х интернет	0,05
Ll_Перед.техн.разраб.	0,007
Ll_Иннов.акт.организаций	0,01**
c.Ll_Перед.техн.разраб.#c.Ll_Иннов.акт.организаций	–0,003
Ll_Инвест.в осн.кап.	–0,006*
Ll_Т.роста ЭАН	–0,02
Ly	0,12***
Ll_Доля Ex в ВРП	0,007***
Ll_Доля Im в ВРП	0,0001
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	0,01***
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	–0,001**
Ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	–0,008***
Ll_Y0	–0,005
Константа	5,58***

Примечание: здесь и далее *** — статистическая значимость на уровне значимости 1%, ** — на уровне значимости 5%, * — на уровне значимости 10%.

Источник: составлено авторами.

Таблица 6. Предельные эффекты Ll_Моб_1000 при разных уровнях Ll_Д/х интернет

Точка (Ll_Д/х интернет)	Предельный эффект Ll_Моб_1000
1 (4,4)	0,01
2 (4,1)	–0,004
3 (3,8)	-0,02

Источник: составлено авторами.

Таблица 7. Предельные эффекты Ll_Перед.техн.разраб. при разных уровнях Ll_Иннов. акт.организаций

Точка (Ll_Иннов. акт.организаций)	Предельный эффект Ll_Перед.техн.разраб.
1 (2,7)	-0,00001
2 (2,1)	0,002
3 (1,6)	0,003**

Источник: составлено авторами.

говых значений (отдельных точек, в которых вычисляется величина предельного эффекта) используются среднее «пороговой» переменной, а также среднее +/– одно стандартное отклонение.

Количество абонентских устройств, подключенных к сетям подвижной радиотелефонной (сотовой) связи (на 1000 человек населения), не оказывает влияния на темп роста ВРП при любой обеспеченности домохозяйств интернетом.

В регионах с низким значением уровня инновационной активности организаций (1–7% за 2021–2023 гг.) при увеличении количества разработанных передовых производственных технологий на начало периода с минимального по группе (3 ед.) до максимального по группе (91 ед.) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 8,8%.

Таким образом, для технологически менее развитых регионов[1] роль технологий специального назначения[2] для экономического роста достаточно высока. Речь о высокоспециализированных технологиях, совершенствующих производство в определенной сфере, например нанотехнологии в медицине, мобильные роботизированные установки пожаротушения в области гражданской обороны и защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

Из полученных результатов следует, что поддержка развития узконаправленных технологий в технологически менее развитых регионах даст больший эффект, чем в регионах с относительно высоким уровнем технологического развития. Для таких регионов, как, к примеру, Новосибирская область[3], — оправданы меры

[1] Здесь за показатель технологической развитости отвечает уровень инновационной активности организаций в регионе.

[2] В качестве показателя уровня развития технологий специального назначения выступает количество разработанных передовых производственных технологий в регионе.

[3] Также в группе среднеразвитых регионов: Камчатский край, Владимирская область, Мурманская область, г. Севастополь, Пермский край, Тверская область, Свердловская область, Волгоградская область, Вологодская область, Брянская область, Новгородская область, Псковская область, Чукотский автономный округ, Саратовская область, Приморский край, Республика Адыгея, Ярославская область, Тамбовская область, Рязанская область, Республика Коми, Республика Марий Эл, Омская область, Ленинградская область, Липецкая область, Хабаровский край, Магаданская область, Московская область, Республика Саха (Якутия), Тюменская область.

по развитию технологий специального назначения, например: центры развития промышленной робототехники, региональные центры (проектные офисы) научно-технологического развития станкостроения, центры испытания и сертификации и др. Для всех регионов должны быть определены основные направления технологической специализации, на ее основе для каждого региона должны быть разработаны конкретные инструменты для развития технологий специального назначения, которые уже в нем есть.

Для технологически более сильных регионов начальные уровни развития технологий как специального, так и общего назначения[4] не оказывают статистически значимого влияния на темпы роста. Технологии общего назначения — это инновации, которые имеют широкое применение и значительно влияют на многие сектора и отрасли и даже на всю экономику, и могут вызвать социальные изменения в обществе, например паровой двигатель, электричество и информационные технологии. Вероятно, полученный для технологически более сильных регионов вывод является следствием того, что уровень развития технологий как специального, так и общего назначения в этих регионах уже достаточно высок и слабо влияет на темпы экономического роста за счет убывающей отдачи от масштаба. Кроме того, такие результаты могут наблюдаться из-за специфики использованных эмпирических данных: доступные показатели могут не всегда отражать реальное положение дел в регионах в части развития технологий и инноваций.

Результаты оценивания редуцированной модели 2, позволяющей проверить гипотезу 2, представлены в табл. 8.

Предельные эффекты целевых переменных при разных уровнях «пороговой» переменной приведены в табл. 9 и 10. В качестве пороговых значений (отдельных точек, в которых вычисляется величина предельного эффекта) используются среднее «пороговой» переменной, а также среднее +/– одно стандартное отклонение.

[4] В качестве показателя уровня развития технологий общего назначения выступает удельное число абонентских устройств, подключенных к сетям подвижной радиотелефонной (сотовой) связи.

Таблица 8. Результаты оценивания редуцированной модели 2, позволяющей проверить гипотезу 2

Переменная	Оценка коэффициента
Ll_Использ.перед.техн.	0,005***
Ll_Аспиранты_10000	0,01
c.Ll_Использ.перед.техн.#c.Ll_Аспиранты_10000	–0,002**
Ll_Моб.интернет_100	0,04***
Ll_Объем инф.фикс.	0,04***
c.Ll_Моб.интернет_100#c.Ll_Объем инф.фикс.	–0,009***
Ll_Инвест.в осн.кап.	–0,004
Ll_Т.роста ЭАН	–0,005
Ly	0,08***
Ll_Доля Ex в ВРП	0,003***
Ll_Доля Im в ВРП	0,001
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	0,01***
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	–0,0005
Ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	–0,006***
Ll_Y0	0,002
Константа	4,11***

Источник: составлено авторами

Таблица 9. Предельные эффекты Ll_Использ.перед.техн. при разных уровнях Ll_Аспиранты_10000

Точка (Ll_Аспиранты_10000)	Предельный эффект Ll_Использ.перед.техн.
1 (2,3)	0,0007
2 (1,7)	0,003**
3 (1)	0,002**

Источник: составлено авторами.

Таблица 10. Предельные эффекты Ll_Моб. интернет_100 при разных уровнях Ll_Объем инф.фикс.

Точка (Ll_Объем инф.фикс.)	Предельный эффект Ll_Моб.интернет_100
1 (5,8)	0,019***
2 (4)	0,002
3 (2,3)	0,014***

Источник: составлено авторами.

В регионах со средним значением удельного количества аспирантов (2,75–5,76 на 10 тыс. населения за 2021–2023 гг.) при увеличении количества используемых передовых производственных технологий на начало периода с минимального по группе (120 ед.) до максимального по группе (18 528 ед.) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 46%.

В регионах с низким значением удельного количества аспирантов (0,36–2,65 на 10 тыс. населения за 2021–2023 гг.) при увеличении количества используемых передовых производственных технологий на начало периода с минимального по группе (83 ед.) до максимального по группе (4998 ед.) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 11,84%.

В регионах с высоким значением объемов информации, переданной от/к абонентам сети фиксированной связи (2136,2–16442 петабайта за 2021–2023 гг.), при увеличении числа абонентов мобильного широкополосного доступа в интернет на начало периода с минимального по группе (99,32 на 100 чел. населения) до максимального по группе (145,41 на 100 чел. населения) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 0,88%.

В регионах с низким значением объемов информации, переданной от/к абонентам сети фиксированной связи (0,7–165,7 петабайта за 2021–2023 гг.), при увеличении числа абонентов мобильного широкополосного доступа в интернет на начало периода с четвертого минимального по группе (49,1 на 100 чел. населения) до максимального по группе (120,2 на 100 человек населения) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 2,03%.

Таким образом, в регионах со средним уровнем подготовки научных кадров[5] эластичность роста по используемым технологиям превышает аналогичный показатель для регионов с низким уров-

[5] Как показатель использовалось удельное количество аспирантов в регионе.

нем. Для регионов с большим удельным количеством аспирантов подобная зависимость не нашла подтверждения — возможно из-за того, что при достижении высокого уровня показателя количества аспирантов он может слабее коррелировать с реальными исследованиями и их внедрением в производство. В этой связи важно повышать престиж аспирантуры, критерии доступа и качество образования, а также вводить меры по конвертации академических исследований в НИОКР и во внедряемые на производстве технологии, например проработка механизмов государственного долевого участия в капитале малых технологических компаний.

Способность региона ассимилировать и эффективно применять новые технологии детерминирована наличием комплекса взаимодополняющих факторов, к которым, помимо рассмотренного выше человеческого капитала, относится также инфраструктурная база. Развитая инфраструктура[6] выступает катализатором отдачи от новых технологических решений[7]. В регионах с высоким трафиком по каналам фиксированной связи увеличение проникновения мобильного широкополосного доступа дает больший эффект для роста, чем в регионах с низким объемом трафика. Значит, с точки зрения экономического роста внедрение новых технологий в регионах с развитой инфраструктурой более эффективно; а в регионах со скромной инфраструктурной базой важны меры по ее расширению параллельно с технологическим развитием.

Результаты оценивания редуцированной модели 3, позволяющей проверить гипотезу 3, представлены в табл. 11.

Предельные эффекты целевых переменных при разных уровнях «пороговой» переменной приведены в табл. 12. В качестве пороговых значений (отдельных точек, в которых вычисляется величина предельного эффекта) используются среднее «пороговой» переменной, а также среднее +/– одно стандартное отклонение.

[6] Уровень развития инфраструктуры оценивался с помощью показателя объема информации, переданной от/ к абонентам сети фиксированной связи.

[7] Как показатель использовалось удельное число абонентов мобильного широкополосного доступа в интернет.

Таблица 11. Результаты оценивания редуцированной модели 3, позволяющей проверить гипотезу 3

Переменная	Оценка коэффициента
Ll_Затраты на НИОКР	0,002***
L_Богатые=1	0,02***
1.L_Богатые#c.Ll_Затраты на НИОКР	–0,003***
Ll_Инвест.в осн.кап.	–0,006**
Ll_T.роста ЭАН	–0,03
Ly	0,09***
Ll_Доля Ex в ВРП	0,003***
Ll_Доля Im в ВРП	0,0007
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	0,007***
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	–0,001**
Ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	–0,005***
Ll_Y0	0,006
Константа	4,37***

Источник: составлено авторами.

Таблица 12. Предельные эффекты Ll_Затраты на НИОКР при разных уровнях L_Богатые

Точка (L_Богатые)	Предельный эффект Ll_Затраты на НИОКР
1 (0)	0,002***
2 (1)	–0,001

Источник: составлено авторами.

В регионах с низким значением реального ВРП на душу населения (0,08–0,2 млн рублей/чел. за 2021–2023 гг.) при увеличении внутренних затрат на научные исследования и разработки на начало периода с минимального по группе (84,4 млн рублей) до максимального по группе (2446,24 млн рублей) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 5,6%.

Таким образом, в регионах с низким исходным уровнем ВРП на душу населения, который отражает уровень экономического развития региона, увеличение внутренних затрат на исследо-

вания и разработки положительно влияет на темпы экономического роста, хотя возможно, что с задержкой. Примечательно, что для более развитых регионов такой зависимости не обнаружено совсем. Следовательно, рост экономически слабых регионов может быть простимулирован увеличением объемов внутренних затрат на исследования и разработки, соответственно: эффективны могут быть такие меры, как налоговые льготы на совместные с университетами НИОКР, гранты, инновационные ваучеры, создание центров компетенций для НИОКР, объединяющих производителей, вузы и НИИ.

Результаты оценивания редуцированной модели 4, позволяющей проверить гипотезу 4, представлены в табл. 13.

Предельные эффекты целевых переменных при разных уровнях «пороговой» переменной приведены в табл. 14. В качестве пороговых значений (отдельных точек, в которых вычисляется величина предельного эффекта) используются среднее «пороговой» переменной, а также среднее +/- одно стандартное отклонение.

В регионах с высоким значением объемов неэнергетической международной торговли (423 872,2–534 7493 млн рублей за 2021–2023 гг.) при увеличении числа организаций, выполнявших научные исследования и разработки, на начало периода с минимального по группе (70 ед.) до максимального по группе (259 ед.) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 1,08%.

В регионах со средним значением объемов неэнергетической международной торговли (26 989,25–384 789,1 млн рублей за 2021–2023 гг.) при увеличении числа организаций, выполнявших научные исследования и разработки, на начало периода с минимального по группе (7 ед.) до максимального по группе (127 ед.) средние за период темпы роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) возрастут на 3,43%.

Согласно результатам рассмотренных выше редуцированных моделей, определяющим фактором экономического роста регионов с высоким уровнем технологического развития является только доступ к крупным, в том числе зарубежным, рынкам сбыта:

Таблица 13. Результаты оценивания редуцированной модели 4, позволяющей проверить гипотезу 4

Переменная	Оценка коэффициента
Ll_Организации дел. НИОКР	0,01***
Ll_М.н.неэн.торг.	0,008***
c.Ll_Организации дел. НИОКР#c.Ll_М.н.неэн.торг	0,001***
Ll_Инвест.в осн.кап.	-0,005*
Ll_Т.роста ЭАН	-0,04
Ly	0,06***
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	0,009***
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	-0,001**
Ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	-0,003***
Ll_Y0	0,007*
Константа	4,52***

Источник: составлено авторами

Таблица 14. Предельные эффекты Ll_Моб_1000 при разных уровнях Ll_М.н.неэн.торг.

Точка (Ll_М.н.неэн.торг.)	Предельный эффект Ll_Моб_1000
1 (12,5)	0,004***
2 (10,7)	0,002**
3 (9)	0,0008

Источник: составлено авторами

для таких регионов меры поддержки технологического развития менее эффективны, чем наличие конкуренции[8]. Эластичность роста по числу организаций, выполнявших научные исследования и разработки, в регионах с высоким объемом международной торговли заметно выше, чем в регионах со средним объемом торговли.

Поддержку регионов с высоким уровнем технологического развития целесообразно ограничивать во времени (до дости-

[8] Показателем доступа к большим рынкам выступает объем неэнергетической международной торговли в реальном выражении; показателем уровня технологического развития — количество организаций, выполнявших научные исследования и разработки.

жения конкурентоспособности), а дальнейшим стимулом к развитию становится наличие конкуренции. Меры стимулирования технологического развития в регионах — лидерах технологического развития опциональны, однако для них важно расширение доступа к рынкам сбыта: проведение специальных выставочно-ярмарочных мероприятий, налаживание международного сотрудничества, таможенные льготы. Оправданным является создание свободных таможенных зон, зон свободной торговли.

Результаты оценивания редуцированной модели 5, позволяющей проверить гипотезы 5, 6, когда W — матрица обратных расстояний между столицами регионов, представлены в табл. 15, когда W — матрица структурно-технологической близости регионов — в табл. 16.

Увеличение уровня инновационной активности организаций (%) (как и количества разработанных передовых производственных технологий (ед.)) на начало периода в соседних регионах ассоциируется с увеличением средних за период темпов роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) в данном регионе.

В регионах с более высокой долей городского населения (%) на начало периода увеличение темпов роста реального ВРП на душу населения (млн рублей/чел.) на начало периода в соседних регионах ассоциируется с увеличением средних за период темпов роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) в данном регионе.

Увеличение уровня инновационной активности организаций (%) на начало периода в регионах со схожей отраслевой структурой ассоциируется со снижением средних за период темпов роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) в данном регионе.

В регионах с более высокой долей городского населения (%) на начало периода увеличение темпов роста реального ВРП на душу населения (млн рублей/чел.) на начало периода в регионах со схожей отраслевой структурой ассоциируется с увеличением средних за период темпов роста реального ВРП на душу населения (% от значений предыдущего года, например 110%) в данном регионе.

Таблица 15. Результаты оценивания редуцированной модели 5, позволяющей проверить гипотезы 5, 6; *W* — матрица обратных расстояний между столицами регионов

Переменная	Оценка коэффициента
w_y	0,02**
c.w_y#c.l_Доля г.насел.	0,006*
w_Ll_Иннов.акт.организаций	0,06**
Ll_Инвест.в осн.кап.	–0,004
Ll_Т.роста ЭАН	0,008
Ly	0,06***
Ll_Доля Ex в ВРП	0,004***
Ll_Доля Im в ВРП	0,00008
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	0,009***
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	–0,0003
Ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	–0,005***
Ll_Y0	0,004
Константа	4,34***

Источник: составлено авторами

Таблица 16. Результаты оценивания редуцированной модели 5, позволяющей проверить гипотезы 5, 6; *W* — матрица структурно-технологической близости регионов

Переменная	Оценка коэффициента
w_y	0,0001
c.w_y#c.l_Доля г.насел.	0,00004**
w_Ll_Иннов.акт.организаций	-0,0007***
Ll_Инвест.в осн.кап.	0,002
Ll_Т.роста ЭАН	0,0007
Ly	0,1***
Ll_Доля Ex в ВРП	0,003***
Ll_Доля Im в ВРП	0,0009
Ll_Доля гос.упр. в ВДС	0,006**
Ll_Доля добычи ПИ в ВДС	-0,0008*
Ll_Доля обрабат.пр. в ВДС	-0,004**
Ll_Y0	-0,003
Константа	4,13***

Источник: составлено авторами

Таким образом, что касается взаимного влияния регионов: увеличение уровня технологического развития в соседних регионах статистически значимо ассоциируется с экономическим ростом в рассматриваемом регионе, то есть способствует его экономическому росту. Кроме того, влияние экономического роста в соседних регионах позитивно сказывается на темпах роста взятого региона, причем этот эффект усиливается при увеличении уровня урбанизации.

Приведенная в табл. 17, 18, 19 кластеризация регионов по уровню реального ВРП на душу населения (то есть по уровню экономического развития в целом), а также по уровню технологического развития (количество используемых передовых производственных технологий, уровень инновационной активности организаций) относит регионы к разным группам по степени чувствительности к рассмотренным в модели факторам.

Проведенные расчеты позволили выявить некоторые закономерности связи технологического развития и экономического роста для различных групп регионов. И поскольку эффективность региональных мер существенно варьируется в зависимости от характеристик конкретного региона, это следует учитывать при планировании и осуществлении мероприятий, способствующих технологическому развитию регионов.

3. Обзор мер государственной политики, направленных на поддержку технологического развития на уровне регионов

3.1. Региональная специфика мер поддержки технологического развития: международный опыт

3.1.1. Китай

Отличительная особенность инновационной политики Китая в том, что он проводит централизованную, но регионально адаптируемую политику, нацеленную на переход от «имитационной» экономики к экономике, ориентированной на инновации. Одним

Таблица 17. Кластеризация регионов по уровню реального ВРП на душу населения

Бедные — ВРП ниже (медианное по стране −0,25*стандартное отклонение)	Богатые — ВРП выше (медианное по стране +0,25*стандартное отклонение)	Выше медианы, средний достаток — ВРП выше медианы и ниже, чем (медианное по стране +0,25*стандартное отклонение)	Ниже медианы, средний достаток — ВРП ниже медианы и выше, чем (медианное по стране −0,25*стандартное отклонение)
г. Севастополь	Архангельская область	Амурская область	Алтайский край
Ивановская область	Ненецкий автономный округ	Астраханская область	Брянская область
Кабардино-Балкарская Республика	Москва	Белгородская область	Владимирская область
Карачаево-Черкесская Республика	Санкт-Петербург	Вологодская область	Волгоградская область
Республика Адыгея	Камчатский край	Воронежская область	Еврейская автономная область
Республика Дагестан	Красноярский край	Иркутская область	Забайкальский край
Республика Ингушетия	Магаданская область	Калининградская область	Кемеровская область — Кузбасс
Республика Калмыкия	Мурманская область	Калужская область	Кировская область
Республика Крым	Республика Коми	Курская область	Костромская область
Республика Северная Осетия — Алания	Республика Саха (Якутия)	Ленинградская область	Краснодарский край
Республика Тыва	Сахалинская область	Липецкая область	Курганская область
Чеченская Республика	Тюменская область	Московская область	Омская область
	Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	Нижегородская область	Орловская область
	Чукотский автономный округ	Новгородская область	Пензенская область

	Ямало-Ненецкий автономный округ	Новосибирская область	Псковская область
		Оренбургская область	Республика Алтай
		Пермский край	Республика Башкортостан
		Приморский край	Республика Бурятия
		Республика Карелия	Республика Марий Эл
		Республика Татарстан	Республика Мордовия
		Самарская область	Республика Хакасия
		Свердловская область	Ростовская область
		Томская область	Рязанская область
		Тульская область	Саратовская область
		Хабаровский край	Смоленская область
		Ярославская область	Ставропольский край
			Тамбовская область
			Тверская область
			Удмуртская Республика
			Ульяновская область
			Челябинская область
			Чувашская Республика

Источник: составлено авторами

Таблица 18. Кластеризация регионов по количеству используемых передовых производственных технологий

Низкое количество используемых передовых производственных технологий	Высокое количество используемых передовых производственных технологий	Среднее количество используемых передовых производственных технологий
Амурская область	Владимирская область	Алтайский край
Астраханская область	Москва	Архангельская область
Ненецкий автономный округ	Санкт-Петербург	Белгородская область
Еврейская автономная область	г. Севастополь	Брянская область
Ивановская область	Кабардино-Балкарская Республика	Волгоградская область
Камчатский край	Калининградская область	Вологодская область
Курганская область	Карачаево-Черкесская Республика	Воронежская область
Магаданская область	Кемеровская область — Кузбасс	Забайкальский край
Республика Адыгея	Краснодарский край	Иркутская область
Республика Алтай	Московская область	Калужская область
Республика Бурятия	Нижегородская область	Кировская область
Республика Дагестан	Пермский край	Костромская область
Республика Ингушетия	Республика Башкортостан	Красноярский край
Республика Калмыкия	Республика Северная Осетия — Алания	Курская область
Республика Карелия	Республика Татарстан	Ленинградская область
Республика Крым	Ростовская область	Липецкая область
Республика Марий Эл	Самарская область	Мурманская область
Республика Саха (Якутия)	Саратовская область	Новгородская область

Республика Тыва	Свердловская область	Новосибирская область
Республика Хакасия	Тюменская область	Омская область
Сахалинская область	Удмуртская Республика	Оренбургская область
Чукотский автономный округ	Ханты-Мансийский автономный округ — Югра	Орловская область
	Челябинская область	Пензенская область
	Чеченская Республика	Приморский край
	Чувашская Республика	Псковская область
		Республика Коми
		Республика Мордовия
		Рязанская область
		Смоленская область
		Ставропольский край
		Тамбовская область
		Тверская область
		Томская область
		Тульская область
		Ульяновская область
		Хабаровский край
		Ямало-Ненецкий автономный округ
		Ярославская область

Источник: составлено авторами

Таблица 19. Кластеризация регионов по уровню инновационной активности организаций

Уровень инновационной активности организаций менее (среднее – 0,5*стандартное отклонение)	Уровень инновационной активности организаций более (среднее + 0,5*стандартное отклонение)	Уровень инновационной активности организаций между (среднее – 0,5*стандартное отклонение) и (среднее + 0,5*стандартное отклонение)
Республика Крым	Самарская область	Камчатский край
Республика Ингушетия	Тульская область	Мурманская область
Смоленская область	Томская область	Пермский край
Еврейская автономная область	Республика Татарстан	Свердловская область
Республика Калмыкия	Санкт-Петербург	Вологодская область
Костромская область	Нижегородская область	Новгородская область
Республика Северная Осетия — Алания	Москва	Чукотский автономный округ
Республика Дагестан	Белгородская область	Приморский край
Чеченская Республика	Челябинская область	Ярославская область
Ставропольский край	Ивановская область	Новосибирская область
Кемеровская область — Кузбасс	Орловская область	Республика Коми
Республика Хакасия	Республика Мордовия	Омская область
Республика Алтай	Ульяновская область	Ленинградская область
Забайкальский край	Республика Башкортостан	Липецкая область
Республика Тыва	Удмуртская Республика	Хабаровский край

Республика Бурятия	Кировская область	Магаданская область
Кабардино-Балкарская Республика	Пензенская область	Московская область
Карачаево-Черкесская Республика	Ростовская область	Республика Саха (Якутия)
Калининградская область	Алтайский край	Тюменская область
Сахалинская область	Чувашская Республика	Владимирская область
Республика Карелия	Курганская область	г. Севастополь
Архангельская область		Тверская область
Астраханская область		Волгоградская область
Ненецкий автономный округ		Брянская область
Оренбургская область		Псковская область
Амурская область		Саратовская область
Ямало-Ненецкий автономный округ		Республика Адыгея
Ханты-Мансийский автономный округ — Югра		Тамбовская область
Краснодарский край		Рязанская область
Красноярский край		Республика Марий Эл
Иркутская область		

Источник: составлено авторами.

из ключевых документов в период с 2006 по 2020 г. для достижения вышеупомянутой цели стал Среднесрочный и долгосрочный план развития науки и технологий. В работе [Boxu Yang 2023] на примере 30 регионов Китая показано, что эффективность одних и тех же инструментов, реализуемых в рамках упомянутой программы, существенно варьируется в зависимости от стадии инновационного развития региона и уровня его технологической зрелости. По мнению авторов, наименее эффективным инструментом поддержки оказались прямые государственные субсидии на НИОКР: по всей выборке регионов инструмент демонстрирует устойчиво отрицательное влияние на показатель региональной инновационной эффективности, причем максимальный негативный эффект наблюдается в регионах, отнесенных авторами к категории регионов догоняющего развития. Среди причин: асимметрия информации между государством и получателями субсидий, вытеснение частных инвестиций государственными средствами и ориентация предприятий на количественные, а не на качественные показатели инновационной активности.

В регионах — лидерах в области инноваций отрицательный эффект прямых субсидий выражен слабее, что авторы объясняют улучшенными механизмами отбора и мониторинга проектов, а также более высоким технологическим уровнем предприятий. Тем не менее даже в этих регионах инструмент демонстрирует отрицательное влияние на инновационную эффективность. Среди мер, показавших наибольшую эффективность, — налоговые льготы для НИОКР, прежде всего в регионах догоняющего развития. Авторы объясняют положительное влияние на инновационную эффективность этого инструмента именно в таких регионах следующим образом: во-первых, льготы привязаны к фактически осуществленным расходам на НИОКР, что снижает вероятность нецелевого использования средств; во-вторых, инструмент минимизирует проблему «выбора победителей» государством, особенно актуальную в условиях ограниченных управленческих и экспертных возможностей региональных органов власти в менее развитых регионах. В-третьих, по мнению авторов, для регионов догоняющего развития характерна ориентация на имитационные инновации с относительно низким технологическим

риском; налоговые льготы позволяют предприятиям самостоятельно выбирать такие проекты, оптимизируя соотношение между затратами и результатами и тем самым повышая общую эффективность трансформации инновационных ресурсов.

Тезис о вариации эффективности инструмента в зависимости от региональной специфики нашел подтверждение и в других работах. Например, авторы одной из работ [Wang 2022] декомпозировали инновационный процесс на две стадии: процесс исследования (НИОКР) и коммерциализацию. Провинции Восточного Китая характеризуются авторами как регионы с высокой общей инновационной эффективностью, а также сбалансированно высокими показателями как на стадии НИОКР, так и на стадии коммерциализации. Их результативность обусловлена рядом региональных характеристик: высокой концентрацией человеческого капитала, развитой научно-исследовательской инфраструктурой, плотными сетями взаимодействия между фирмами, университетами и НИИ, а также сравнительно высоким качеством государственного управления. В таких условиях меры, усиливающие отдачу от уже существующего инновационного потенциала, способствуют росту эффективности трансформации вложенных ресурсов в рыночные результаты. Относительно эффективными в развитых регионах оказываются инструменты, нацеленные на коммерциализацию знаний, включая поддержку технологических рынков и снижение институциональных барьеров для вывода инноваций на рынок. Таким образом, в регионах с высокой экономической и технологической зрелостью политика, перенаправленная от наращивания ресурсов к повышению качества среды, оказывается наиболее оправданной. В то же время в экономически менее развитых регионах Центрального и Западного Китая выявлено, что показатели эффективности НИОКР в среднем превышают показатели эффективности коммерциализации; в таких условиях ограниченную эффективность демонстрируют меры, ориентированные исключительно на наращивание исходных ресурсов, прежде всего прямые субсидии и увеличение государственных расходов на НИОКР. Несмотря на рост затрат, они не приводят к пропорциональному увеличению инновационных результатов; основными причинами авторы называют недостаток

квалифицированных кадров, ограниченность рыночных каналов коммерциализации и фрагментарность региональных инновационных систем. Кроме того, в менее развитых регионах низкую результативность демонстрируют меры, предполагающие быстрое усиление коммерциализации без предварительного укрепления институциональной и рыночной базы. Отсутствие развитых технологических рынков, венчурного финансирования и устойчивого спроса на инновационную продукцию снижает отдачу от подобных инициатив. В результате ресурсы, направляемые на поддержку вывода инноваций на рынок, не трансформируются в сопоставимый рост доходов от новых продуктов на рынке.

Исследование с декомпозицией процесса создания и внедрения инноваций на НИОКР и коммерциализацию было проведено [Cao X-Y 2023] также на 30 регионах Китая, но с более подробным анализом условий эффективности каждого инструмента. Эффективность государственной поддержки в форме прямых инвестиций в НИОКР также проявляется преимущественно на стадии технологических разработок. В регионах с высокой интенсивностью государственных расходов на исследования фиксируется более высокая эффективность инвестиций в стадию НИОКР, поскольку такие инвестиции снижают финансовые риски инновационной деятельности, компенсируют эффекты рыночных провалов и выступают в роли сигнала доверия со стороны государства. Особенно значимым данный инструмент оказывается для регионов с недостаточно развитой инновационной сетью: при слабых горизонтальных связях между участниками инновационного процесса государственные инвестиции способны временно заместить дефицит частных ресурсов и стимулировать исследовательскую активность, обеспечивая относительно высокий уровень НИОКР-результатов. В то же время на стадии коммерциализации выявляется принципиально иная картина. Ни развитая инновационная сеть, ни высокая интенсивность государственных инвестиций в НИОКР не демонстрируют устойчивого положительного влияния на эффективность превращения научных результатов в экономические. Более того, в регионах с высокой долей государственного финансирования инноваций эффективность на стадии коммерциализации оказывается ниже. Авторы связывают это

с тем, что государственные инвестиции ориентированы преимущественно на долгосрочные цели, а не на рыночную краткосрочную отдачу. Избыточное государственное участие может снижать мотивацию предприятий к разработке конкурентных товаров, замедлять адаптацию инновационных разработок к рыночным условиям. Наименее эффективными оказываются меры поддержки, основанные на одновременном сочетании высоких прямых государственных инвестиций и слабо развитой инновационной сети «вуз — НИИ — предприятие». В таких регионах государственные ресурсы обеспечивают относительный рост НИОКР-эффективности, однако отсутствие развитых рыночных и сетевых механизмов препятствует последующей коммерциализации. В результате формируется структурный разрыв между созданием знаний и их экономическим использованием. Аналогично в регионах с развитой инновационной сетью, но низкой ролью рынка при высокой доле государственного финансирования, наблюдается снижение эффективности коммерциализации.

Важным инструментом для перехода к инновационно ориентированной экономике в Китае являются национальные зоны демонстрации независимых инноваций. Его цель — в создании локальных экосистем для генерации собственных прорывных технологий и коммерциализации научных разработок. Эффективность этого инструмента была проверена в исследовании [He 2025] на основе панельных данных по 274 китайским городам за период с 2006 по 2020 г.; авторам удалось выявить не только средний положительный эффект внедрения такого инструмента инновационной политики, но и системную гетерогенность ее воздействия в зависимости от модели реализации, масштабов города, исходного уровня инновационного развития и пространственного положения. Была обнаружена выраженная гетерогенность эффекта по уровню исходной инновационной эффективности регионов: наибольший предельный эффект от создания национальной демонстрационной зоны независимых инноваций наблюдается в городах с низким исходным уровнем эффективности научно-технологических инноваций. В таких регионах инструмент функционирует как своеобразный катализатор, в короткие сроки компенсируя дефицит инновационных

ресурсов за счет институционально стимулируемой агломерации. По мере роста инновационной зрелости городов предельная отдача снижается, то есть авторы указывают на потенциальную насыщаемость мер, ориентированных преимущественно на концентрацию ресурсов в уже развитых инновационных экосистемах. Эффективность национальных демонстрационных зон независимых инноваций также существенно зависит от размера города и модели пространственной организации зоны: наибольший положительный эффект выявлен в средних и крупных городах, для мегаполисов и сверхкрупных городов статистически значимого эффекта не обнаружено. Авторы интерпретируют этот факт как то, что в крупнейших агломерациях, где инновационные ресурсы уже в значительной степени сконцентрированы, инструмент обладает ограничениями на результативность; в подобных условиях более перспективными могут оказаться меры, направленные на повышение эффективности функционирования уже сложившихся инновационных систем, включая совершенствование механизмов коммерциализации и координации звеньев цепи вуз — НИИ — производство. Также имеет значение форма организации национальных демонстрационных зон независимых инноваций: единичная (состоит из одного города) и агломерационная. Несмотря на положительный эффект обеих моделей, первая конфигурация демонстрирует более высокую результативность, что авторы объясняют столкновением агломерационной модели с проблемами межрегиональной координации и фрагментации, что снижает совокупную отдачу от объединения ресурсов; подчеркивается, что даже эффективный инструмент инновационной политики может терять результативность в условиях слабых горизонтальных связей и ограниченной управленческой согласованности между административными единицами. Эмпирические результаты свидетельствуют о наличии зависимого от расстояния пространственного эффекта: в радиусе примерно 110 км от демонстрационной зоны наблюдается отрицательный спилловер, проявляющийся в снижении инновационной эффективности соседних городов вследствие оттока капитала, человеческих ресурсов и инновационной активности в национальную демонстрационную зону независимых инно-

ваций. На расстоянии от 110 до 410 км эффект становится положительным и достигает максимума примерно на уровне 360 км, что авторы связывают с преобладанием механизмов диффузии знаний, формирования межрегиональных цепочек добавленной стоимости и повышения квалификации человеческого капитала; за пределами данного диапазона пространственный эффект статистически исчезает. Авторы предлагают интерпретировать результаты как формирование иерархической пространственной структуры, включающей зоны прямого роста, зоны конкурентного подавления и зоны положительного внешнего воздействия. Наконец, авторы подтверждают ключевые механизмы воздействия NIIDZ на инновационную эффективность: агломерация инновационных факторов (человеческий и венчурный капитал, технологии), улучшение инновационной среды (инфраструктура), а также трансформация и модернизация промышленной структуры. При этом относительная значимость этих каналов варьируется в зависимости от уровня развития региона: в менее развитых городах первостепенную роль играет формирование базовых условий инновационной деятельности, тогда как в более развитых регионах акцент может смещаться в сторону структурной трансформации экономики.

3.1.2. Страны ЕС

Для оценки эффективности кластерной политики Германии (общий объем финансирования превысил 1,2 млрд евро) с 1998 по 2012 г. было проведено исследование [Lehmann 2018] по 150 регионам Германии, где авторы эмпирически показали, что эффективность и внешние эффекты радикально различаются для трех типов регионов: самих субсидируемых кластеров, непосредственно соседствующих с ними регионов и всех остальных. Регионы, отобранные в качестве ядер кластеров (всего 21 регион), характеризуются как «территории с высокой исходной обеспеченностью». Для них политика признана высокоэффективной; ключевыми региональными характеристиками авторы считают высокий агломерационный эффект, инновационные предпосылки, наличие активной предпринимательской среды и сильных

университетов с уже устоявшимися связями с промышленными производствами. При таких региональных предпосылках государственные субсидии усилили координацию в цепи вуз — НИИ — производство, повысили отдачу от имеющегося инновационного потенциала. В то же время в 69 соседних регионах, граничащих с кластерами, политика привела к негативным последствиям, что объясняется формированием «агломерационной тени»: целевые кластеры перетянули капитал из прилегающих областей; в соседних с кластерами регионах политика оказалась не просто неэффективной, а породила отчетливый негативный пространственный эффект. Для менее развитых регионов, отдаленных от кластерных центров, например восточногерманских, программа также не принесла значимых положительных результатов. Авторы подчеркивают, что причиной низкой эффективности политики в таких регионах является недостаточная абсорбционная способность: отсутствие критической массы квалифицированных кадров, устойчивых сетей кооперации и рыночного спроса на инновации, необходимых для усвоения государственной поддержки. В этих условиях даже масштабные прямые субсидии не трансформировались в сопоставимый рост производительности.

Оценку эффективности такого инструмента, как научно-технологические парки, на региональном уровне произвели [Anton-Tejon 2024] на данных по 50 провинциям Испании за период с 1980 по 2016 г. Авторами было выявлено, что влияние НТП на инновационную активность регионов, измеряемую числом патентных заявок на душу населения, проявляется не сразу, а становится статистически и экономически значимым лишь начиная примерно с шестого года после создания парка. Более того, величина эффекта возрастает по мере «созревания» инфраструктуры: в интервалах 6–10 и 11–15 лет после запуска НТП рост патентной активности составляет около 49,8% и 79,7% соответственно. Также авторы декомпозируют общий эффект НТП на прямой вклад фирм-резидентов парков и косвенный вклад внешних по отношению к ним компаний. Эмпирические оценки показывают, что порядка 57% общего прироста патентной активности обеспечивается именно фирмами, не размещенными на территории НТП, на основании этого авторы делают

вывод, что научно-технологические парки выступают не столько замкнутыми инновационными анклавами, сколько ядрами региональных инновационных экосистем, генерирующими значительные спилловер-эффекты. Соответственно, оценка эффективности НТП исключительно на основе показателей их резидентов приводит к систематическому занижению реального воздействия политики. Наконец, результаты не подтверждают наличие компромисса между количеством и качеством инновационных результатов: рост числа патентов не сопровождается снижением их качества, измеряемого показателями цитируемости, что опровергает гипотезу о формальном «раздувании» инновационной активности. Кроме того, эффект НТП не демонстрирует значимой гетерогенности в зависимости от исходного уровня экономического развития или инновационного потенциала региона, что, по мнению авторов, указывает на относительную универсальность научно-технологических парков как инструмента горизонтальной региональной политики, способного стимулировать инновационную активность как в более развитых, так и в отстающих регионах.

3.1.3. Распределение эффективных и неэффективных мер для регионов в зависимости от стадии их технологического развития на основе международного опыта

В проанализированных работах классификация регионов в основном была представлена разбиением на «регионы — инновационные лидеры и догоняющие регионы» и «высоко-, средне- и низкотехнологичные регионы». В целях осуществления более полной классификации, максимально учитывающей вариативность характеристик региона, было принято решение остановиться на классификации второго вышеупомянутого типа.

Технологически высокоразвитые регионы (например, Пекин, Шанхай, Гуандун, Шэньчжэнь в Китае, а также Мюнхен, Гамбург, регион Рейн-Неккар в Германии) характеризуются высоким уровнем инновационной деятельности, развитой исследовательской инфраструктурой и устойчивыми связями между университетами, научно-исследовательскими институтами и бизнесом.

Существенную роль играет кластерная политика, а также формирование и поддержка технопарков, характерных для регионов Западной Германии [Lehmann 2018]. Дополнительным фактором устойчивого технологического лидерства являются инвестиции в подготовку и закрепление высококвалифицированных кадров в регионе. В то же время исследования показывают, что в технологически развитых регионах налоговые льготы на НИОКР, а также государственное финансирование на стадии коммерциализации инноваций оказываются сравнительно менее результативными как самостоятельные инструменты промышленной политики [Boxu Yang 2023].

Для технологически среднеразвитых регионов (например, Суйбей, провинции Цзянси и Ганьсу) эффективным инструментом являются налоговые льготы на НИОКР для генерации региональных инноваций [Boxu Yang 2023]. Значимую роль также играет кластерная политика и поддержка кооперационных сетей между университетами, научными центрами и предприятиями, что подтверждается эмпирическими исследованиями [Lehmann 2018]. Развитие технопарков, как показано на примере регионов Испании, способствует формированию локальных инновационных экосистем [Anton-Tejon 2024]. В отличие от высокоразвитых территорий, прямые субсидии на НИОКР в среднеразвитых регионах могут оказывать заметный стимулирующий эффект.

Технологически слабые регионы, характеризующиеся устаревшей промышленной базой и доминированием государственного сектора (например, регионы Восточной Германии, Иньчуань, Юньнань, Цинхай и др.), требуют принципиально иного набора инструментов. В этих условиях технопарки, успешно применяемые в Испании, могут выполнять роль базовой инфраструктуры, однако их эффект носит долгосрочный характер [Anton-Tejon 2024]. Государственные субсидии на стадии НИОКР в сочетании с формированием инновационных сетей «вуз — НИИ — предприятие» могут повышать эффективность R&D, однако не гарантируют роста коммерциализации и требуют последующего усиления рыночных механизмов [Cao X-Y 2023]. Авторы подчеркивают необходимость развития инновационной сети, так как эмпирически показано, что хотя государственные субсидии повышают

Таблица 20. Обобщенные выводы по результатам анализа мирового опыта и исследований, проведенных на данных зарубежных стран

Тип региона	Эффективные инструменты	Неэффективные инструменты
1. Технологически высоко развитые регионы	• Кластерная политика, развитие сетей «вуз — НИИ — предприятие» *(Сунань)* • технопарки *(регионы Западной Германии)* • вложения в подготовку в регионе высококвалифицированных специалистов *(Сунань, частично Сучжун)*	• Налоговые льготы на НИОКР как основной инструмент промышленной политики • государственное финансирование на стадии коммерциализации
2. Технологически средне развитые регионы	• Налоговые льготы на НИОКР (для модернизации устаревшего производства; • кластерная политика, поддержка сетей «вуз — НИИ — предприятие»; • технопарки; • прямые субсидии на НИОКР при развитой/развиваемой инновационной сети «вуз — НИИ — предприятие»	• Налоговые льготы на НИОКР во всех иных случаях • Меры, ориентированные исключительно на коммерциализацию без крепкой базы НИОКР-стадии
3. Технологически слабые регионы (устаревшая промышленная база, доминирование госсектора)	• технопарки; • субсидии на стадию НИОКР с параллельным развитием инновационной сети «вуз — НИИ — предприятие» • налоговые льготы для модернизации производства	• Государственное финансирование на стадии коммерциализации. • директивное развитие (высокотехнологичной) отрасли без учета специфики региона

Источник: составлено авторами.

эффективность стадии НИОКР в технологически слабых провинциях, но при этом при изначально слабом уровне развития инновационной сети технологически слабые провинции демонстрируют крайне низкую эффективность на стадии коммерциализации. Подтверждение этому тезису можно найти и в работе [Wang 2022], где авторы отмечают, что государственное финансирование на стадии коммерциализации инноваций в отстающих регионах Китая, если оно используется как единственный инструмент, оказывается неэффективным. Также эмпирические данные указывают на незначительную или вовсе отсутствующую результативность директивного развития высокотехнологичных отраслей без учета региональной специфики [Dandan Li 2020].

Выводы о дифференцированной эффективности инструментов подтверждаются исследованиями европейских регионов. Для промышленно развитых территорий Франции [Alain N'Ghauran 2022] (например, Верхняя Савойя) кластерная политика и поддержка кооперационных сетей оказываются ключевыми факторами инновационного развития. В то же время в постиндустриальных регионах с развитой научной базой целевая кластерная политика демонстрирует ограниченный и преимущественно краткосрочный эффект: она усиливает уже существующие инновационные и сетевые взаимодействия, однако не приводит к их устойчивому росту после завершения финансирования [Holger Graf 2019]. Обобщенные выводы представлены в табл. 20.

3.2. Региональная специфика мер поддержки технологического развития в России

В России ключевые меры поддержки технологического развития сконцентрированы в шести национальных проектах технологического лидерства и четырех основных госпрограммах[9], однако при этом не предусмотрено практически никакой их привязки к региональной специфике. Только в трех нацпроектах можно проследить региональное измерение запланированных мер, в основном в виде мер по созданию различных организационно-территориальных образований: региональных центров научно-технологического развития, центров компетенций, центров испытания и сертификации и др.

В табл. 21 представлены национальные проекты, содержащие меры поддержки технологического развития.

[9] Национальные проекты: «Средства производства и автоматизации», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», «Новые материалы и химия», «Новые атомные и энергетические технологии», «Новые технологии сбережения здоровья».

Государственные программы: «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (2019), «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (2014), «Развитие образования» (2017), «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (2012).

Таблица 21. Национальные проекты, содержащие меры поддержки технологического развития

Нацпроект «Средства производства и автоматизации», 01.01.25 — 31.12.30		
Цель	Федпроекты	Целевые группы
Обеспечение технологической независимости в области производства высокотехнологичных станков и повышение уровня промышленной роботизации до 2030 г.	1. Станкостроение (106 млрд рублей) 2. Пром. робототехника и автоматизация производства (138 млрд рублей) 3. Литейное и термическое оборудование (24 млрд рублей) 4. Наука и кадры для производства средств производства и автоматизации (20 млрд рублей + 50 млн рублей внебюджет)	Субъекты МСП, крупный бизнес
Нацпроект «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», 01.01.25 — 31.12.30		
Цель	Федпроекты	Целевые группы
Обеспечение технологической независимости в области производства продукции, обеспечивающей транспортную мобильность	1. Производство самолетов и вертолетов (1136 млрд рублей + 371 млрд рублей внебюджет) 2. Производство судов и судового оборудования (552 млрд рублей + 19 млрд рублей) 3. Производство инновационного транспорта (160 млрд рублей) 4. Разработка важнейших наукоемких технологий и опережающая подготовка и переподготовка квалифицированных кадров по направлению транспортной мобильности (2 млрд рублей)	Население РФ
Нацпроект «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», 01.01.25 — 31.12.30		
Цель	Федпроекты	Целевые группы
Повышение технологической обеспеченности продовольственной безопасности для создания условий устойчивого роста производства	1. Ветеринарные препараты (15 млрд рублей, из них 10 млрд рублей внебюджет) 2. Пр-во критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, тех. вспомогательных средств (128 млрд рублей) 3. Создание условий для развития научных разработок в селекции и генетике (49 млрд рублей) 4. Кадры в АПК (68 млрд рублей) 5. Техническая и технологическая независимость с/х, пищевой и перерабатывающей промышленности (0 руб)	Крупный бизнес
Нацпроект «Новые материалы и химия», 01.01.25 — 31.12.30		
Цель	Федпроекты	Целевые группы
Создание инфраструктуры системного развития, достижение технологической независимости и создание условий для формирования новых рынков и технологического лидерства в отраслях производства химической и биотехнологической продукции, новых и перспективных материалов, редких и редкоземельных металлов	1. Развитие производства химической продукции (70 млрд рублей) 2. Импортозамещение критической биотехнологической продукции (19 млрд рублей) 3. Развитие производства композитных материалов (композитов) и изделий из них (9 млрд рублей) 4. Развитие отрасли редких и редкоземельных металлов (7 млрд рублей) 5. Разработка важнейших наукоемких технологий по направлению новых материалов и химии (31 млрд рублей) 6. Опережающая подготовка и переподготовка квалифицированных кадров по направлению новых материалов и химии (4 млрд рублей)	Население РФ, Бизнес-сообщество (реальный сектор экономики)

Продолжение Таблицы 21

Нацпроект «Новые атомные и энергетические технологии», 01.01.25 — 31.12.30		
Цель	Федпроекты	Целевые группы
Обеспечение мирового лидерства в атомных технологиях и технологического суверенитета в новых энергетических технологиях	1. Новая атомная энергетика (260 млрд рублей, из них 214 млрд рублей внебюджет) 2. Экспериментально-стендовая база для разработки технологий двухкомпонентной атомной энергетики (93 млрд рублей) 3. Технологии термоядерной энергетики (51 млрд рублей) 4. Специальные материалы и технологии атомной энергетики (32 млрд рублей) 5. Серийная референтность атомных электростанций большой и малой мощности (719 млрд рублей все внебюджет) 6. Новые технологии и производства литий-ионных и постлитиевых систем накопления электроэнергии (41 млрд рублей) 7. Новое оборудование и технологии в электроэнергетике (7 млрд рублей, 1 внебюджет) 8. Новое оборудование и технологии в солнечной и ветрогенерации (5 млрд рублей, все внебюджет) 9. Новое оборудование и технологии для сжижения природного газа 10. Новое оборудование и технологии в нефтегазовой отрасли	Все граждане РФ, все население 18+, представители региональных и федеральных органов власти и муниципалитетов, представители организаций бизнеса, предприниматели и представители деловых объединений
Нацпроект «Новые технологии сбережения здоровья», 01.01.25 — 31.12.30		
Достижение к 2030 г. высокого уровня технологического суверенитета в области медицинских технологий, производства лекарственных препаратов и медицинских изделий	1. Управление медицинской наукой (1 млрд рублей) 2. Технологии разработки медизделий, лек средств и платформ нового поколения (160 млн рублей) 3. Биомедицинские и когнитивные технологии будущего 4. Регенеративная биомедицина, технологии превентивной медицины, обеспечение активного и здорового долголетия 5. Развитие производства наиболее востребованных лекарственных препаратов и медицинских изделий (5 млн рублей)	Все граждане РФ

Источник: составлено авторами

В целом вся система мер поддержки высокотехнологичных отраслей в России представлена на рис. 1.

В представленных нацпроектах содержатся следующие меры поддержки технологического развития в региональном разрезе:

1. Национальный проект «Средства производства и автоматизации».
   1) Федеральный проект «Развитие производства станкоинструментальной промышленности».

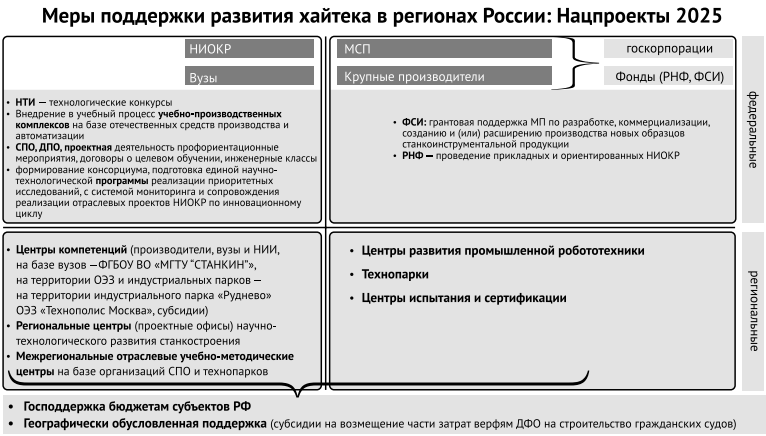


Рис. 1. Меры поддержки развития высокотехнологичных отраслей в регионах России: Нацпроекты 2025

Источник: составлено авторами

- Создание головного центра компетенций станкоинструментальной промышленности для НИОКР: производители, вузы и НИИ, на базе ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН» на территории индустриального парка «Руднево» ОЭЗ «Технополис Москва», субсидии.
- Создание технопарков станкоинструментальной промышленности.

2) Федпроект «Развитие промышленной робототехники и автоматизации производства».

- Создание центров испытания и сертификации российских промышленных роботов в разных субъектах РФ для экспериментов, исследований и анализа российских промышленных роботов на их соответствие международным стандартам и требованиям предприятий обрабатывающей промышленности, а также аккредитации для дальнейшей эксплуатации.
- Создание центров развития промышленной робототехники в федеральных округах РФ и субъектах РФ.

3) Федпроект «Наука и кадры для производства средств производства и автоматизации».

- Создание центров компетенций (производители, вузы и НИИ, на базе вузов — ФГБОУ ВО «МГТУ «СТАНКИН», на территории ОЭЗ и индустриальных парков — на территории индустриального парка «Руднево» ОЭЗ «Технополис Москва», субсидии).
- Формирование региональных центров (проектных офисов) научно-технологического развития станкостроения.

2. Нацпроект «Новые материалы и химия».
   1) Федпроект «Опережающая подготовка и переподготовка квалифицированных кадров по направлению новых материалов и химии.
   - Межрегиональные отраслевые учебно-методические центры на базе образовательных организаций, реализующих образовательные программы СПО-получателей гранта в форме субсидии в рамках ФП «Профессионалитет», и федеральных технопарков профессионального образования, созданных в рамках ФП «Профессионалитет», для обеспечения подготовки кадров для химической отрасли.
   - Предоставление на конкурсной основе организациям субъектов РФ на цели реализации региональных проектов по модернизации системы подготовки кадров в сфере новых материалов и химии, предусматривающих реализацию: мероприятия по совершенствованию системы образования в регионе в целях решения задач предприятий химотрасли региона (или регионов); разработка мер мотивации и стимулирования педагогов и студентов. Результатом мероприятия станет реализация субъектами Российской Федерации регпроектов по модернизации системы подготовки кадров в сфере новых материалов и химии.
3. Нацпроект «Повышение технологической обеспеченности продовольственной безопасности для создания условий устойчивого роста производства».
   1) Федпроект «Производство критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, технологических вспомогательных средств».

- Господдержка бюджетам субъектов РФ в целях софинансирования расходных обязательств по возмещению части прямых понесенных затрат на создание и (или) модернизацию объектов (производственных мощностей: зданий, строений и сооружений, цехов (объектов), участков, включая инженерные сети и (или) оборудование) по производству критически важных ферментных препаратов, пищевых и кормовых добавок, технологических вспомогательных средств, а также их ввода в эксплуатацию.

2) Федпроект «Создание условий для развития научных разработок в селекции и генетике».

- Создание агропромышленных технопарков (агробиотехнопарки).

3) Федпроект «Кадры в агропромышленном комплексе».

- Господдержка бюджетам субъектов РФ в целях софинансирования расходных обязательств по возмещению части прямых понесенных затрат на строительство (приобретение) жилья по договору найма жилого помещения, для его предоставления специалистам — научным и научно-педагогическим кадрам, с которыми образовательной организацией (научным учреждением) заключен трудовой договор. Поддержка предусматривает закрепление кадров за образовательной организацией (научным учреждением), а также обеспечивает реализацию модели непрерывного аграрного образования. Строительство (приобретение) жилья в наем осуществляется заказчиком ключевого проекта, заключившим контракт (договор) с образовательной организацией (научным учреждением). Отбор ключевых проектов в сфере агропромышленного комплекса определяется комиссией по отбору проектов, создаваемой образовательной организацией (научным учреждением).
- Господдержка бюджетам субъектов РФ в целях софинансирования расходных обязательств по возмещению части прямых понесенных затрат юрлицами (ИП), заинтересованными в подготовке кадров для АПК по данным направлениям, на реконструкцию, капремонт и (или) оснащение оборудованием объектов, используемых в процессе обучения по программам СПО, агротехнологических классов.

Госпрограммы, помимо прочего, предусматривают субсидирование бюджетов различных регионов, с повышающими коэффициентами для отдельных субъектов РФ. При этом определяющим фактором приоритизации регионов является не технологическое развитие, а операционный подход: субсидии распределяются в основном по климатически-географическому принципу (например, на реализацию инвестиционных проектов в сфере добычи и переработки цветных металлов в Республике Тыва), по политико-экономическому принципу (Республика Крым и г. Севастополь, Калининградская область), а также по принципу точечной (целевой) поддержки, например на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры индустриальных (промышленных) парков, промышленных технопарков или технопарков в сфере высоких технологий.

Рассмотрим их более подробно.

Госпрограммы содержат разделы, где закреплены задачи обеспечения достижения показателей социально-экономического развития субъектов РФ, входящих в состав приоритетных территорий, уровень которых должен быть выше среднего уровня по РФ, а также иные задачи в сферах реализации комплексных программ». Например, в госпрограмме «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (утверждена постановлением правительства от 15 апреля 2014 г. № 328) предусмотрены субсидии:

— на реализацию инвестпроектов по организации добычи и переработки многокомпонентных руд, в том числе содержащих цветные и благородные металлы (Чукотский АО);

— на реализацию инвестиционных проектов в сфере добычи и переработки цветных металлов (Республика Тыва).

Закреплены правила предоставления субсидий различным субъектам РФ:

— на возмещение затрат на создание, модернизацию и (или) реконструкцию объектов инфраструктуры индустриальных (промышленных) парков, промышленных технопарков или технопарков в сфере высоких технологий;

— на возмещение части затрат управляющих компаний индустриальных (промышленных) парков, промышленных технопарков, технопарков в сфере высоких технологий частной формы

собственности на создание, увеличение площади или реиндустриализацию индустриальных (промышленных) парков, промышленных технопарков, технопарков в сфере высоких технологий;

— на создание сети научно-производственных центров испытаний и компетенций в области развития технологий беспилотных авиационных систем;

— на реализацию мероприятий по созданию инфраструктуры инновационного научно-технологического центра «Инновационный научно-технологический центр „Композитная долина“» Тульской области.

Также предусмотрены субсидии на возмещение затрат из бюджетов субъектов РФ на региональные программы развития промышленности, в целях софинансирования расходных обязательств, связанных с реализацией мероприятий программы социально-экономического развития (докапитализация Фондов развития промышленности республик (Мордовия, Еврейская АО, Смоленская область, Псковская область, Челябинская область и др.), бюджетам субъектов, на территориях которых введен средний уровень реагирования (Республика Крым, Белгородская область, Брянская область, Курская область, г. Севастополь), в целях софинансирования региональных фондов развития промышленности для предоставления грантов), областных фондов поддержки МСП (Белгородская область), бюджету Краснодарского края в целях реализации мероприятия по поставке аппаратно-программных комплексов скрининговой оценки организма и тестирования уровня физической подготовленности.

По госпрограмме «Развитие образования» (утверждена постановлением правительства от 26 декабря 2017 г. № 1642) с основным механизмом, обеспечивающим реализацию целей государственной политики в сфере образования, является предоставление субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ на реализацию Программы. Она также предусматривает повышающие коэффициенты для субсидий из федерального бюджета бюджетам субъектов РФ, обеспечивающие уровень достижения соответствующих показателей выше среднероссийского: ДВФО, СКФО, Республика Крым и г. Севастополь, Калининградская область, Арктическая зона РФ.

В целом в России региональная поддержка высокотехнологичных производств либо очень фрагментирована (создание территориальных центров), либо, наоборот, уравнивающая (повышающие коэффициенты субсидий). Не учитываются особенности (типология) регионов России по уровню развития технологий. Не поддерживаются регионы — лидеры высоких технологий; нужны программы для регионов, где быстрее может пройти диффузия инноваций. Межрегиональные связи, исторические кластеры в целом учитываются: создание территориальных центров привязано к вузам, технопаркам, ОЭЗ. Логика производственной цепочки в общем прослеживается: поддержка науки — испытания — сертификация, но не полностью проработана поддержка на этапе коммерциализации.

В основном как высокотехнологичные поддерживаются малые технологические компании, а также быстрорастущие. Для градообразующих предприятий, центров региональной промышленности — предусмотрено недостаточно мер поддержки конкретных производителей: связанные гранты на НИОКР через Минобрнауки, программы Минпромторга, программы Фонда развития промышленности и его региональных отделений и др.

Выводы и рекомендации

В России ключевые меры поддержки технологического развития сконцентрированы в шести национальных проектах технологического лидерства и четырех основных госпрограммах[10], а в целом в России региональная поддержка высокотехнологичного

[10] Национальные проекты: «Средства производства и автоматизации», «Промышленное обеспечение транспортной мобильности», «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности», «Новые материалы и химия», «Новые атомные и энергетические технологии», «Новые технологии сбережения здоровья».

Государственные программы: «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (2019), «Развитие промышленности и повышение ее конкурентоспособности» (2014), «Развитие образования» (2017), «Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» (2012).

развития либо фрагментирована (создание территориальных центров), либо, наоборот, уравнивающая (повышающие коэффициенты субсидий). Особенности регионов России не учитываются в полной мере.

В то же время мировой опыт поддержки технологического развития говорит о том, что большинство мер по стимулированию технологического развития выбирается и реализуется с учетом регионального контекста и их эффективность варьируется в зависимости от характеристик региона применения. Например, в регионах Китая с устаревшей промышленной базой и доминированием госсектора государственные инвестиции в НИОКР оказывали отрицательное влияние на инновации, в отличие от высокотехнологичных регионов, а налоговые льготы эффективны для генерации инноваций в регионах с догоняющим типом инновационного развития[11].

Эффекты от мер поддержки технологического развития и направление влияния различаются для разных регионов, поэтому экстраполяция полученных выводов на другие регионы может оказаться некорректной. В связи с этим, учитывая высокую диверсификацию регионов России, важно определить ключевые характеристики регионов, от которых будет зависеть выбор мер.

Благодаря проведенным расчетам для России было показано, что в регионах со средним уровнем подготовки научных кадров[12] эластичность роста по используемым технологиям превышает аналогичный показатель для регионов с низким уровнем. Поэтому важно повышать престиж аспирантуры, критерии доступа и качество образования, а также внедрять меры по конвертации академических исследований в НИОКР и во внедряемые на производстве технологии, например проработку механизмов государственного долевого участия в капитале малых технологических компаний.

Способность региона ассимилировать и эффективно применять новые технологии детерминирована наличием комплекса

[11] Boxu Yang, Xielin Liu, Yuchen Gao, Langmei Zhu, A research on the effectiveness of innovation policy for regional innovation under Chinese long-range plan, Science and Public Policy, Volume 50, Issue 3, June 2023, Pages 491–508, https://doi.org/10.1093/scipol/scad001

[12] Как показатель использовалось удельное количество аспирантов в регионе.

взаимодополняющих факторов, к которым, помимо рассмотренного выше человеческого капитала, относится также инфраструктурная база. Развитая инфраструктура[13] выступает катализатором отдачи от новых технологических решений[14]. В регионах с высоким трафиком по каналам фиксированной связи увеличение проникновения мобильного широкополосного доступа дает больший эффект для роста, чем в регионах с низким объемом трафика. Значит, с точки зрения экономического роста внедрение новых технологий в регионах с развитой инфраструктурой более эффективно; а в регионах со скромной инфраструктурной базой важны меры по ее расширению параллельно с технологическим развитием.

Проведенные нами расчеты показали, что на экономический рост регионов с высоким уровнем технологического развития уже не влияют практически никакие факторы, кроме наличия доступа к крупным рынкам сбыта.

Что касается взаимного влияния регионов, нами было показано, что увеличение уровня технологического развития в соседних регионах способствует экономическому росту в рассматриваемом регионе[15]. Кроме того, было показано, что экономический рост в соседних регионах позитивно сказывается на темпах роста взятого региона, причем этот эффект усиливается при увеличении уровня урбанизации.

Подводя итог, для группы регионов России со средним уровнем технологического развития будут эффективны меры по стимулированию развития узконаправленных технологий (специального назначения). Для самых технологически развитых российских регионов важны не столько сами меры технологического развития, сколько комплекс общих мер по расширению доступа к рынкам сбыта. Для регионов с низким уровнем человеческого

[13] Уровень развития инфраструктуры оценивался с помощью показателя объема информации, переданной от/к абонентам сети фиксированной связи.

[14] Как показатель использовалось удельное число абонентов мобильного широкополосного доступа в интернет.

[15] Уровень технологического развития здесь определялся уровнем инновационной активности организаций и количеством разработанных передовых производственных технологий.

капитала и слабой инфраструктурной базой важны меры по улучшению этих факторов параллельно с технологическим развитием. Для экономически слабых регионов значимый эффект для экономического роста может дать увеличение объемов внутренних затрат на исследования и разработки. В контексте влияния регионов на соседние, целесообразно осуществлять инвестиции в регионы, окруженные наиболее развитыми, урбанизированными регионами, а также постепенно выравнивать уровень экономического развития, не допуская образования обширных скоплений слаборазвитых регионов.

Список использованных источников

Дементьев В. Е. Факторы дифференциации регионов по темпам экономического роста // Terra Economicus. 2020. Т. 18. № 2. P. 6–21. [Book].

Демидова О. А., Иванов Д. С. Модели экономического роста с неоднородными пространственными эффектами (на примере российских регионов) // Экономический журнал Высшей школы экономики. 2016. Т. 20. № 1 С. 52–75.

Унтура Г. А., Канева М. А., Морошкина О. Н. Феномен структурно-технологической близости и перетоки знаний в регионах России // Экономика региона. 2020. Т. 16. № 4. С. 1254–1271.

[Article] / auth. 2011. El Makhloufi A. Economic effects of Infrastructure Investment on output and productivity: A Meta-Analysis // VU University Amsterdam.

[Article] / auth. Doré N. I. Teixeira A. A. C. Empirical literature on economic growth, 1991–2020: Uncovering extant gaps and avenues for future research // Global Journal of Emerging Market Economies. 2023. Vol. 15. No. 1. P. 7–37.

Effects of cluster policies on regional inventor networks: evidence from France. [Journal] / auth. Alain N'Ghauran K., & Autant-Bernard, C. // Regional Studies. 2022. Vol. 56 (11). P. 1903–1918.

Innovation, innovation policies, and regional development in China, [Journal] / auth. Dandan Li Yehua Dennis Wei , Changhong Miao & Wen Chen // Geographical Review. 2020. Vol. 110:4. P. 505–535.

A research on the effectiveness of innovation policy for regional innovation under Chinese long-range plan [Journal] / auth. Boxu Yang Xielin Liu, Yuchen Gao, Langmei Zhu // Science and Public Policy. [s.l.] : Oxford University Press, June 2023. Issue 3. Vol. 50. P. 491–508.

A shot in the dark? Policy influence on cluster networks / auth. Holger Graf Tom Broekel. [s.l.]: Friedrich Schiller University Jena, Germany, 2019.

Barro R. J., Sala-i-Martin X. Convergence // Journal of political Economy. 1992. Vol. 100. No. 2. P. 223–251. [Book].

Caragliu A., Nijkamp P. Space and knowledge spillovers in European regions: the impact of different forms of proximity on spatial knowledge diffusion // Journal of Economic Geography. 2016. Vol. 16. No. 3. P. 749–774. [Book].

Card D., Krueger A. B. Time-series minimum-wage studies: a meta-analysis // The American Economic Review. 1995. Vol. 85. No. 2. P. 238–243. [Book].

Carlaw K. I., Lipsey R. G. Externalities, technological complementarities and sustained economic growth // Research Policy. 2002. Vol. 31. No. 8–9. P. 1305–1315. [Book].

Celli V., Cerqua A., Pellegrini G. Does R&D expenditure boost economic growth in lagging regions? // Social Indicators Research. 2024. Vol. 173. No. 1. P. 249–268. [Book].

Demidova O. A. Convergence of Russian regions: Different patterns for poor, middle and rich // Экономика региона. 2021. Vol. 17. No. 4. P. 1151–1165. [Book].

Fay M., Opal C. Urbanization without growth: A not so uncommon phenomenon. — World Bank Publications, 2000. Vol. 2412. [Book].

Glaeser E. L. A world of cities: The causes and consequences of urbanization in poorer countries // Journal of the European Economic Association. 2014. Vol. 12. No. 5. P. 1154–1199. [Book].

Gollin D., Jedwab R., Vollrath D. Urbanization with and without industrialization // Journal of Economic Growth. 2016. Vol. 21. No. 1. P. 35–70. [Book].

Gordon R. J. Does the "new economy" measure up to the great inventions of the past? // Journal of economic perspectives. 2000. Vol. 14. No. 4. P. 49–74. [Book].

Gordon R. J. Is US economic growth over? Faltering innovation confronts the six headwinds. — National Bureau of Economic Research, 2012. No. w18315. [Book].

Impact of enhancing national autonomous innovation demonstration zones on cities' efficiency in technological innovation [Journal] / auth. He M., Fan, Z. & Chen, Y. // Sci Rep. 2025. 25077 : Vol. 15.

Innovation network structure, government R&D investment and regional innovation efficiency: Evidence from China. [Journal] / auth. Cao X-Y Wu X-L, Wang L-M // PLoS ONE . 2023. Vol. 18 (5). P. 1–20.

Jedwab R., Vollrath D. Urbanization without growth in historical perspective // Explorations in Economic History. 2015. Vol. 58. P. 1–21. [Book].

Measuring Regional Innovation Efficiency in China using a Dynamic Network DEA Model [Journal] / auth. Wang Q., & Zhang, Q. // The Economics and Finance Letters. 2022. Vol. 9 (2). P. 244–256.

Medium-term regional effect of Science and Technology Parks: a staggered difference-in-difference approach, [MPRA Paper 122467] / auth. Anton-Tejon Marcos & Barge-Gil, Andrés & Albahari, Alberto. Germany : University Library of Munich, 2024.

Public cluster policy and neighboring regions: beggar-thy-neighbor? [Journal] / auth. Lehmann E. E., & Menter, M. // Economics of Innovation and New Technology. 2018. Vols. 27 (5–6). P. 420–437.

Stanley T. D., Doucouliagos H., Steel P. Does ICT generate economic growth? A meta-regression analysis // Journal of economic surveys. 2018. Vol. 32. No. 3. P. 705–726. [Book].

Watanabe C., Naveed K., Zhao W. New paradigm of ICT productivity–Increasing role of un-captured GDP and growing anger of consumers // Technology in Society. 2015. Vol. 41. P. 21–44. [Book].

Приложение

Эмпирические подходы к оценке взаимосвязи технологического развития и экономического роста на уровне стран, регионов, отраслей: метаанализ

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
Межстрановой уровень анализа — по отраслям						
Выборка стран (60, развитые и развивающиеся	COMM	Влияние НТП через человеческий капитал	Доля выпускников технических вузов (математики, инженеры, специалисты в области IT) в общей численности выпускников, с лагом 2–3 года.	TFP growth at the frontier: • Коэффициент: 0,159 (на уровне 5%). Technological gap: • Коэффициент: -0,046 (на уровне 1%). Interaction TFP growth at the frontier with R&D (ICT-producing manufacturing): • Коэффициент: 0,089 (на уровне 5%). Relative contribution of private consumption to growth (Retail trade): • Коэффициент: 0,013 (на уровне 5%).	1999–2006	Tsai et al. 2010
Отраслевой анализ: ИКТ-отрасли, услуги, торгуемые и неторгуемые отрасли, выборка отраслей	Линейная регрессия, панель, Модель с фикс. эффектами, System GMM Кобб—Дуглас	Инвестиции в ИКТ и человеческий капитал =>↑ производительности труда Чем больше капрасходы на ИКТ, тем выше рост СФП — только на уровне отраслей В отраслях с более высокими расходами на R&D и более высоким уровнем внедрения ИКТ темпы роста TFP выше	Инвестиции в ИКТ Кап.расходы на ИКТ как доля валовых инвестиций в осн.капитал, человеческий капитал Рост TFP = реальный рост добавленной стоимости за вычетом взвешенного роста затрат труда и капитала		1970–2004 1995–2020 1980–2004	Inklaar, Timmer & Van Ark 2008. Cevik, Naik, Primus 2024, Mc Morrow et al. 2009

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
Страновой уровень анализа — отрасли в одной стране						
США, 14 секторов отрасл. классификации NAICS2	Панельная регрессия	Инвестиции и «текучесть» рабсилы дают ↑ производительности	уровень вакансий, увольнений, переходов, реальная добавленнная стоимость сектора. Реальная ставка инвестиций в ИПП (цифровой капитал и инновации). Лаг 2 года	• J2J Quits Rate: 1.132 пп роста производительности на 1 пп, • IPP/VA: 0,233 пп, • Vacancy Rate: 0,516 пп, • Quits Rate: 1,516 пп, • Teleworkability: 0,023 пп на 1 ед. индекса, • Business Apps 20–21: 0,18 пп	2011–2013	Chi Dao, Platzer 2024
Россия, инвестиции	Регрессии, графический	рост экономики зависит от инвестиций в технологии и их отраслевого распределения	доля инвестиций в старые технологии в общем объеме инвестиций, доля инвестиций в старые технологии в продукте, доля инвестиций в новые технологии в продукте	• Расходы на гражданскую науку: изменение на 1% => ↑ числа передовых технологий на 2,25% • Число организаций, выполняющих НИОКР: изменение на 1% => ↑ числа передовых технологий на 18% • Число поданных заявок на патенты: изменение на 1% => ↑ изменение числа передовых технологий на 34%	2008–2013	Сухарев, Стрижакова 2015
Россия, 25 отраслей, электроэнергетика	МОБ	В среднем учет фактора НТП в расчетах по электроэнергетике ↑ объем ВВП дополнительно на 0,4 и 0,8% относительно расчетов без учета НТП	эффект экономии электроэнергии, связанный с влиянием НТП и выраженный в корректировке элементов матрицы прямых затрат, оценивается через объем уменьшения валового производства электроэнергии по сравнению с расчетом по модернизированному алгоритму без учета экономии от НТП. 2007–2020		2007–2020	Шанин 2007

Межстрановой уровень анализа — межстрановой/региональный									
1166 регионов ЕС	Пространств. Регрессионный разрыв (Spatial RDD) с медиационным анализом	Эффективность R&D-инвестиций зависит от абсорбционной способности регионов значимый + эффект инноваций на подушевой ВВП в большинстве стран (OECD и non-OECD), кроме G-7	• ГП, социальные характеристики (уровень активного населения, плотность населения, уровень занятости), экономические характеристики (общая ВДС, ВДС н.д.н., ВДС сектора услуг), дамми стран присоединения, периферийных стран, приграничных регионов			Общий эффект: СР увеличивает среднегодовой рост ВВП н.д.н. на 0,736 пп в регионах конвергенции около порога Прямой эффект: Эффект СР, не связанный с R&D, составляет 0,826 пп роста ВВП в год. Это вклад других компонентов СР (инфраструктура, человеческий капитал и т.д.).		2007–2013	Celli et al. 2024
10 азиатских экономик	PMG, FMOLS, DOLS	Потребление энергии вносит значимый положительный вклад в экономический рост, особенно в развивающихся странах		PMG (long-run)	PMG (shortrun)	FMOLS	DOLS	1999–2006	Azam Khan, Muhammad 2019
			Энергия	0,5188	0,5533	0,6333	0,6565		
			Человеческий капитал	0,2841	-	0,6956	0,6665		
			Физический капитал	0,0367	-	0,0725	0,0686		
			Инфляция	-0,0051	-0,0015	-0,0049	-0,0051		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
30 стран	Регрессия с фикс. эф., GMM, OLS,	• Инновации (patent stock) имеют значимый положительный эффект на ВВП на душу труда в большинстве групп стран (OECD и non-OECD), кроме G-7 • Нет доказательств постоянных доходов от инноваций в терминах R&D (constant returns to innovation), что противоречит ключевой гипотезе моделей эндогенного роста Ромера • Инновации и R&D способствуют росту в краткосрочной перспективе, но не обеспечивают постоянного увеличения темпов роста ВВП	Функция инноваций (зависимая переменная — поток патентов на душу трудящегося): • Запас R&D с лагом 2 года • Уровень среднего образования с лагом 2 года (прокси человеческого капитала в R&D) • Индекс риска экспроприации (институциональное качество) • Импорт/торговля в производ. секторе (прокси техн. спилловеров) • Доля торговли с США в ВВП (международные спилловеры) • Открытость экономики (доля экспорта и импорта в ВВП) • Лаг зависимой переменной (динамика, GMM) • Второй лаг (GMM, где требуется) • Третий лаг (GMM, для некоторых подгрупп) Начальный уровень патентов (только в OLS)	GMM Full Sample: β1=0,080 (не значимо). Увеличение запаса R&D на 1% увеличивает поток патентов на 0,08%, но эффект слабый. Non-G-7: β1 = 0,015 (не значимо). R&D почти не влияет на инновации в странах вне G-7. G-7: β1 = 0,162 (значимо). Рост R&D на 1% увеличивает поток патентов на 0,162% в странах G-7. Large Market OECD: β1 = 0,231 (значимо). Рост R&D на 1% увеличивает инновации на 0,231% в странах с большими рынками. Small Market OECD: β1 = 0,073 (не значимо). Слабый эффект R&D. High Income OECD: β1 = 0,130 (не значимо). Умеренный, но не значимый эффект. Low Income OECD: β1 = 0,298 (значимо). Рост R&D на 1% увеличивает поток патентов на 0,298%. GMM для Low Income OECD: Large Market: β1 = 0,513 (значимо). Сильный эффект: рост R&D на 1% увеличивает инновации на 0,513%	1981–1997	Ulku 2004

	Динамическая регрессионная модель с лаговыми переменными		Функция производства (ВВП на душу трудящегося): • инвестиции на душу трудящегося • запас патентов с лагом 2 года (инновации) • уровень среднего образования с лагом 2 года (человеческий капитал) • открытость экономики • индекс риска экспроприации • лаг ВВП на душу труда (динамика, GMM) • второй лаг ВВП (GMM) • третий лаг ВВП (GMM, для Full и Non-OECD) • четвертый лаг ВВП (GMM, для Full и Non-OECD) начальный уровень ВВП (только в OLS)	Small Market: β1 = –0,423 (не значимо). Отрицательный, но не значимый эффект Вывод: Эластичность θ (по человеческому капиталу или R&D) не равна 1 (как требует модель Ромера для устойчивого роста), а варьируется от 0 до 0,513, что указывает на убывающую отдачу от инноваций FE: Full Sample: Рост запаса патентов на 1% увеличивает ВВП на душу труда на 0,104%. Инвестиции увеличивают ВВП на 0,312%. Non-OECD: Высокий эффект патентов: 0,111%. OECD: Умеренный эффект: 0,076%. Non-G-7: β2 = 0,074 (значимо). G-7: β2 = 0,023 (не значимо). Слабый эффект патентов. Large Market: β2 = 0,071 (значимо). Small Market: β2 = 0,044 (значимо на 10%). High Income: β2 = 0,059 (значимо). Low Income : β2 = 0,098 (значимо)		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
73 страны, разделенные на 3 региональные группы (Южная Африка — 40 Ближний Восток и Северная Африка — 14 Латинская Америка и Карибский бассейн — 19)	PVAR	• Для стимулирования экономического роста на 0,01% необходимо увеличить диффузию ICT на 1% в развивающихся странах • Если уровень развития (HDI) увеличивается на 1%, экономический рост возрастает на 0,5% • При увеличении диффузии ICT на 1% уровень развития возрастает на 0,01% • Для всей выборки и регионов SSA и LAAC: экономический рост оказывает отрицательное и значимое влияние на диффузию ICT на уровне значимости не более 5% (рост экономического роста на 1% => диффузия ICT снижается на 0,437%, 0,548% и 0,406% для всей выборки, регионов SSA и LAAC соответственно. Авторы делают вывод о недостаточном финансировании внедрения и масштабирования ИКТ из доходов реального сектора в регионах SSA и LAAC	ICT (информационно-коммуникационные технологии). Переменная сформирована с использованием метода главных компонент (PCA) на основе трех индикаторов: стационарная телефонная связь, мобильная телефонная связь и доступ в интернет. RGDP (реальный валовой внутренний продукт): данные из базы данных World Development Indicators Всемирного банка за 2020 г., измеряемые в постоянных долларах США 2010 г., используются как прокси для экономического роста. HDI (индекс человеческого развития): данные из базы данных ООН за 2020 г., используются как прокси для экономического развития.	Общая выборка: ICT: 0,018 RGDP: 0,951 HDI: 0,006 ICT: 0,734 RGDP: –0,437 HDI: –0,019 ICT: 0,537 RGDP: 0,697 HDI: 0,934 Южная Африка: ICT: 0,013 RGDP: 0,958 HDI: 0,016 ICT: 0,883 RGDP: –0,548 HDI: 0,032 ICT: 0,185 RGDP: 0,972 HDI: 0,697 Ближний Восток и Северная Африка: ICT: 0,127 RGDP: 0,895 HDI: 0,001 ICT: 0,551 RGDP: 0,435 HDI: 0,008	2000–2018	Saba et. al 2023

		• Для всей выборки, SSA и LAAC: в уравнении ICT на уровне значимости 1% уровень развития оказывает положительное влияние на диффузию ICT. Влияние диффузии ICT на экономический рост более выражено в регионе MENA по сравнению с другими регионами. Авторы связывают это с тем, что страны региона MENA активно проводят политику, поддерживающую цифровизацию, которая направлена на дальнейший рост и развитие (Göll & Zwiers 2019) • Результаты для MENA также указывают на потенциал и готовность региона к внедрению технологий и инноваций в целом по сравнению с регионами SSA и LAAC. Для региона SSA влияние диффузии ICT более выражено на развитие, чем в двух других регионах		ICT: −0,631 RGDP: −3,259 HDI: 0,878 Латинская Америка и Карибский бассейн: ICT: 0,051 RGDP: 0,835 HDI: 0,014 ICT: 0,473 RGDP: −0,406 HDI: −0,024 ICT: 1,725 RGDP: 1,803 HDI: 0,881 Для всей выборки: • В SR (5-й период) собственные шоки вызывают колебания в ICT на уровне 0,908%, а в LR (10-й период) — на уровне 0,801% • В SR шоки в экономическом росте (RGDP) и развитии (HDI) вызывают колебания в диффузии ICT на уровне 0,087% и 0,005% соответственно В LR шоки в RGDP и HDI вызывают колебания в диффузии ICT на уровне 0,194% и 0,005% соответственно		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		• Диффузия ICT более чувствительна к шокам в экономическом росте (RGDP), чем к шокам в уровне развития (HDI) в развивающихся странах		Для Южной Америки: • Собственные шоки RGDP вызывают колебания на уровне 0,981% в SR и 0,950% в LR • В SR шоки в ICT и HDI вызывают колебания в RGDP на уровне 0,015% и 0,004% соответственно • В LR шоки в ICT и HDI вызывают колебания в RGDP на уровне 0,040% и 0,010% соответственно • Собственные шоки HDI вызывают колебания на уровне 0,365% в SR и 0,327% в LR • В SR шоки в диффузии ICT и RGDP вызывают колебания в HDI на уровне 0,128% и 0,365% соответственно В LR шоки в диффузии ICT и RGDP вызывают колебания в HDI на уровне 0,240% и 0,327% соответственно. Для Ближнего Востока и СА: • Реакция ICT на собственные шоки: в SR и LR собственные шоки вызывают колебания на уровне 0,770% и 0,463%		
	FEVD, IRF в рамках VAR с использованием разложения Холецкого	• Экономический рост в регионе MENA более чувствителен к шокам в диффузии ICT по сравнению с другими регионами		• Собственные шоки RGDP вызывают колебания на уровне 0,762% в SR и 0,563% в LR • В SR шоки в ICT и HDI вызывают колебания в RGDP на уровне 0,198% и 0,041%		

	• Уровень развития в регионе SSA более чувствителен к шокам в диффузии ICT по сравнению с другими регионами Анализ импульсного отклика (IRF) Положительный шок в диффузии ICT приводит к: • постепенному снижению экономического роста (RGDP) для всей выборки и резкому снижению роста в регионах SSA и MENA • постепенному росту и последующему снижению уровня развития (HDI) в полной выборке, регионах SSA и LAAC, но резкому снижению уровня развития в регионе MENA Анализ импульсного отклика (IRF) Шок в экономическом росте (RGDP) приводит к: • росту уровня развития (HDI) в полной выборке и регионе SSA • постепенному снижению уровня развития в регионах MENA и LAAC		• В LR шоки в ICT и HDI вызывают колебания в RGDP на уровне 0,227% и 0,210% • Собственные шоки HDI вызывают колебания на уровне 0,502% в SR и 0,448% в LR • В SR шоки в диффузии ICT и RGDP вызывают колебания в HDI на уровне 0,065% и 0,433% • В LR шоки в ICT и RGDP вызывают колебания в HDI на уровне 0,1% и 0,452%		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		Большинство шоков оказывают заметное влияние на экономику в течение первых 5 лет и полностью поглощаются в течение 10 лет.				
16 регионов Казахстана	двойная логарифмическая OLS на региональном уровне	Коммуникационная инфраструктура (устаревшие технологии фиксированных линий) тормозит информатизацию. Авторы связывают это с тем, что она способствует региональному росту быстрее, чем информатизация, что создает нестабильность и увеличивает разрыв между коммуникацией и информатизацией. Два эффекта (позитивный для роста и негативный для интеграции) компенсируют друг друга, что делает влияние неопределенным. Это требует модернизации или перехода к мобильным и интернет-технологиям. Развитие ИКТ (интернет, технологии) является ключевым драйвером регионального развития.	• GRP — валовой региональный продукт (GRP) на душу населения в тысячах KZT • com — объем коммуникационных услуг в миллионах KZT • tel — количество фиксированных телефонных линий • comp — число предприятий, использующих компьютеры • Int — число предприятий, использующих интернет • RD — внутренние затраты на исследования и разработки (НИОКР) по регионам в миллионах KZT • tech — число организаций, создающих и использующих новые технологии и оборудование • Infra_com — Коммуникационная инфраструктура (объем коммуникационных услуг и число фиксированных телефонных линий)	Модель 1 • Infra_com: -0,8887 • R&D: 0,4947 • Tech: 0,0107 • Cons: 7,5993 Модель 2 • Infra_ict: 3,5118 • R&D: 0,1951 • Tech: -0,0025 • Cons: -8,389 Модель 3 • Infra_com: -1,4790 • Infra_ict: 3,5974 • R&D: 0,1815 • Tech: 0,0277 • Cons: -2,9478 Модель 4 • Infra_com: 24,6513 • Infra_ict: 28,4484 • Infra_com × Infra_ict: -6,0408 • Cons: -108,7316 Модель 5 • Infra_com: 20,1333 • Infra_ict: 23,8284 • Infra_com × Infra_ict: -5,0166 • R&D: 0,15 • Tech: (0,0252 • Cons: -89,6842	2010–2020	Vasa et al. 2023

		Эластичность ИКТ-инфраструктуры выше, чем эластичность интеграции, что отражает двойной эффект: улучшение интеграции и ускорение информатизации. Это устраняет разрыв между коммуникацией и информатизацией, обеспечивая синергию. Отрицательный эффект взаимодействия (Infra_com × Infra_ict) указывает на конфликт между устаревшей коммуникационной инфраструктурой и современной ИКТ-инфраструктурой, что снижает общую интеграцию и подчеркивает необходимость модернизации коммуникационных систем. Положительное влияние R&D указывает важность инноваций, хотя эффект уменьшается в более сложных моделях. Незначимость Tech может свидетельствовать о низкой готовности регионов к внедрению новых технологий.	• Infra_ict — Инфраструктура ИКТ (включая использование компьютеров, интернета и новые технологии) Infra_com × Infra_ict — Взаимодействие между коммуникационной и ИКТ-инфраструктурой			

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		Тест на обратную причинность показал отсутствие обратного влияния интеграции на инфраструктуру, но подтвердил наличие двусторонней связи между инфраструктурой и развитием. Устранение разрыва между коммуникацией и информатизацией требует синхронизации развития обеих инфраструктур, что может быть достигнуто через инвестиции в ИКТ и человеческий капитал. Избыточное вмешательство правительства в коммуникацию ухудшает интеграцию, тогда как фокус на ИКТ и создании конкурентной среды может улучшить результаты.				
15 стран Ближнего Востока и Северной Африки (MENA): Алжир, Бахрейн, Египет, Иран, Израиль, Иордания, Кувейт, Ливан, Марокко, Оман, Катар, Саудовская Аравия, Тунис, Турция, ОАЭ	ARDL	1.Отрицательное влияние ИКТ на экономический рост: • Чрезмерное использование интернета и соцсетей для развлечения, а не продуктивной деятельности (в среднем 2.35 часа в день на соцсети, что снижает производительность)	• RGDPG: Рост реального ВВП (годовой процентный прирост) • ИКТ: • lnUSAGE: Логарифм доли интернет-пользователей (% населения) • lnACCESS: Логарифм доли домохозяйств с доступом к интернету	Модель 1: Среднее образование + интернет-пользователи (lnUSAGE) • lnUSAGE: -3,883*** • lnUSAGE × lnEDU1: 1.105*** • lnGFCF: 4,648*** • ARABS: -0,723*	2010–2020	Mohammed N. Abu Alfoul et. al. 2024

		• Низкая доля онлайн-расходов (74 доллара в месяц) по сравнению с другими регионами. Ограниченное использование ИКТ для бизнеса и образования (только 8% используют технологии для заработка). 2. Роль образования: • Среднее образование не оказывает значимого влияния на связь ИКТ и роста ВВП • Высшее образование усиливает положительный эффект ИКТ, но его вклад нивелируется: • «Утечкой мозгов» (миграция квалифицированных кадров) • Низким качеством образования в регионе (недостаток навыков для эффективного использования технологий) 3. Контрольные переменные: • Инвестиции (GFCF) и открытость торговли положительно влияют на рост ВВП • Арабская весна имела значительный негативный эффект на экономику MENA	• lnMOB: Логарифм числа мобильных подписок на 100 человек • lnFIX: Логарифм числа стационарных телефонов на 100 человек • Образование: • lnEDU1: Логарифм доли учащихся в средних школах (% от общего числа) • lnEDU2: Логарифм доли студентов в вузах (% от общего числа) • Контрольные переменные: • lnGFCF: Логарифм валового накопления капитала (% ВВП) • lnTRADE: Логарифм открытости торговли (экспорт + импорт как % ВВП) • ARABS: Дамми-переменная Арабской весны (1 для 2011–2020, 0 иначе) • Взаимодействия: lnICT × lnEDU: Перекрестный эффект ИКТ и образования	Модель 2: Среднее образование + доступ к интернету (lnACCESS) • lnACCESS: -4,081** • lnACCESS × lnEDU1: 1,199*** • lnGFCF: 4,244** • lnTRADE: 3,697*** Модель 3: Среднее образование + мобильная связь (lnMOB) • lnMOB: -4,091*** • lnEDU1: -5,480*** • lnMOB × lnEDU1: 1,039*** • lnTRADE: 3,904*** • ARABS: -1,010*** Модель 4: Среднее образование + стационарные телефоны (lnFIX) • lnFIX: -5,227** • lnEDU1: -1,785*** • lnFIX × lnEDU1: 1,134*** • lnGFCF: 1,866** • lnTRADE: 1,108*** • ARABS: -1,597***		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		4. Проблемы региона: о Низкое качество образования о Утечка мозгов: 26% молодежи рассматривают эмиграцию из-за отсутствия возможностей о Политическая нестабильность		Модель 5: Высшее образование + интернет-пользователи (lnUSAGE) • lnUSAGE: -0,739*** • lnEDU2: -3,625*** • lnUSAGE × lnEDU2: 1,720*** • lnTRADE: 3,996*** • ARABS: -1,271*** Модель 6: Высшее образование + доступ к интернету (lnACCESS) • lnACCESS: -0,578*** • lnACCESS × lnEDU2: 1,496*** • lnTRADE: 1,701*** Модель 7: Высшее образование + мобильная связь (lnMOB) • lnMOB: -2,162** • lnEDU2: -0,595*** • lnMOB × lnEDU2: 1,139*** • lnGFCF: -6,456** • lnTRADE: 9,196*** Модель 8: Высшее образование + стационарные телефоны (lnFIX) • lnFIX: -3,203*** • lnEDU2: -1,931*** • lnFIX × lnEDU2: 0,924*** • lnGFCF: 1,962*** • lnTRADE: 1,009*** • ARABS: -1,268***		

14 стран ECOWAS: Бенин, Буркина-Фасо, Гамбия, Гана, Гвинея, Гвинея-Бисау, Кот-д'Ивуар, Кабо-Верде, Либерия, Мали, Нигер, Нигерия, Сенегал, Сьерра-Леоне, Того	GMM	Для дальнейшего роста региона рекомендуется: • Увеличить проникновение мобильной связи и интернета, снижая стоимость подписки и улучшая качество сети • Внедрить современные технологии, такие как 5G и оптоволоконные сети, для повышения скорости и надежности связи Улучшить государственную политику в области ИКТ, чтобы стимулировать инвестиции и инновации	• GDPPC_it — ВВП на душу населения (валовой внутренний продукт на душу населения) для страны *i* в период *t*, используемый как показатель экономического роста. • ICT_it: Переменная, отражающая уровень развития информационно-коммуникационных технологий. В разных моделях представлена одним из следующих компонентов: • TEL_it: Количество фиксированных телефонных линий. • MOB_it: Количество мобильных телефонов. • FBS_it: Количество подписок на фиксированный широкополосный доступ. • INT_it: Количество пользователей интернета. • INV_it: Инвестиции (внутренние инвестиции). • LABF_it: Рабочая сила. • GOVCON_it: Государственные расходы (государственное потребление). • TRADE_it: Объем внешней торговли.	Модель 1 (TEL — фиксированные телефоны) • TRADE: 0,075 (p = 0,012**) • INV: 0,020 (p = 0,047**) Модель 2 (MOB — мобильные телефоны) • MOB: 2,4 (p = 0,048**) • TRADE: 28,081 (p = 0,000***) • GDPPC(-1): -0,473 (p = 0,036**) Модель 3 (FBS — фиксированный широкополосный интернет) • TRADE: 24,841 (p = 0,000***) Модель 4 (INT — интернет-подписки) • INT: 2,770 (p = 0,039**) • TRADE: 23,378 (p = 0,000***)	2007–2021	NKWATOH 2022

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
Свердловская область	ARDL	• В краткосрочной перспективе все факторы — инновации, инвестиции и розничная торговля — демонстрируют статистически значимое положительное влияние на зависимую переменную • В долгосрочной перспективе эффекты не ясны: ни один из факторов не показал статистически значимого эффекта на уровне 5%, знаки коэффициентов становятся отрицательными.	Y_t — валовой региональный продукт I_t — индекс инновационной активности $X_\{j,t\}$ — контрольные переменные ε_t — ошибка α_0 — константа $\beta_\{1i\}$ — коэффициенты для лаговых значений Y $\beta_\{2i\}$ — коэффициенты для лаговых значений I $\beta_\{ji\}$ — коэффициенты для лаговых значений ΔX_j θ_0 — коэффициент для $Y_\{t-1\}$ θ_1 — коэффициент для $I_\{t-1\}$ θ_j — коэффициенты для $X_\{j,\ t-1\}$ p — оптимальное количество лагов для Y q — оптимальное количество лагов для I r_j — оптимальное количество лагов для X_j m — количество контрольных переменных Контрольные переменные: • индекс физического объема розничной торговли (в сопоставимых ценах, в процентах к предыдущему году)	SR • Innovation: 0,588 • Investment: 0,004 • Retail trade: 0,008 LR (все оценки незначимы на 5%) • Innovation: –2,421 • Investment: –0,072 • Retail trade: –0,132	2000–2022	Pobedin 2025

			• индекс физического объема инвестиций в основной капитал (в сопоставимых ценах, в % к предыдущему году)			
166 европейских регионов уровня NUTS 2	orthogonalized panel model FE, OLS FE, Spatial FE	• Была выявлена тенденция высоких технологий концентрироваться на территории крупных метрополий • Развитие высоких технологий не обязательно должно происходить в крупных агломерациях: авторы отмечают возможность их развития за пределами крупных городов • Экономическая деятельность не ограничивается административными границами регионов: регионы с меньшим ВРП извлекают выгоду от нахождения рядом с регионами с большим ВРП • Авторы выводят зависимость: с увеличением коэффициента, высчитанного из сложности производств региона, на 1% ВРП региона также растет (от 1,4 до 4,5% в зависимости от спецификации модели).	• lgdp — ВВП на душу населения, логарифм; в качестве регрессора берется лаг первого порядка • rcpx — средний показатель сложности производств региона, логарифм • lpat — количество региональных патентов на душу трудящегося; • htec-pat — доля патентов в высокотехнологичном производстве • 1q — средний региональный коэффициент • div — экспонента энтропии Шеннона распределения патентов по регионам на уровне четырехзначной классификации CPC • lpopdens — отношение экономически активного населения в возрасте 15–64 лет к площади региона • share-manufac — доля занятого населения в промышленности • hc — отношение числа людей с высшим образованием в возрасте 25–64 лет ко всему населению региона той же возрастной группы • unemp — уровень безработицы в регионе, %.	Ортогонализованная панельная модель с фиксированными эффектами: • lgdp: 0,843; • rcpx: 0,045; • share-manufac: 0,003; • hc: 0,006, МНК с фиксированными эффектами: • lgdp: 0,696; • rcpx: 0,022; • unemp: –0,003, Пространственная модель с фиксированными эффектами: • lgdp: 0,667; • rcpx: 0,014; • unemp: –0,003; • : 0,099, Все представленные коэффициенты значимы; во всех моделях учтены фиксированные эффекты по региону и времени.	2000–2014	Mewes, Broekel 2020

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
31 регион Китая	TWFE, FE (Quadratic Term), FE (mediator variables), FE (Moderation), System GMM, 2SLS, Logit/Probit, Split-Sample Regression	• Накопление технологической способности (TC) является значимым драйвером экономического роста в китайских регионах • Связь между TC и экономическим ростом следует инвертированной U-образной кривой. Изначально рост TC дает значительный прирост к росту, но после достижения определенного порога ее предельная эффективность снижается • Технологическая способность способствует экономическому росту через технологическое обновление (создание новых сравнительных преимуществ) • Технологическая способность способствует росту через связанную диверсификацию промышленности: TC ведет к диверсификации экономической деятельности в рамках смежных отраслей, что, в свою очередь, стимулирует рост. Развитие происходит по эволюционному пути, а не через скачки в несвязанные области	• growth — темп роста ВВП • TC — плотность технологического пространства (технологическая способность) • nr — объем производства на единицу площади ресурсодобывающих отраслей (природные ресурсы) • ge — доля расходов местных властей в ВВП (после вычета расходов на науку, образование, культуру и здравоохранение) • open — общий импорт и экспорт в доле ВВП (степень открытости) • urban — доля городского населения в общей численности населения (уровень урбанизации) • hum — доля выпускников обычных высших учебных заведений в постоянном населении на конец года (уровень человеческого капитала)	Базовая оценка: +0,3441*** Эффект усиливается с временным лагом (лаг 3 периода: +0,7251***), что указывает на долгосрочный и кумулятивный характер воздействия TC • Отрицательный и значимый коэффициент при квадрате TC: -0,4672*** Анализ на квантилях: положительный эффект ослабевает для регионов с уже высоким уровнем TC • Коэффициент создания новых преимуществ: β((1-TCA)×TC) = +0,7871***. • Коэффициент поддержания старых преимуществ статистически незначим: β(TCA×TC) = 0,2534. • Прямая связь TC с отношением новых преимуществ к старым: β(TC) = +2,1141***	1985–2015 (2001–2015)	Dai et al. 2025

		• Влияние ТС на экономический рост не просто сильнее через связанную диверсификацию — оно исключительно работает через этот канал. Несвязанная диверсификация не является значимым механизмом трансмиссии ТС в рост и даже может ему вредить • ТС выступает катализатором для процессов обмена знаниями в регионе. Она стимулирует как формальное технологическое сотрудничество (контракты), так и неформальную передачу знаний. • Усиление сотрудничества и передачи знаний, вызванное ростом ТС, является работающим механизмом, который трансформирует технологический потенциал в экономический рост • Влияние ТС не автономно; его эффективность критически зависит от институционального контекста. Максимальная отдача от ТС достигается в регионах, где активная государственная инновационная политика сочетается со зрелыми рыночными институтами. Эти факторы являются взаимодополняющими, а не взаимоисключающими		• ТС положительно влияет на индекс связанной диверсификации: 0,1788*** • Связанная диверсификация сама по себе ведет к росту: 0,4165*** • Влияние ТС на экономический рост не просто сильнее через связанную диверсификацию — оно исключительно работает через этот канал. Несвязанная диверсификация не является значимым механизмом трансмиссии ТС в рост и даже может ему вредить • ТС выступает катализатором для процессов обмена знаниями в регионе. Она стимулирует как формальное технологическое сотрудничество (контракты), так и неформальную передачу знаний • Технологическое сотрудничество ведет к росту: β(TCCoop) = +0,1421*** • Передача знаний ведет к росту: β(KTflow) = +0,3236*** • Наиболее эффективной формой кооперации является связь «Университет—Предприятие». • Политика усиливает эффект ТС: β(TC × TPG) = 0,5216***. • Рыночные условия усиливают эффект ТС: β(TC × Mar) = 1,4127*** • Сильный синергетический эффект : β(TC × TPG × Mar) = 2,1473***		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
регионы Румынии	FE	• Прямые расходы на R&D не показали значимого прямого влияния на рост. Их влияние косвенное — через увеличение патентной активности. Образование является критически важным фактором. Высшее образование положительно влияет на рост, в то время как показатель начального образования имеет негативный коэффициент (что может говорить о его нерелевантности для стимулирования инноваций в современной экономике или служить прокси для других структурных проблем) • Инфраструктура сама по себе не оказывает сильного влияния, но ее эффект усиливается в комбинации с другими факторами, такими как образование • Регионы с высоким уровнем человеческого капитала и инноваций получают преимущества в росте, в то время как регионы с недостатком этих элементов отстают	• GDP_growth — темп роста валового регионального продукта (ВРП) • Yinitial — начальный уровень ВРП на душу населения (логарифм). Используется для проверки гипотезы условной β-конвергенции • Infr — показатель развития дорожной инфраструктуры (используется как прокси для физического капитала) • EducPrim — показатель, связанный с начальным образованием (вероятно, доля населения с начальным образованием или уровень охвата) • EducTert — показатель, связанный с высшим образованием (вероятно, доля населения с высшим образованием) • Empl — уровень занятости в регионе • Patent — патентная активность (количество поданных заявок на патенты или выданных патентов) • R&DTotal — совокупные расходы на исследования и разработки (R&D)	• Yinitial: -0,011*** (подтверждение условной β-конвергенции) • EducPrim: -0,008*** • EducTert: +0,006*** • Yinitial: -0,0082*** • EducPrim: -0,021*** • EducTert: +0,002*** • Yinitial: -0,0087*** • EducPrim: -0,02*** • EducTert: +0,008*** • Empl: -0,03** • Yinitial: -0,017*** • Infr: +0,012* • EducPrim: -0,0027*** • Patent: +0,0018** • Yinitial: -0,023*** • Infr: +0,018** • EducPrim: -0,003*** • Yinitial: -0,04*** • EducPrim: -0,006*** • EducTert: +0,007*** • AglAg: -0,0018** • AglMan: -0,0033** • AglInt: -0,004**	2006–2009	Nae, Sima 2013

	• Инновации (патенты) имеют прямое, положительное и статистически значимое влияние на экономический рост на региональном уровне, даже после учета других факторов	• R&Dpriv — расходы на R&D в бизнес-секторе (частный сектор) • R&Dguv — расходы на R&D в государственном секторе • R&Dinsteduc — расходы на R&D в высших учебных заведениях и частном некоммерческом секторе • AglAg — показатель агломерации в сельскохозяйственном секторе • AglMan — показатель агломерации в промышленном секторе • AglInt — показатель агломерации, вероятно, в секторе интеллектуальных/высокотехнологичных услуг (Intermediate services) • Accessmarket — доступность рынков (показатель транспортной доступности к крупным рынкам сбыта) • Distmarket — расстояние до рынков (показатель, обратный доступности)	• Yinitial: -0,042*** • Infr: +0,015** • EducPrim: -0,0063*** • EducTert: +0,008*** • AglMan: -0,006** • AglInt: -0,0056** • •Yinitial: -0,03*** • •EducPrim: -0,008*** • •EducTert: +0,0098*** • •R&Dpriv: -0,005** • •R&Dguv: -0,0056** • •R&Dinsteduc: -0,005** • •Distmarket: +0,0425** • Infr: +0,027** • EducTert: +0,005** • Accessmarket: +0,003**		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
246 городов окружного значения в Китае	FE, IV-2SLS, Systematic GMM	• Развитие финтеха оказывает статистически значимое положительное влияние как на региональные инновации (измеряемые через затраты на НИОКР), так и на экономический рост. Регионы с высоким уровнем человеческого капитала и инноваций получают преимущества в росте, в то время как регионы с недостатком этих элементов отстают • Основной канал влияния — повышение эффективности трансформации сбережений в инвестиции финансовыми институтами, что ведет к ослаблению финансовых ограничений для инновационных фирм • Воздействие финтеха неодинаково. Эффект сильнее и значимее в: о Финансово развитых городах о Городах с высокой цифровой обеспеченностью и развитой цифровой инфраструктурой о Городах 1-го и 2-го эшелона	• Fintech — уровень финансовых технологий • Econ — экономический рост • RD — интенсивность инвестиций в НИОКР (%) • Gov — степень государственного вмешательства (%) • FDI — прямые иностранные инвестиции (%) • Urban — уровень урбанизации (%) • INF — уровень инфраструктуры (M2) • HC — уровень человеческого капитала (10 000 человек) • Structure — структура промышленности TF — уровень развития традиционных финансов	• L.Fintech: +0,025 • L.Urban: +0,002 • L.Gov: -0,009 • L.FDI: +0,018 • L.HC: +0,003 • L.Structure: -0,047 («Чрезмерная сервисизация» экономики вредит росту) • L.TF: -0,088 (Традиционные финансы оказывают сдерживающее влияние) • L.Fintech: +0,067 • L.Urban: +0,010 L.INF: -0,006 (Инфраструктура может вытеснять инвестиции в НИОКР) • L.RD: +0,034 • L.Fintech: +0,023 • L.Gov: -0,009 • L.FDI: +0,017 • L.HC: +0,003 • L.Structure: -0,047 • L.TF: -0,089 • L.Fintech: +0,067 • L.Fintech: +0,021	2012–2020	Huang et al. 2025

		В финансово неразвитых городах, городах с низкой цифровой обеспеченностью и городах 3–5-го эшелона положительное влияние финтеха на рост не является статистически значимым. Авторы объясняют это тем, что на текущем этапе финтех скорее усугубляет региональное неравенство («игра на повышение» для развитых регионов), а не способствует инклюзивному росту		• L.Conversion: +0.264 • L.Fintech: +0,047 Замена Fintech на *Peking University Digital Financial Inclusion Index*. • L.Index: +0,002 • L.Index: +0,003 Замена Fintech на логарифм от общего зарегистрированного капитала финтех-компаний. • Для Econ: L.FintechCapital: +0,053 • Для RD: L.FintechCapital: +0,171		
17 отраслей Туниса	CCEMG, AMG	• Около 5% экономического роста в Тунисе за 1997–2017 гг. можно напрямую отнести к ИКТ • Влияние ИКТ на добавленную стоимость различается в зависимости от сектора • Секторами, получающим выгоду от положительного и значительного влияния ИКТ на добавленную стоимость, являются финансовые услуги, транспорт, строительство и гражданское строительство, гостиничные и ресторанные услуги и другие рыночные услуги	Зависимая переменная: • Value Added — совокупная добавленная стоимость для сектора *i* в год *t*; Независимая переменная: • Capital — запас капитала в постоянных ценах 2010 г.; • Labor — численность активного населения (занятых) в секторе • ICT Diffusion Index — индекс распространения ИКТ (IDI), рассчитывается на основе данных «затраты—выпуск» как доля промежуточного потребления сектора *i*, приходящаяся на продукты и услуги сектора ИКТ	Для CCEMG (на втором шаге коэффициенты b1 — b3 усредняются): • Labor: 0,32 • Capital: 0,291 • IDI: 0,056 Для AMG: • K: 0,298 • L: 0,212 • IDI: 0,04 • CDP: 0,596	1997–2017	DAHMANI et al. 2022

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		• Диффузия ИКТ оказывает негативное и значительное влияние на торговлю и различные обрабатывающие отрасли • В сфере госуправления авторы отмечают классический "парадокс производительности"	Для модели AMG: • Common Dynamic Process (CDP) — оцененный компонент модели, совокупность коэффициентов при временных дамми-переменных, общий для всех секторов ненаблюдаемый фактор (например, глобальные шоки, общенациональная политика), который вызывает межсекторальную зависимость	CCEMG, секторальные эластичности по ИКТ: • Финансовые услуги: 0,387 • Сельское хозяйство, пищевая и табачная промышленность: 0,101 • Строительство и гражданское строительство: 0,029 • Транспорт: 0,069 • Почта и телекоммуникации: 0,026 • Гостиничные и ресторанные услуги: 0,074 • Прочие рыночные услуги: 0,098 • Электроэнергия, газ и вода: 0,017 • Торговля: -0,025 • Различные обрабатывающие производства: -0,041 CCEMG, секторальные эластичности по ИКТ: • Финансовые услуги: 0,192 • Сельское хозяйство, пищевая и табачная промышленность: 0,156 • Строительство и гражданское строительство: 0,034 • Транспорт: 0,085 • Почта и телекоммуникации: 0,028 • Гостиничные и ресторанные услуги: 0,044 • Прочие рыночные услуги: 0,080		

				• Электроэнергия, газ и вода: 0,018 • Торговля: -0,012 • Различные обрабатывающие производства: -0,019		
308 фирм из 14 отраслей промышленности Великобритании	FE, IV	• Отрасли, сильнее отстающие от США, растут быстрее (при прочих равных) • R&D оказывает прямое положительное влияние на рост TFP • Отрасли с более высоким уровнем R&D быстрее сокращают отставание от технологического лидера • R&D способствует росту TFP двумя путями одновременно: • через инновации (создание собственной технологии) • через повышение способности усваивать зарубежные технологии • Часть эффекта R&D на рост TFP проходит через торговые каналы (импорт технологий) • Отрасли с более высоким уровнем квалификации лучше используют результаты R&D и быстрее догоняют лидера	Зависимая переменная: • lnTFPUKjt — темп роста (TFP) в отрасли *j* Великобритании в году *t* Независимая переменная: • TFPGAPjt =ln(AUS,jt / AUK,jt) — разница в уровне TFP между США и Великобританией • (RD/Y)UK,j,t — отношение расходов на НИОКР к добавленной стоимости отрасли • (M/Y)UK,j,t — доля импорта в выпуске отрасли • ΔlnCUUK,jt — изменение степени загрузки производственных мощностей; • HUK,t — уровень человеческого капитала (доля лиц с высшим образованием среди населения 25+) Дополнительно: Aijt — TFP отрасли *j* в стране *i* и году *t*.	Модель Baseline Technology Transfer: • lnTFPGAP_jt-1: 0,0987 Модель R&D and Interaction with TFPGAP: • lnTFPGAP_jt-1: 0,104 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,642 Модель Direct R&D Effect Only: • lnTFPGAP_jt-1: 0,1076 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,90141 Модель ADL(1,1): • lnTFPGAP_jt-1: 0,1093 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,7072 • ΔlnTFPUSjt: 0,231 • ΔlnCUUKjt: 0,068 Модель IV (lag 2): • lnTFPGAP_jt-1: 0,095 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,717 • ΔlnTFPUSjt: 0,256 • ΔlnCUUKjt: 0,069 Модель Extended ADL(2,2): • ΔlnTFPUSjt: 0,238 • ΔlnCUUKjt: 0,059 • ΔlnTFPUSjt−1: 0,271 • ΔlnTFPUKjt−1: − 0,156 • lnTFPGAPjt−1: 0,104 • (R&D/Y)UKjt−2: 0,558	1971–1992	Cameron et al. 2003

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
				Модель R &D и международная торговля: • lnTFPGAPjt-1: 0,095 • ΔlnTFPUSjt: 0,256 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,717 • (M/Y)UKjt−1 World : — 0,19 • (M/Y)UKjt−1 World × lnTFPGAPjt−1: 0,566 • ΔlnCUUKjt: 0,07 Модель IV для торговли (с инструментами по ОЭСР): • lnTFPGAPjt-1: 0,138 • ΔlnTFPUSjt: 0,25 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,2119 • (M/Y)UKjt−1 World × lnTFPGAPjt−1: 0,566 • ΔlnCUUKjt: 0,0719 Модель с взаимодействием человеческого капитала H и TFPGAP: • lnTFPGAPjt-1: 0,119 • ΔlnTFPUSjt: 0,2348 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,6376 • ΔlnCUUKjt:0,0672 • HUKt−1: − 0,2325 • HUKt−1× lnTFPGAPjt−1: 1,0867 Модель совместного влияние торговли и человеческого капитала: • lnTFPGAPjt-1: 0,118 • ΔlnTFPUSjt: 0,231 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,627 • ΔlnCUUKjt: 0,067 HUKt−1× lnTFPGAPjt−1: 0,704		

				IV-модель (торговля + H, лаг 2): • lnTFPGAPjt-1: 0,141 • ΔlnTFPUSjt: 0,254 • (R&D/Y)UKjt−1: 0,499 • (M/Y)UKjt−1 World × lnTFPGAPjt−1: 0,253 • ΔlnCUUKjt: 0,071 HUKt−1× lnTFPGAPjt−1: 0,489		
30 провинций материкового Китая	spatial Durbin model	• Внутри региона развитие цифровой экономики помогает более эффективно распределять научные кадры • Цифровая экономика «перетягивает» высококвалифицированные кадры из соседних регионов в более развитый, усугубляя дисбаланс на периферии • Цифровая экономика усиливает неэффективность и дисбаланс в распределении исследовательских и опытно-конструкторских расходов • Развитие цифровой экономики в одном регионе помогает соседним регионам более эффективно распределять R&D-капитал	• misrdl — искажение распределения персонала НИОКР • misrdk — искажение распределения капитала НИОКР • digie — уровень развития цифровой экономики (композитный индекс) • tmd — развитие технологического рынка (отношение объема сделок на региональном технологическом рынке к ВВП региона) • lnhmar— уровень рыночной конкуренции (логарифм количества высокотехнологичных фирм в регионе) • hjsgz— уровень человеческого капитала (отношение числа сотрудников с высшим образованием к общей численности сотрудников в высокотехнологичных отраслях)	Влияние на перекос распределения персонала НИОКР: Прямые эффекты: • digie: -2,9 • hjsgz: 37,74 • hscale: -0,14 Косвенные эффекты: • digie: 12,84 ρ: -0,558 Влияние на перекос распределения капитала НИОКР: Прямые эффекты: • hjsgz: -14,8 • fin: 39,17 • hscale: -0,14 Косвенные эффекты: • digie: -6,79 • hjsgz: -91,6 ρ: -0,452 Влияние цифровой экономики на misrdl: Прямые эффекты: • digie: -2,99 • hjsgz: 37,74 • hscale: -0,14 Косвенные эффекты: • digie: 12,84 ρ: -0,558	2011–2021	Wang et al. 2025

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		• Цифровая экономика напрямую способствует снижению дисбаланса кадров. Но одновременно цифровая экономика стимулирует развитие технологического рынка, который, в свою очередь, негативно влияет на распределение кадров • Внутри региона цифровая экономика не оказывает прямого, немедленного влияния на перераспределение R&D-капитала, исключительно через развитие технологического рынка • Цифровая экономика стимулирует развитие технологических рынков в соседних регионах, что, в свою очередь, помогает им более эффективно распределять R&D-капитал • Высокая конкуренция заставляет компании сосредоточиваться на краткосрочной прибыли, удерживать R&D-результаты и препятствовать сотрудничеству, что тормозит развитие здорового технологического рынка внутри региона	• hgov — доля государственных средств в общем объеме финансирования НИОКР высокотехнологичных отраслей • hum — логарифм доли населения старше 25 лет с высшим образованием • fin — уровень развития финансовой системы (отношение общего объема кредитов финансовых учреждений к региональному ВВП); • hscale — размер предприятия (логарифм средней численности персонала на одно высокотехнологичное предприятие) • ρ — коэффициент пространственной автокорреляции; показывает, насколько зависимая переменная в одном регионе подвержена влиянию значений этой же переменной в соседних регионах • W — пространственная весовая матрица	Влияние цифровой экономики на развитие технологического рынка: Прямые эффекты: • digie: -4,55 • fin: 131,009 • hscale: -0,106 Косвенные эффекты: • digie: 10,83 ρ: -0,768 Влияние цифровой экономики на misrdl через технологический рынок (медиатор): Прямые эффекты: • digie: -3,46 • tmd: -0,165 • hjsgz: 37,63 • hscale: -0,17 Косвенные эффекты: • digie: 14,34 ρ: -0,594 Влияние цифровой экономики на развитие технологического рынка: Прямые эффекты: • hjsgz: -14,83 • hum: 0,058 • fin: 39,17 Косвенные эффекты: • digie: -6,791 • hjsgz: -91,6 ρ: -0,452		

	• Чтобы снизить давление локальной конкуренции, компании переносят часть своих R&D и технологических проектов в соседние регионы, тем самым стимулируя развитие их технологических рынков • Влияние цифровой экономики на перераспределение ресурсов меняется в зависимости от уровня конкуренции • Для кадров R&D полезна только умеренная конкуренция • Для капитала R&D низкая конкуренция приводит к сильному перераспределению, но с ростом конкуренции этот негативный эффект ослабевает • По мере развития цифровой экономики ее негативные побочные эффекты (как в случае с кадрами) ослабевают, а способность исправлять дисбалансы (как в случае с капиталом) — усиливается		Влияние цифровой экономики на технологический рынок: Прямые эффекты: • digie: -4,55 • fin: 131,009 • hscale: -0,106 Косвенные эффекты: • digie: 10,838 ρ: -0,594 Влияние цифровой экономики на misrdk через технологический рынок (медиатор): Прямые эффекты: • hjsgz: -15,086 • hum: 0,058 • fin: 40,959 Косвенные эффекты: • digie: -6,8 • hjsgz: -98,89 ρ: -0,443 Прямые эффекты: • digie: -5,98 • lnhmar×digie: -2,07 • fin: 128,4 • hscale: -0,945 Косвенные эффекты: • digie: 5,519 • lnhmar: 1,553 • lnhmar×digie: 4,028 Порог для misrdl: 3,219 (25 фирм) Порог для misrdk: 3,258 (26 фирм) Для misrdl: Квантиль (τ) Коэффициент digie		

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
				0,10 –> 3,023** –> Сильно усиливает перекос 0,50 –> 2,520*** –> Усиливает перекос 0,90 –> 1,107* –> Слабо усиливает перекос Для misrdk: Квантиль (τ) Коэффициент digie 0,10 –> 0,517** –> Усиливает перекос 0,50 –> 0,111* –> Слабо усиливает перекос 0,90 –> -1,877* –> Снижает перекос		
22 турецкие фирмы	2ШМНК	• Количество сотрудников в отделах R&D оказывает сильное положительное и статистически значимое влияние на ВВП • Расходы на R&D также положительно связаны с экономическим ростом но их влияние гораздо слабее по сравнению с числом сотрудников. Количество патентов демонстрирует значимую, но отрицательную связь с ВВП	Зависимая переменная — ВВП Турции: 1. Количество сотрудников в отделах НИОКР: 0, 672 2. Количество патентов в Турции: -0,2825 Расходы на НИОКР в Турции: 0, 0148	см. левый столбец	1998-2010	Bayarçelik, Taşel 2012

Межстрановой уровень анализа — межфирменный						
748 бельгийских фирм	Логит-модель, мультиномиальная логит-модель	• Фирмы, комбинирующие внутренние разработки и внешние закупки, составляют 73% инновационных фирм (283 из 401). Это поддерживает гипотезу о комплементарности (Cohen & Levinthal, 1990): внутренние R &D усиливают способность усваивать внешние технологии, что может повысить производительность и, следовательно, экономический рост • Крупные фирмы (>50 сотрудников) чаще комбинируют Make и Buy), что связано с их масштабом и ресурсами. Малые фирмы склонны к эксклюзивным стратегиям, ограничивая потенциал роста из-за недостатка внутренних R&D • Фирмы, полагающиеся на внутренние источники информации, чаще выбирают Make and Buy, что подтверждает, что внутренние R&D создают базу для эффективного использования внешних технологий, усиливая инновации и рост.	• фирма с менее чем 50 сотрудниками • фирма с более чем 500 сотрудниками • интенсивность экспорта • важность затрат и рисков как препятствия инновациям • недостаток возможностей для инноваций • отсутствие необходимости в инновациях • недостаток информации для инноваций • сопротивление изменениям в фирме • легкость имитации инноваций • важность конкурентов как источника информации • важность внутренних источников информации • важность научных источников • цель улучшения • цель снижения затрат • эффективность юридической защиты • эффективность стратегической защиты • защита через опережение конкурентов • пищевая промышленность. • текстиль, дерево, бумага • металлы и производство • химическая отрасль • электротехническая отрасль	SIZES (для малых фирм): –0,205 SIZEL (для крупных фирм): +0,287 Expint (экспортная интенсивность): +0,374 OBSTcost (затраты/риски инноваций): +0,901 OBSTlack (недостаток возможностей): –0,0282 OBSTneed (отсутствие необходимости): –0,91 OBSTinfo (информационные препятствия): +0,395 OBSTresist (сопротивление изменениям): –0,352 OBSTimit (легкость имитации): +0,246 Food: +0,169 TWP (текстиль, древесина, бумага): +0,066 Chemicals: +0,247 M&M (металлы и машиностроение): +0,199 Electrical: +0,383 SIZES (малые фирмы): +0,135*** (0,037) для embodied SIZEL (крупные фирмы): –0,16*** (0,049) для embodied OBSTcost: +0,122 (0,08) для embodied, –0,336* (0,16) для disembodied	1993	Cassiman, Veugelers 1998

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
		Высокие затраты и риски не препятствуют инновациям, а влияют на выбор стратегии; фирмы адаптируются, минимизируя риски через комбинацию источников, что поддерживает инновационный потенциал роста		PROTlegal: –0,335** (0,115) для embodied, +0,258 (0,21) для disembodied PROTstrat: +0,122* (0,055) для embodied, –0,292** (0,11) для disembodied Make (внутреннее производство): –0,0732† (0,042) для embodied, +0,208* (0,057) для disembodied C4 (отраслевой концентрационный показатель): –0,454*** (0,115) для embodied, +0,351† (0,196) для disembodied		

748 бельгийских фирм (продолжение)		Для малых фирм (SizeS = 1)	Для крупных фирм (SizeL = 1):
	Expint	0,2112…0,3684	0,0704
	OBSTcost	0,508…0,886	0,169
	OBSTlack	–0,0159…–0,0277	–0,0053
	OBSTneed	–0,513…–0,895	0,171
	OBSTinfo	0,223	0,0743
	OBSTresist	–0,199…–0,346	–0,662
	OBSTimit	0,139…0,242	0,0463
	Food	0,0954…0,166	0,0318
	TWP	0,0372…0,0649	0,0124
	Chemicals	0,14…0,243	0,0465
	M&M	0,112…0,196	0,0374
	Electrical	0,216…0,377	0,0721

	Размер фирмы	Препятствия для инноваций (OBST-переменные)	Целевые установки фирмы
	SIZES (малые фирмы, < 50 сотрудников) MAKE: +0,0717 (0,0486) BUY: +0,0488* (0,0136) MAKE and BUY: –0,12 (0,0606)*	OBSTcost (высокие затраты инноваций) MAKE: –0,0149 (0,16) BUY: –0,0966 (0,0399)*	GOALqual (улучшение качества) MAKE: –0,115 (0,117) BUY: –0,0223 (0,027) MAKE and BUY: +0,138 (0,141)
	SIZEL (крупные фирмы, > 500 сотрудников) MAKE: –0,132† (0,0701) BUY: –0,0183 (0,0152) MAKE and BUY: +0,151 (0,0701)*	OBSTlack (недостаток возможностей для инноваций) MAKE: –0,0778 (0,157) BUY: +0,0623† (0,0368) MAKE and BUY: –0,0155 (0,192)	GOALcost (снижение издержек) MAKE: –0,088 (0,123) BUY: –0,0527† (0,0299) MAKE and BUY: +0,141 (0,15)
	Экспортная интенсивность (Expint) MAKE: +0,0849 (0,0658) BUY: –0,0305 (0,0146)* MAKE and BUY: –0,0544 (0,0764)	OBSTneed (отсутствие необходимости в инновациях) MAKE: –0,156 (0,143) BUY: +0,0466 (0,0322) MAKE and BUY: +0,109 (0,17)	Отраслевые переменные
	Защитные механизмы инноваций PROTlegal (юридическая защита) MAKE: –0,068 (0,136) BUY: –0,089 (0,0348) MAKE and BUY: +0,157 (0,168) PROTstrat (стратегическая защита) MAKE: –0,0397 (0,083) BUY: –0,0173 (0,0195) MAKE and BUY: +0,057 (0,102) PROTtime (опережение конкурентов) MAKE: +0,049 (0,085) BUY: –0,041 (0,0197)* MAKE and BUY: –0,0082 (0,103)	OBSTresist (сопротивление изменениям) MAKE: –0,0231 (0,114) BUY: –0,0992* (0,0301)** MAKE and BUY: +0,0761 (0,142) OBSTimit (легкость имитации) MAKE: +0,166 (0,107) BUY: –0,0291 (0,0228) MAKE and BUY: –0,137 (0,122) INFOcomp (информация от конкурентов) MAKE: –0,228 (0,1)* BUY: +0,079* (0,0203)** MAKE and BUY: +0,149 (0,102)	Food MAKE: –0,056 (0,116) BUY: –0,0318 (0,027) MAKE and BUY: –0,087 (0,14) TWP (текстиль, древесина, бумага) MAKE: +0,0554 (0,106) BUY: –0,0471† (0,025) MAKE and BUY: –0,0085 (0,129) M&M (металлы и машиностроение) MAKE: +0,0961 (0,106) BUY: –0,0258 (0,0238) MAKE and BUY: –0,0705 (0,126) Chemicals (химическая промышленность) MAKE: +0,0174 (0,106) BUY: –0,0787 (0,0274) MAKE and BUY: +0,0613 (0,133)

Уровень	Метод	Влияние	Метрики	Эластичности	Период	Авторы
			INFOint (внутренние источники информации) MAKE: −0,227† (0,118) BUY: −0,0273 (0,0256) MAKE and BUY: +0,255 (0,127)* INFOscience (научные источники) MAKE: +0,091 (0,12) BUY: −0,0347 (0,0277) MAKE and BUY: −0,0026 (0,147)	Electrical (электротехника) MAKE: +0,0345 (0,115) BUY: −0,0751 (0,0285) MAKE and BUY: +0,0406 (0,142)		

Источник: составлено авторами

Влияние информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост: анализ теоретических подходов

Мартьянова Е.В., научный сотрудник, Институт Гайдара, РИНЦ Author ID: 1260600, Researcher ID: GPP-6996-2022, martyanova@iep.ru

Полбин А.В., к.э.н., заведующий лабораторией математического моделирования экономических процессов, Институт Гайдара, РИНЦ Author ID: 714615, Researcher ID: L-3662-2017, Scopus Author ID: 57193317076, apolbin@iep.ru

Аннотация

Введение. Статья посвящена анализу влияния информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост. Несмотря на очевидный потенциал новых технологий, с середины 2000-х гг. в развитых странах наблюдается замедление темпов экономического роста одновременно с ростом расходов на исследования и разработки. Отмечается замедление динамизма рынков, что выражается в снижении коэффициентов входа и выхода фирм и мобильности работников. *Цель*. Проанализировать современные исследования, объясняющие отсутствие ощутимых макроэкономических эффектов от распространения информационных технологий и искусственного интеллекта. *Материалы и методы*. Проведены критический анализ и обсуждение академической литературы, посвященной макроэкономическим эффектам информационных технологий и искусственного интеллекта. *Результаты*. Анализ литературы показал, что современные исследования предлагают несколько объяснений отсутствия макроэкономических эффектов от распространения информационных технологий и искусственного интеллекта. Выявлены исследования, связывающие рост рыночной власти и снижение динамизма с сокращением возможностей для фирм догонять лидеров, что обусловлено особенностями информационных технологий и искусственного интеллекта, такими как замедление распространения знаний и рост значения нематериальных активов. Среди других потенциальных причин отсутствия влияния информационных технологий и искусственного интеллекта на экономический рост упоминаются: а) завышенные ожидания относительно их влияния на производительность; б) неточное измерение эффектов от их воздействия; в) использование новых технологий для перераспределения имеющейся ренты, а не для создания новой добавленной стоимости; г) лаги внедрения и реструктуризации, связанные с необходимостью дополнительных инвестиций и времени для интеграции технологий широкого назначения, к которым относятся информационные технологии и искусственный интеллект. *Выводы*. Современные теоретические модели предполагают, что замедление дина-

мизма и усиление рыночной власти могут быть связаны с распространением информационных технологий. Соответственно, работа может быть полезна исследователям и экономистам, интересующимся факторами экономического роста в условиях цифровой трансформации. В заключение приведены перспективные приложения искусственного интеллекта для стимулирования экономического роста.

Введение

Распространение информационных технологий и искусственного интеллекта порождает активные дискуссии относительно их влияния на экономический рост.

Информационные технологии (ИТ) представляют собой совокупность методов, инструментов и систем для обработки, хранения и передачи информации. Это понятие включает в себя управление информационными системами, использование программного и аппаратного обеспечения для автоматизации процессов, инфраструктуру, обеспечивающую обработку и передачу данных. Цифровая технология — более узкое понятие, которое означает технологии, работающие исключительно с цифровой (двоичной) информацией (обработка информации в цифровом формате, создание цифровых систем связи), а также искусственный интеллект и машинное обучение.

Искусственный интеллект (ИИ) — это способность компьютерной системы имитировать человеческие когнитивные функции, такие как обучение и принятие решений. Машинное обучение является подвидом и практической реализацией ИИ. Машинное обучение можно определить как процесс использования математических моделей для того, чтобы помочь компьютеру обучаться на основе данных без прямых инструкций[1]. Задачи машинного обучения включают обучение: 1) с учителем; 2) без учителя; 3) с подкреплением; 4) с частичным контролем. Для решения этих задач используются разнообразные модели и алгоритмы, включая линейные модели, деревья решений, ансамбли, методы кластеризации и снижения размерности, а также нейронные сети, достигшие впечатляющих успехов в решении широкого спектра прикладных проблем. Например, благодаря развитию машинного обучения и увеличению вычислительных мощностей количество ошибок при маркировке содержимого фотографий в наборе дан-

[1] *Artificial* Intelligence (AI) vs. Machine Learning (ML) // Microsoft Azure. URL: https://clck.ru/3GKDjw (дата обращения: 12.12.2024).

ных *ImageNet* снизилось с 30 % в 2010 г. до 2 % в 2017 г.[2] Генеративная нейронная сеть *ChatGPT* привлекла внимание широкими возможностями применения, такими как создание текстов, перевод, написание кода на основе текстовых инструкций. Стоит отметить, что отечественные аналоги от компаний «Сбер» и «Яндекс» также активно развиваются, предлагая решения для разнообразных задач на основе искусственного интеллекта.

Информационные технологии и искусственный интеллект тесно связаны. Информационные технологии включают все технологии, направленные на обработку, хранение и передачу данных, а ИИ использует эти данные для создания моделей и алгоритмов, которые могут выполнять задачи, требующие «интеллекта», такие как обработка естественного языка, компьютерное зрение, создание предсказательных моделей. ИИ зависит от достижений цифровых технологий — в сфере больших данных, облачных вычислений, сетевой инфраструктуры и аппаратного обеспечения и др. Хотя ИИ традиционно ассоциируется с обработкой больших объемов данных, методы машинного обучения могут быть эффективно применены и на более компактных наборах данных, например макроэкономических, что демонстрирует их гибкость в различных областях. С точки зрения применения ИИ предлагает новые уровни автоматизации и аналитики, которые выходят за рамки традиционных IT-систем, ориентированных на работу с данными.

Технологические оптимисты считают, что цифровизация экономики приведет к новому витку экономического роста. Они ожидают, что новые технологии значительно повысят производительность труда и капитала, что, в свою очередь, приведет к росту ВВП. Благодаря IT появляются новые бизнес-модели и рынки: разработка таких платформ, как Uber, Airbnb и Amazon, стала возможна благодаря достижениям цифровых технологий. Машинное обучение позволяет снизить стоимость прогнозов с поправкой на качество, что дает возможность компаниям лучше прогнозировать уровень спроса, оптимизировать запасы и улучшать управление ресурсами. Электронная коммерция и финансовые технологии

[2] *ImageNet* Large Scale Visual Recognition Challenge 2017 // ImageNet. URL: https://clck.ru/3GKDm2 (дата обращения: 12.12.2024).

значительно сократили транзакционные издержки для бизнеса и потребителей. Образовательные программы, курсы и тренинги в онлайн-формате повышают квалификацию работников, что ведет к росту человеческого капитала и, следовательно, к повышению производительности и экономическому росту. Использование ИИ в научных исследованиях и разработках (например, в медицине и фармацевтике) позволяет ускорить процесс инноваций. IT и ИИ оптимизируют логистику, позволяя компаниям в реальном времени управлять запасами и контролем заказов, что снижает организационные издержки и ускоряет выполнение заказов.

Важность цифровой экономики осознается на государственном уровне. Существует множество государственных программ, направленных на поддержку и развитие информационных технологий и искусственного интеллекта, в разных странах: American AI Initiative — в США, «Национальный план развития ИИ» — в Китае, «Цифровая Европа» — в Европейском союзе, AI Made in Germany — в Германии. В России утверждены государственная программа «Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года» и национальная программа «Цифровая экономика».

Тем не менее, несмотря на осознаваемый потенциал, государственную поддержку и значительные инвестиции в IT, темпы экономического роста остаются относительно низкими, что порождает дискуссии о «парадоксе производительности» [1; 2].

Почему, несмотря на очевидный потенциал новых технологий, темпы экономического роста остаются низкими? Цель настоящей статьи — проанализировать исследования, предлагающие ответы на этот вопрос. Особое внимание уделено теоретическим подходам, включая шумпетерианские модели, которые помогают объяснить это явление.

Замедление экономического роста в развитых экономиках

После периода с середины 1990-х до середины 2000-х гг., характеризующегося высокими темпами экономического роста и распространением информационных технологий, наблюдается

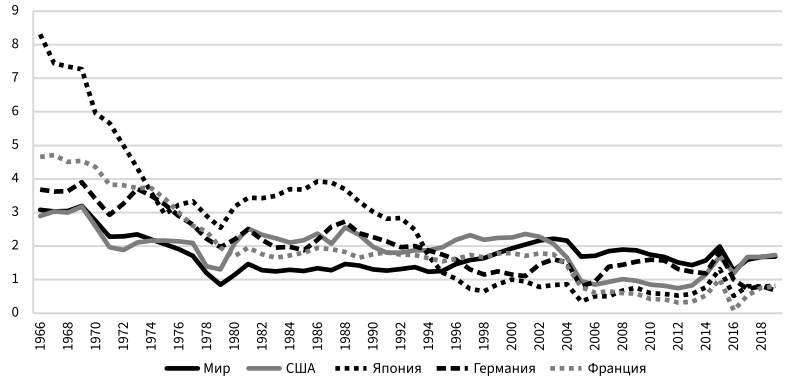


Рис. 1. Среднегодовые темпы роста реального ВВП на душу населения, сглаженные методом скользящего среднего с окном в 10 лет

Источник: GDP per capita growth // World Bank Group. URL: https://clck.ru/3GKDwi (дата обращения: 12.12.2024).

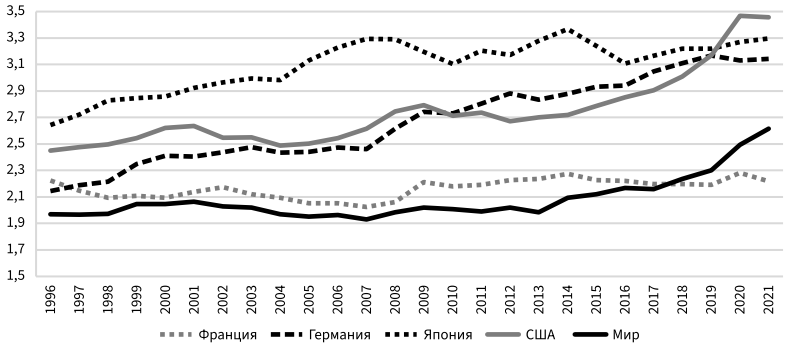


Рис. 2. Доля инвестиций в НИОКР в ВВП

Источник: *DataBank*. World Development Indicators // World Bank Group. URL: https://clck.ru/3GKEAS (дата обращения: 12.12.2024).

замедление экономического роста в США [1], Франции и Великобритании [2]. Падение производительности, судя по всему, не связано с мировым финансовым кризисом 2008 г. Авторы исследования [3] находят доказательства того, что замедление темпов экономического роста началось еще до мирового кризиса.

На рис. 1 представлены среднегодовые темпы роста реального ВВП на душу населения, сглаженные методом скользящего среднего с окном в 10 лет. Примерно с 2006 г. средние темпы экономического роста в развитых странах снижаются: так, в период с 2005 по 2019 г. темпы экономического роста в США составили около 1%.

При этом замедление экономического роста происходит при увеличении инвестиций в НИОКР. Как можно видеть на рис. 2, отношение расходов на НИОКР к ВВП в развитых странах возрастало. Расходы на НИОКР включают в себя капитальные и текущие расходы как частного, так и государственного секторов.

Снижение темпов роста производительности, несмотря на значительные инвестиции в НИОКР, порождает дискуссии о новом парадоксе производительности. В 1987 г. оригинальную формулировку парадокса предложил Р. Солоу: «Вы можете видеть компьютерный век повсюду, кроме статистики производительности». Это означало, что, невзирая на значительное развитие компьютерных технологий, их влияние на общую производительность экономики, измеренное на основе макроэкономических данных, было незначительным или неочевидным. Сегодня причины низкого роста производительности отличаются от тех, что наблюдались в 1980-е гг., поскольку уровень технологического развития существенно изменился. Современная формулировка парадокса Солоу требует корректировки вследствие возникновения и развития информационных технологий и искусственного интеллекта: почему современные IT-инновации, такие как искусственный интеллект и большие данные, не приводят к значительному увеличению производительности и экономического роста, несмотря на их очевидный потенциал?

Возможные причины отсутствия значимого влияния IT на макроэкономические показатели

Существует ряд гипотез, объясняющих отсутствие значимых макроэкономических эффектов от IT и ИИ, однако ни одна из них не смогла стать общепринятой.

В работе [4] предлагаются четыре потенциальных объяснения парадокса производительности. Первое заключается в том,

что ожидания относительно цифровых технологий оказались чрезмерно оптимистичными. Эти технологии оказывают ограниченное влияние на некоторые сектора экономики, тогда как на другие их влияние либо минимально, либо вовсе отсутствует. В результате рост общей факторной производительности остается незначительным. Исторически некоторые идеи и инновации внушали оптимизм, однако не все из них оправдали ожидания. В качестве примера можно привести сверхзвуковые пассажирские самолеты, эксплуатация которых была связана с ограниченными маршрутами, высокими затратами и шумовыми загрязнениями. Однако в случае с информационными технологиями частные инвесторы и такие крупные технологические компании, как *Google* и *Microsoft*, настроены оптимистично и активно инвестируют в развитие искусственного интеллекта.

Некоторые исследования свидетельствуют в пользу первой гипотезы. Так, согласно оценкам *D. Acemoglu*, прирост общей факторной производительности в результате распространения ИИ составит не более 0,66 % за 10 лет [5]. Такое заключение автора основывалось на теореме Халтена: дополнительный прирост ВВП и общей факторной производительности можно оценить по тому, какая доля задач подвергается воздействию и какая средняя экономия затрат на выполнение этих задач возникает. В статье также утверждается, что и эта оценка может быть завышенной, так как первые данные собраны на основе задач, которые автоматизировать проще всего. С учетом этого соображения скорректированный прирост совокупной факторной производительности составит не более 0,53 % за 10 лет.

Второе объяснение парадокса производительности заключается в неправильном измерении ВВП и общей факторной производительности. Это объяснение подразумевает, что преимущества новых цифровых технологий сложно учесть статистически. Ряд авторов [6–8], каждый из которых использует различные методологии и данные, пришли к выводу, что неправильное измерение не является основным объяснением замедления роста общей факторной производительности. Кроме того, если сейчас положительные эффекты цифровых технологий не отражаются в статистике ВВП, а значит, и в статистике производительности труда,

то это же самое было верно и в период с середины 1990-х по середину 2000-х гг., когда темпы экономического роста не были такими низкими.

Третье объяснение заключается в том, что выгоды от новых технологий уже достижимы, но из-за концентрированного распределения ренты и рассеивания усилий на ее получение или сохранения влияния на рост производительности труда в среднем на работника практически равно нулю. Так, наиболее распространенные приложения ИИ включают в себя таргетирование рекламы и продажу финансовых инструментов, что, по сути, является перераспределением выгод с нулевой суммой. Некоторые работы могут служить косвенным свидетельством в пользу этой гипотезы. Эмпирические исследования показывают рост различий между передовыми и средними компаниями в производительности [9] и в прибыли [10]. В работе [11] проверяется гипотеза о том, что снижение доли оплаты труда в выпуске связано с ростом компаний-суперзвезд, которые увеличивают рыночную концентрацию, производя большую долю добавленной стоимости с более высокими наценками и низкой долей труда. Усиление конкуренции на мировых рынках и совершенствование технологий для поиска товаров и сравнения цен способствуют росту числа таких компаний.

Четвертое объяснение заключается в том, что для получения возможности эффективно использовать технологии общего назначения (*general-purpose technology, GPT*) необходимо время для их внедрения и освоения. В отличие от остальных трех гипотез эта версия не отрицает технологического оптимизма.

Известными примерами технологий широкого назначения в истории экономики являются водяное или ветряное колесо, паровой двигатель, электричество, лазер, полупроводники, а также такие достижения компьютерных наук, как цифровые технологии, включая модели искусственного интеллекта. В исследовании [12], где вводится это понятие, авторы выделяют три особенности технологий широкого назначения. Во-первых, они используются в большинстве секторов экономики и тем самым вызывают ощутимый макроэкономический эффект. Во-вторых, технологии широкого назначения продолжают улучшаться с течением времени,

повышая свою эффективность и производительность. В-третьих, рассматриваемые технологии генерируют вторичные инновации за счет облегчения изобретения новых продуктов. Технология ИИ, в частности машинное обучение, широко распространена, со временем совершенствуется и порождает дополнительные инновации, тем самым отвечая трем каноническим критериям технологии широкого назначения.

Парадокс производительности может быть общим явлением для технологий общего назначения. *P. David* утверждает, что динамика роста общей факторной производительности при распространении информационных технологий схожа с тем, что происходило при внедрении электромотора. Так, электрификация не оказывала заметного воздействия на темпы роста общей факторной производительности до 1920-х гг. [13]. Ученый предлагает два возможных объяснения. Первое заключается в медленных темпах электрификации фабрик, так как было бы невыгодно разрушать еще исправные фабрики, приспособленные к прежней технологии — использованию энергии воды и пара. Кроме того, хотя в общих чертах потенциал использования электроэнергии был ясен многим, для повсеместной электрификации требовалось проработать детали применения новой технологии на практике и подготовить новые кадры — промышленных архитекторов и электриков. Их подготовка, в свою очередь, зависела от спроса на электрификацию, который рос медленно. Второе объяснение заключается в неправильном определении из-за сложно измеримых качественных характеристик и смещения в сторону производства товаров и услуг, которые ранее не учитывались. Например, электрический свет ярче, безопаснее и проще в обслуживании по сравнению с газовым освещением, а рост благосостояния в виде увеличения скорости передвижения никак не отразился в статистике ВВП [13].

E. Brynjolfsson и соавторы сравнили динамику роста производительности труда, измеряемого как рост отношения выпуска к часам работы, за 50 лет электрификации и распространения информационных технологий [4]. В обоих случаях в течение первых 25 лет производительность труда росла относительно медленно. Затем в обе эпохи наблюдалось десятилетнее ускорение

роста производительности труда: с 1915 по 1924 г. — в эпоху электрификации и с 1995 по 2004 г. — в нынешнюю эпоху IT. Ускорение, наблюдаемое в конце 1990-х гг., частично разрешило парадокс Солоу подобно тому, как ускорение, фиксируемое в конце 1910-х гг., могло бы объяснить экономистам того периода, почему новые технологии видны повсюду, кроме статистики производительности. Авторы высказывают предположение, что дальнейшее распространение IT может вновь ускорить рост производительности труда подобно тому, как в 1933–1940 гг., в конце эпохи электрификации, производительность труда снова начала расти ускоренными темпами [4].

Задержку между признанием потенциала новой технологии широкого назначения и ее статистически измеримым влиянием на производительность *E. Brynjolfsson* с соавторами объясняют двумя причинами. Во-первых, необходимо время для создания запасов активов, связанных с новой технологией, в объеме, достаточном для совокупного эффекта. Во-вторых, для получения полной отдачи необходимы дополнительные инвестиции на разработку и внедрение технологий, дополняющих новую технологию широкого назначения [4]. Таким образом, вопреки предсказаниям теории реального делового цикла, первоначальный эффект положительного технологического шока может заключаться не в увеличении выпуска, производительности труда и занятости, а в их сокращении.

Шумпетерианские модели и динамика роста производительности в период внедрения технологии широкого назначения

Падение выпуска в результате положительного шока общей факторной производительности могут объяснить шумпетерианские модели, которые относятся к классу моделей эндогенного роста. Основные модели теории эндогенного роста включают АК-модели *R. Lucas* и *P. Romer* [14; 15], модели растущего разнообразия товаров [16], модели ступенек качества, или шумпетерианские модели [17; 18]. Обзор моделей эндогенного роста представлен в работе [19].

Таблица 1. Сравнительная характеристика шумпетерианских моделей

Характеристика	*P.Aghion*, *P.Howitt* 1992 [17]	*P.Aghion*, *C.Harris*, *J.Vickers* 1997 [22]	*T.Klette*, *S.Kortum* 2004 [23]
Характер инноваций	Радикальные инновации, полностью заменяющие предыдущие технологии	Поэтапные инновации; отстающие фирмы догоняют лидеров	Кумулятивные инновации, расширяющие ассортимент продуктовых линеек фирмы
Фирмы	Стремятся к монопольной ренте через радикальные инновации	Постепенно догоняют технологических лидеров, что стимулирует инновационную активность	Расширяют свои продуктовые линейки через инновации, что приводит к их росту и увеличению рыночной доли
Конкуренция	Усиление конкуренции может снижать стимулы к инновациям из-за уменьшения монопольной ренты	В секторах с небольшим технологическим разрывом конкуренция стимулирует инновации; в секторах с большим разрывом эффект неоднозначен	Конкуренция между фирмами происходит через расширение и обновление продуктовых линеек
Экономический рост	Определяется скоростью радикальных инноваций и степенью творческого разрушения	Зависит от скорости внедрения поэтапных инноваций и динамики конкуренции между фирмами	Обусловлен расширением продуктовых линеек фирм и их инновационной активностью

Источник: составлено авторами на основе [17; 22; 23].

В исследовании [20], в свою очередь, приведен подробный разбор основных классов шумпетерианских моделей и сделаны основные выводы из них. Сравнительная характеристика шумпетерианских моделей представлена в табл. 1.

Далее кратко опишем основные модели этого класса. В классической работе [17] предлагается базовая шумпетерианская модель. Товар конечного потребления производится из набора промежуточных товаров. В модели рассматривается процесс «созидательного разрушения», при котором новая, более эффективная технология производства промежуточных товаров с качеством γA (где $\gamma > 1$) заменяет существующую технологию с каче-

ством *A*. Инновации носят радикальный характер (*leapfrogging innovations*), при котором каждая новая технология полностью вытесняет старую. Конкуренция Бертрана делает эту замену неизбежной, так как новые технологии предлагают лучшее соотношение затрат и качества. Фирмы — производители промежуточных товаров инвестируют в исследования и разработки (НИОКР), мотивированные перспективой получения монопольной ренты.

Решение базовой модели предполагает существование эффекта замещения Эрроу (*Arrow replacement effect*), описанного в [21]. Эффект заключается в том, что монополист имеет меньше стимулов к инновациям из-за его заинтересованности в сохранении статус-кво.

В работе [22] предпосылка о радикальном характере инноваций ослаблена и заменена предпосылкой о пошаговых инновациях (*step-by-step innovations*). Каждый сектор по производству промежуточных товаров характеризуется уровнем технологий лидера и технологическим разрывом между лидером и последователем. В модели выделяются два типа секторов: сектора с небольшим технологическим разрывом, или «ноздря в ноздрю» (*neck-to-neck sectors*, или *leveled sectors*), и сектора с большим технологическим разрывом (*unleveled sectors*).

В секторах с небольшим технологическим разрывом усиление конкуренции будет стимулировать фирмы к инновациям с целью получения ими преимущества перед конкурентами в данном секторе. Этот эффект называют эффектом бегства от конкуренции (*escape-competition effect*). В секторах с большим технологическим разрывом, помимо эффекта бегства от конкуренции, проявляется также шумпетерианский эффект (*Schumpeterian effect*). Он показывает, что влияние усиливающейся конкуренции на отстающие фирмы зависит от уровня их межвременных предпочтений, который определяется параметром дисконтирования. При высоких значениях параметра дисконтирования отстающие фирмы демонстрируют высокую степень нетерпеливости, фокусируясь на краткосрочном потоке чистой прибыли, который уменьшается с усилением конкуренции. Однако при низких значениях этого параметра ожидаемый эффект бегства от конкуренции становится преобладающим, стимулируя инновационную активность

отстающих фирм. Доля секторов с небольшим технологическим разрывом в устойчивом состоянии будет зависеть от интенсивности инноваций в таких секторах по сравнению с секторами с большим технологическим разрывом. В литературе это называют композиционным эффектом (*composition effect*).

В исследовании [23] предложена модель, которая воспроизводит основные стилизованные факты: 1) распределение фирм по размеру асимметрично; 2) возраст и размер фирм сильно коррелируют; 3) маленькие фирмы чаще прекращают свою деятельность, но выжившие растут темпами выше среднего; 4) большая доля инвестиций в исследования и разработки осуществляется действующими фирмами, а не новичками; 5) перераспределение ресурсов между фирмами является важным источником роста общей факторной производительности. Четыре первых факта требуют, чтобы новая фирма появилась, расширилась, затем, с течением времени, сократилась и в итоге была вытеснена фирмами-новичками. Таким образом, модель *Klette* и *Kortum* подходит для анализа динамики фирм.

Главное отличие от базовой модели заключается в двух пунктах. Во-первых, инновации могут вводить как новички, так и действующие фирмы. Для внедрения инноваций компании объединяют имеющиеся у них знания, накопленные с течением времени и благодаря усилиям ученых, в соответствии с производственной функцией Кобба—Дугласа. Во-вторых, фирмы представляют собой множество продуктовых линеек (*product line*), или производственных линий (*production unit*). Если фирма успешно внедряет инновацию, она расширяет множество своих продуктовых линеек. Если конкуренты вытеснили фирму из всех ее продуктовых линеек, она уходит с рынка.

Шумпетерианские модели могут объяснить снижение темпов роста выпуска в результате положительного шока, вызванного изобретением технологии широкого назначения. Авторы работы [24] предлагают шумпетерианскую модель, в которой новая технология широкого назначения требует нового набора промежуточных товаров. В экономике должно быть изобретено достаточное количество промежуточных товаров, прежде чем фирмам будет выгодно отказаться от предыдущей технологии. В период

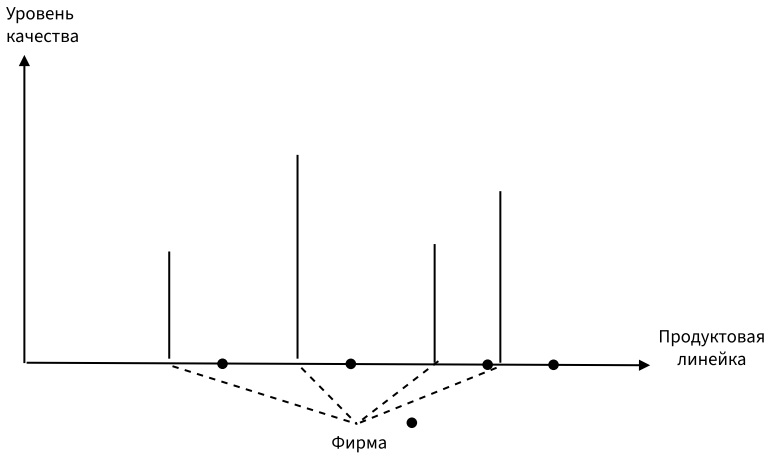


Рис. 3. Пример фирмы в модели Klette и Kortum

Источник: составлено авторами на основе [23].

между открытием новой технологии широкого назначения и ее окончательным внедрением национальный доход будет падать, поскольку ресурсы изымаются из производства и направляются на НИОКР для создания новых промежуточных товаров. Долгосрочная динамика в модели циклична: в первой фазе цикла выпуск и производительность растут медленно или снижаются, во второй фазе эти показатели растут. Согласно предсказаниям модели распространение новой технологии широкого назначения усиливает динамизм, так как она стимулирует инновации и созидательное разрушение во всех секторах экономики.

В статье [25] утверждается, что реализация потенциала технологий широкого назначения требует дополнительных инвестиций на внедрение: фирмы должны модифицировать бизнес-процессы, накопить управленческий опыт, провести переобучение работников. Эти дополнительные инвестиции часто плохо поддаются оценке в национальных счетах, что приводит к недооценке роста общей факторной производительности в первые годы внедрения технологии широкого назначения. Впоследствии рост общей факторной производительности будет завышен, поскольку

потоки капитальных услуг от недооцененных инвестиций на внедрение технологии широкого назначения будут генерировать измеримый выпуск. Для описания этого явления авторы вводят понятие *J*-кривой производительности (*Productivity J-Curve*).

E. Brynjolfsson с соавторами в работе [25] оценивают неучтенный вклад в общую факторную производительность дополнительных инвестиций на внедрение технологий широкого назначения, связанных с инвестициями в НИОКР в целом, с компьютерным оборудованием, программным обеспечением и искусственным интеллектом. Для этого они выводят выражение из модифицированной неоклассической производственной функции, где недооцененная часть общей факторной производительности задается как функция темпов роста выпуска, объема и теневой стоимости капитала, накопившегося из дополнительных инвестиций на внедрение технологии широкого назначения. Для оценки объема и теневой стоимости недоучтенного капитала авторы опирались на теорию *q*-Тобина. Идея заключалась в том, что разница между рыночной стоимостью фирмы и наблюдаемыми инвестициями отражает инвестиции на внедрение технологии широкого назначения. Например, фирма, проводящая компьютеризацию, должна пропорционально инвестировать в два актива: компьютерное оборудование и дополнительное обучение сотрудников. Если предположить, что рынки активов и ценных бумаг правильно оценивают стоимость фирмы, то для фирмы рыночная цена инвестиций в компьютерное оборудование будет выше заместительной стоимости оборудования на стоимость будущих потоков от дополнительного обучения. Превышение рыночной стоимости фирмы над балансовой означает, что коэффициент Тобина выше единицы. На основе коэффициента Тобина можно оценить объем капитала, составленного из инвестиций на внедрение новой технологии широкого назначения, а значит, скорректированный показатель общей факторной производительности. Согласно количественным оценкам, для программного обеспечения скорректированный показатель общей факторной производительности на 11,3% выше, чем официальные показатели в конце 2004 г., и на 15,9% выше, чем официальные показатели в конце 2017 г. Тот же эффект от затрат на внедрение ИИ оказался небольшим, но растущим.

Снижение динамизма и замедление экономического роста

Ряд авторов связывают замедление темпов экономического роста со снижением динамизма (*business dynamism*). Динамизм подразумевает способность экономики к обновлению и адаптации через процесс «созидательного разрушения», когда менее эффективные компании вытесняются более эффективными новыми или существующими фирмами. Этот процесс связан с перемещением работников в более эффективные фирмы и созданием рабочих мест с более высокой оплатой труда.

Перемещение труда и капитала из менее производительных фирм в более производительные является одним из механизмов повышения общей факторной производительности. Когда предприятия с низкой производительностью закрываются или сокращают свои объемы и заменяются компаниями с высокой производительностью, это приводит к тому, что факторы производства могут быть использованы более эффективно. Если этот процесс замедляется, факторы производства остаются в фирмах с низкой производительностью, что препятствует росту общей факторной производительности.

Два последних десятилетия наблюдается снижение динамизма в экономике США и других развитых странах, что проявляется в уменьшении числа новых бизнесов, замедлении перераспределения рабочих мест и сокращении доли труда в выпуске. При этом снижение динамизма происходит на фоне роста концентрации рынка, прибыли и наценок. В работе [26] показано, что коэффициент входа новых фирм на рынок в США снижается уже более 30 лет, что влияет на возрастное распределение компаний. Авторы исследования [27] обнаружили, что темпы перераспределения рабочих мест между фирмами снизились во всех секторах экономики США с 2000 г. Хотя данные и показывают замедление оборота рабочих мест и фирм, не существует консенсуса о его причинах.

Одно из объяснений замедления динамизма связано со снижением темпов роста численности населения. Так, в статье [28] долгосрочное снижение числа новых фирм в США связывается с замедлением темпов роста предложения рабочей силы

с 1970-х гг. вследствие демографических причин. Согласно количественным оценкам авторы исследования [29] замедление бизнес-динамизма объясняют прошедшим периодом беби-бума. В 1960–1970-х гг. с притоком беби-бумеров на рынок труда появилось множество новых фирм, воспользовавшихся повышенным предложением рабочей силы. Многие из них продолжили свою деятельность, что отразилось на текущих показателях входа и выхода фирм. Когда в 1990-х гг. и начале XXI в. рост рабочей силы замедлился, существующие фирмы легко поглощали новое малочисленное поколение работников. В результате потребность в создании новых фирм снизилась, что привело к уменьшению числа новых предприятий и увеличению их среднего возраста. Поскольку старые фирмы, как правило, крупнее и реже покидают рынок, это способствовало концентрации занятости в крупных старых фирмах и снижению уровня выхода.

Усиление рыночной власти как причина снижения динамизма

Одновременно с замедлением экономического роста наблюдается увеличение рыночной власти, что выражается в способности компаний устанавливать цены выше предельных издержек, а значит, приводит к росту прибыли и наценок (*markup*). В работе [30] на основе данных о фирмах в США с 1955 г. обнаружено, что с 1980 г. превышение средней наценки над предельными издержками выросло с 21 до 61 %. Рост происходил за счет верхнего хвоста распределения наценок фирм, причем медиана осталась неизменной. Таким образом, доля рынка перераспределялась от фирм с низкой наценкой к фирмам с высокой наценкой. На основе данных о фирмах из 20 стран в исследовании [31] обнаружено, что за период с 2000 по 2015 г. наценки выросли на 6%, причем прирост был сильнее в секторе услуг и в странах с развитой экономикой. Рост произошел за счет верхнего дециля распределения наценок, состоящего из крупных и малых компаний, то есть между размером компании и наценками существовала зависимость в форме буквы *U*.

Ряд авторов объясняет рост рыночной власти на основе шумпетерианских моделей. Механизм, объясняющий рост рыночной власти в этом классе моделей, заключается в снижении способности отстающих фирм догонять лидеров за счет инноваций.

В работе [32] показано, что качество патентов небольших компаний резко снизилось с 2000 г., после бума 1990-х гг. Для оценки качества патентов автор оценивал их рыночную стоимость, используя разницу в ценах акций фирм до и после публикации патентов согласно подходу, предложенному в исследовании [33], где приведена модификация шумпетерианской модели поэтапных инноваций [34], в которой фирмы-последователи имеют «преимущество отсталости», позволяющее им легче вводить более радикальные и разрушительные идеи по сравнению с лидерами. Снижение шансов на лидерство заставляет фирму-последователя уменьшать инвестиции в НИОКР. Фирма-лидер, сталкиваясь с более низкой вероятностью быть обойденной, больше инвестирует в НИОКР, чтобы укрепить свои позиции. В результате технологический разрыв между лидером и последователем увеличивается, что повышает рыночную долю и наценки лидеров, а также концентрацию выручки и прибыли.

В статье [35] движущей силой современных тенденций названо снижение издержек расширения продуктовых линеек компании, которое произошло из-за распространения информационных технологий. Чем авторы обосновывают потенциальную связь между распространением IT и новыми эмпирическими фактами? Во-первых, снижение цен на IT-товары резко ускорилось в 1995–2005 гг., что совпало с кратковременным увеличением темпов роста остаточной производительности. Во-вторых, более высокие темпы роста производительности в 1995–2005 гг. и их снижение в последующие годы ложатся на динамику этого показателя в разбивке по отраслям. Авторы проанализировали динамику темпов остаточной производительности в зависимости от интенсивности использования IT. В секторах, занимающихся разработкой IT (*IT producing*), создаются компьютеры и электроника, проектируются компьютерные системы. Другие сектора делятся на активно использующие IT (*IT intensive*) и остальные — в зависимости от отношения средней стоимости их IT-капитала

к общей добавленной стоимости. Авторы отметили более высокие темпы роста в секторах, занимающихся производством IT, во второй половине 1990-х гг. и в секторах, интенсивно использующих IT, в начале 2000-х гг. При этом в остальных секторах такого же ускорения роста не наблюдалось. Кроме того, для секторов, интенсивно использующих IT, наблюдалось замедление роста остаточной производительности с середины 2000-х гг. В-третьих, доля труда в выпуске снижается во всех секторах экономики, но особенно сильно это снижение выражено в секторах, занимающихся производством ИТ или активно их использующих. В-четвертых, более крупные фирмы инвестируют бóльшую долю своей выручки в IT [36].

Для количественного анализа авторы используют модификацию модели эндогенного роста, предложенной в работе [23]. Фирмы в модифицированной модели гетерогенны по двум признакам. Первый признак — это качество продукции, которое различается в разных продуктовых линейках фирмы и улучшается эндогенно за счет инноваций и созидательного разрушения. Второй признак — эффективность процессов, которая не зависит от времени, различается между фирмами и является общей для всех продуктовых линеек отдельно взятой фирмы. Гетерогенность в эффективности процессов проистекает из различий в организационном капитале фирм — совокупности знаний, процессов и систем, на которые опираются компании в организации своей деятельности[3].

P. Aghion с соавторами отмечают, что распространение IT в 1990-е гг. облегчило расширение высокоэффективных компаний, таких как *Microsoft* и *Amazon* [35]. Информационные технологии могут сокращать накладные расходы за счет автоматизации рутинных задач, более эффективного управления запасами и цепочками поставок, благодаря электронным коммуникации и документообороту, масштабируемости и анализу данных для принятия решений. Распространение IT моделируется как снижение накладных расходов (*overhead cost*), облегчающее освоение новых продук-

[3] *OECD* Science, Technology and Industry Scoreboard 2015 // OECD iLibrary. URL: https://clck.ru/3GKDCb (дата обращения: 12.12.2024).

товых линеек. Параметр накладных расходов был откалиброван в соответствии со снижением относительных цен на IT-товары в 1996–2005 гг.

Расширение высокоэффективных фирм вызывает временный всплеск роста совокупной производительности в модельной экономике по двум причинам. Во-первых, высокоэффективные фирмы внедряют инновации и повышают качество продукции, чтобы захватить больше продуктовых линеек. Во-вторых, появление высокоэффективных фирм на большем числе рынков улучшает эффективность процессов в экономике в целом. Высокоэффективные фирмы могут устанавливать более высокие наценки по сравнению с низкоэффективными фирмами при одинаковом качестве продукции. Из-за относительно более высоких наценок высокоэффективные фирмы характеризуются более низкой долей труда. В результате расширение продуктовых линеек высокоэффективных фирм приводит к росту средней наценки и снижению доли труда в выпуске. Несмотря на увеличение средних наценок в экономике в целом, наценки некоторых фирм могут снижаться из-за конкуренции с высокоэффективными фирмами. Расширение высокоэффективных фирм в новых продуктовых линейках снижает стимулы к инновациям, так как монопольная рента от инноваций сокращается из-за конкуренции с высокоэффективными фирмами, уже действующими на продуктовой линейке. В результате фирмы сокращают интенсивность инноваций, что может перевесить положительное влияние снижения накладных расходов. Таким образом, если в краткосрочной перспективе распространение IT вызывает увеличение темпов экономического роста, то в долгосрочной перспективе оно может его замедлить.

Увеличение роли нематериальных активов, таких как программные продукты, алгоритмы и модели машинного обучения, также может объяснять увеличение рыночной концентрации.

Во-первых, усиление значения нематериальных активов в производстве и укрепление их правовой охраны приводят к снижению скорости распространения знаний. Без защиты интеллектуальной собственности фирмы не были бы заинтересованы в инвестировании в инновации, поэтому вполне ожидаемо, что компании, работающие на основе нематериальных активов, будут стре-

миться к активной защите своей интеллектуальной собственности для сохранения конкурентного преимущества. Кроме того, данные, используемые для принятия решений и машинного обучения, представляют собой уникальный ресурс[4]. Большие данные обладают сетевым эффектом: чем больше данных у фирмы, тем больше она знает о своих клиентах и тем лучше может их обслуживать. Преимущества в обслуживании привлекают больше клиентов, что генерирует еще больше данных и позволяет совершенствовать обслуживание. Таким образом, существующие крупные фирмы оказываются в более выгодном положении по сравнению с фирмами-новичками. Так, в работе [37] показано, что данные без возможности свободного использования (*proprietary data*) являются важным предиктором объемов венчурного финансирования, которые получают стартапы в сфере ИИ.

Во-вторых, нематериальные активы, такие как программное обеспечение и патенты, имеют низкие предельные издержки и относительно высокие постоянные издержки, потому что их создание требует значительных первоначальных затрат, но после этого их можно тиражировать или использовать многократно почти без дополнительных расходов. Например, разработка программного обеспечения требует значительных ресурсов, но после его создания затраты на копирование и распространение минимальны.

В исследовании [38] рост концентрации и снижение динамизма связывают с замедлением распространения знаний (*knowledge diffusion*). В работе представлены эмпирические факты для экономики США и их сопоставление с выводами из шумпетерианской модели с поэтапными инновациями, в которой фирмы-последователи постепенно совершенствуют качество продукта для сокращения технологического разрыва с лидером, а не вводят радикальную инновацию, полностью разрушающую ренту от предыдущей технологии. Авторы включают в модель экзогенную вероятность сокращения технологического разрыва между лидерами и последователями, которая является упрощенным

[4] *The world's* most valuable resource is no longer oil, but data // The Economist. May 6, 2017. URL: https://clck.ru/3GKDK8 (дата обращения: 12.12.2024).

представлением механизма обучения отстающих фирм у лидеров. Высокая вероятность сокращения технологического разрыва выгодна для отстающих фирм, но увеличивает конкуренцию и издержки для лидеров. Наценка фирмы-лидера задается эндогенно и зависит от технологического разрыва между лидером и последователем. Результаты авторов показывают, что замедление распространения знаний воспроизводит рост концентрации и совокупной наценки, а также снижение доли оплаты труда в выпуске, что объясняется увеличением доли секторов с большим технологическим разрывом между фирмами. Однако предложенная авторами стилизованная модель не смогла полностью описать новые эмпирические факты. Так, замедление распространения знаний в модельной экономике приводит к росту рыночной концентрации и наценок, снижению доли оплаты труда работников. Отсутствие свободного выхода на рынок в модели не позволяет проанализировать феномен старения фирм.

В статье-продолжении [39] авторы показывают результаты прикладного исследования, проведенного на основе расширенной модели, пригодной для количественного анализа, в частности для анализа переходных траекторий. Модель была откалибрована исходя из предположения, что в 1980 г. экономика США находилась в устойчивом равновесии. Затем на ее основе были построены переходные траектории для сценариев, в которых экономика подвергается одному из четырех шоков. Рассматриваемые шоки включали корпоративное налогообложение, субсидирование НИОКР государством, уровень издержек входа и распространение знаний. Сгенерированные траектории сравнивались с фактическими данными, чтобы понять, какой канал влияния лучше всего способен объяснить наблюдаемые эмпирические тренды в экономике США. Авторы сделали два количественных расчета. В первом случае они симулировали шоки по отдельности, а во втором — все вместе. Оба набора симуляций показывают, что замедление распространения знаний является основным каналом в модельной экономике, объясняющим все наблюдаемые тенденции.

В работе [40] предложена гипотеза, согласно которой снижение темпов экономического роста и увеличение рыночной кон-

центрации можно объяснить увеличением роли нематериальных активов, таких как программное обеспечение, и их особенностями. Во-первых, как было сказано, нематериальные активы связаны с низкими предельными издержками и относительно высокими постоянными издержками, что дает фирмам с высокой долей нематериальных активов конкурентное преимущество, препятствуя выходу новых фирм на рынок. Во-вторых, фирмы используют нематериальные активы с разной эффективностью. Как показано в исследованиях [41; 42], эффективность использования информационных технологий зависит от менеджмента. Влияние нематериальных активов на экономический рост зависит от того, насколько широко они распространены среди компаний. Широкое распространение нематериальных активов может способствовать экономическому росту, поскольку после того, как фиксированные издержки на их создание понесены, товары можно производить с очень низкими предельными издержками, что увеличивает ренту и, следовательно, стимулирует инновации. Однако неравномерное распространение нематериальных активов повышает уровень инноваций только для компаний с высоким уровнем нематериальных активов, в то время как другим компаниям становится труднее выходить на новые рынки, что снижает темпы экономического роста. Для теоретического анализа авторы предложили модификацию модели [23]. В модели нематериальные активы включены в производственную функцию. Фирмы могут снижать предельные издержки, инвестируя фиксированные суммы в нематериальные активы, и различаются по эффективности их использования. В стандартной модели *Klette* и *Kortum* фирма, разработавшая более качественную версию товара, становится его единственным производителем. Нематериальные активы изменяют этот результат, поскольку фирмы с высоким уровнем таких активов могут производить товары с более низкими издержками и продавать их по более низким ценам. Это создает барьеры для новых фирм, поскольку только значительное улучшение качества может компенсировать разницу в издержках. Таким образом, компании с высоким уровнем нематериальных активов могут препятствовать выходу на рынок новых фирм.

Потенциал ИИ для экономического роста

Несмотря на отсутствие значимого положительного влияния на экономический рост, оптимизм в отношении IT и ИИ не иссякает. В первую очередь он связан с развитием искусственного интеллекта, в частности его практического применения — машинного обучения.

Искусственный интеллект может дополнять труд человека, увеличивая его производительность. В работе [43] утверждается, что ИИ может настолько сильно повысить производительность труда, что люди будут меньше работать и получать при этом больше доходов. В исследовании [44] изучается влияние генеративного искусственного интеллекта на стоимость компаний. Авторы оценивают, насколько задачи, выполняемые сотрудниками различных профессий, могут быть автоматизированы или улучшены с помощью ИИ. Затем они рассчитывают показатель подверженности фирм ИИ на основе состава сотрудников и возможности автоматизации задач для их профессии. Согласно полученным результатам, фирмы с более высокой подверженностью ИИ ежедневно получали дополнительную прибыль в размере 0,4% после выхода *ChatGPT*. Авторы статьи [45] оценивают влияние ИИ на производительность немецких фирм с использованием инструментальных переменных для использования ИИ: частота использования ИИ на уровне отрасли, расходы на инновации в предыдущие периоды на одного сотрудника, сопротивление сотрудников внедрению новых технологий. Так, компании, внедряющие технологии искусственного интеллекта, сообщают о росте продаж на 4,4% в расчете на одного работника. Исследование [46] показало, что использование *GPT-4* увеличивает производительность консультантов на 12,2% и скорость выполнения задач — на 25,1%, повышает качество результатов на 40% с наибольшими улучшениями у сотрудников с низкой исходной продуктивностью (рост на 43%). Однако при задачах за пределами возможностей ИИ производительность падала, причем ученые выявили два подхода к взаимодействию с ИИ: делегирование задач («Кентавры») и полная интеграция («Киборги»). В работе [47] показано, что внедрение генеративного ИИ в качестве помощни-

ка для специалистов службы поддержки клиентов увеличило их производительность на 14%, особенно среди новичков и низкоквалифицированных работников (рост на 34%), но практически не повлияло на опытных сотрудников. Кроме того, ИИ повысил удовлетворенность клиентов, улучшил удержание сотрудников и способствовал обучению на рабочем месте.

ИИ может внести вклад в увеличение темпов экономического роста за счет более эффективного распределения ресурсов. К примеру, нейросети, разработанные командой *Google DeepMind*, оптимизировали потребление энергии в дата-центре, снижая затраты на охлаждение на 40% по сравнению с результатами, достигнутыми человеческими экспертами [4]. Другой способ снижения напрасной траты ресурсов — более точное предсказание погоды и других климатических явлений. Модель для предсказания погоды *GraphCast*[5] с использованием графовых нейронных сетей обеспечивает более точные и быстрые прогнозы по сравнению с традиционными методами. Более точные предсказания могут повысить готовность к экстремальным погодным явлениям и снизить потери времени и ресурсов в производственных процессах, способствуя росту общей факторной производительности, например оптимизировать посевные и уборочные работы в сельском хозяйстве, улучшить управление возобновляемыми источниками энергии, повысить эффективность управления цепочками поставок за счет снижения рисков, связанных с неблагоприятными погодными условиями.

Некоторые ученые высказывают мнение, что потенциально ИИ может значительно ускорить процесс инноваций.

Во-первых, как и в случае с другими профессиями, ИИ может дополнять труд исследователей. В работе [48] описывается около 25 потенциальных применений для ИИ, включая генерацию идей, написание статей, программирование и математические выкладки. Авторы статьи [49] обнаружили, что внедрение ИИ в немецких компаниях увеличивает вероятность внедрения нового продукта или процесса примерно на 8%. В исследовании [50] предложен

[5] *GraphCast* AI model for faster and more accurate global weather forecasting // Google DeepMind. 2023. URL: https://clck.ru/3GKDSh (дата обращения: 20.01.2025).

новый показатель инвестиций компаний в ИИ, построенный на основе текстового анализа резюме сотрудников. Авторы рассчитали показатель, определяя степень корреляции указанных в резюме навыков с искусственным интеллектом и тремя его основными подобластями: машинным обучением, обработкой естественного языка и компьютерным зрением — на основе их совместного упоминания в требованиях к вакансиям. Результаты показывают, что инвестиции в ИИ приводят к росту продаж, занятости и рыночной оценки компаний главным образом за счет увеличения продуктовых инноваций, причем этот рост сосредоточен среди крупных фирм и связан с их повышенной концентрацией в отрасли.

Во-вторых, IT и ИИ способствуют более быстрому и эффективному обмену идеями и их комбинированию. Такие платформы, как *GitHub*, и научные репозитории позволяют разработчикам и исследователям со всего мира обмениваться кодом, данными и исследованиями.

Во-третьих, ИИ потенциально может ускорить труд исследователей, занятых перебором различных комбинаций идей. Так, основной вывод из модели рекомбинации идей [51], в которой каждая новая идея получается комбинацией старых, говорит о том, что предел экономического роста лежит не столько в нашей способности придумывать новые идеи, сколько в способности перерабатывать обилие новых идей в пригодную для использования форму. Если часть проблемы снижающегося темпа инноваций заключается в том, чтобы справиться с большим количеством способов комбинирования старых идей, растущим по мере накопления инноваций, то технологии, подобные глубокому обучению, могут помочь в этом.

В качестве примера использования ИИ для поиска полезных комбинаций идей можно привести *GNoME* (*Graph Neural Network for Materials Exploration*)[6] — модель глубокого обучения от *Google DeepMind*, разработанную для ускорения открытия новых материалов путем анализа их свойств на основе графовых нейронных сетей. Она может значительно увеличить скорость инноваций

[6] *Millions* of new materials discovered with deep learning // Google DeepMind. 2023. URL: https://clck.ru/3GKDbx (дата обращения: 20.01.2025).

и способствовать экономическому росту, упрощая разработку передовых материалов для использования в энергетике, медицине и промышленности. Другой пример — стартап *Atomwise*, разрабатывающий новую технологию выявления потенциальных кандидатов в лекарственные препараты и инсектициды с помощью нейронных сетей для прогнозирования биоактивности молекул-кандидатов[7]. Однако разработанная *Atomwise* технология пока находится на ранней стадии: ее первые результаты кажутся многообещающими, но на рынке еще не появилось ни одного нового лекарства, созданного благодаря этому подходу.

Таким образом, если причина замедления экономического роста заключается в том, что новые идеи становится все сложнее найти [52], то участие ИИ в производстве идей может ускорить процесс инноваций.

Заключение

Эмпирические факты, наблюдаемые в настоящее время в развитых экономиках, не внушают оптимизма в отношении влияния IT и ИИ на экономику. В США и других развитых странах с середины 2000-х гг. фиксируется снижение темпов экономического роста. Одновременно с этим растут совокупные инвестиции в НИОКР, однако их эффективность, судя по всему, снижается. Кроме того, замедление темпов экономического роста происходит одновременно с ростом концентрации и наценок, уменьшением доли труда в выпуске и замедлением динамизма развития бизнеса, что выражается в снижении коэффициентов входа и выхода новых фирм и интенсивности перераспределения работников между фирмами.

Существует несколько гипотез относительно того, почему мы наблюдаем не увеличение, а снижение темпов экономического роста, несмотря на увеличение инвестиций в НИОКР и декларируемый потенциал новых технологий.

[7] *Company* // Atomwise. URL: https://www.atomwise.com/company/ (дата обращения: 12.12.2024).

Во-первых, оптимизм в отношении IT и ИИ действительно может быть преждевременным. В экономической истории можно найти примеры технологий, которые не оправдали своих ожиданий.

Второе объяснение заключается в неправильном измерении темпов экономического роста. Однако исследования, выполненные с использованием различной методологии, данную гипотезу опровергают. Кроме того, если вклад в процесс создания IT занижен, то это же было верно в период с 1995 по 2005 г., когда темпы роста не были столь же низкими.

Третье объяснение состоит в том, что, хотя IT и ИИ уже могут обеспечивать более высокие темпы экономического роста, их наиболее распространенные приложения, например контекстная реклама и финансовые услуги, перераспределяют ренту, а не ведут к росту предельной производительности труда.

Четвертая гипотеза не отрицает технологического оптимизма и связывает отсутствие ощутимого положительного влияния IT и ИИ с необходимостью выстраивания инфраструктуры и приспособления к новым технологиям. IT и ИИ удовлетворяют всем трем критериям технологии широкого назначения, которые предложили *T. Bresnahan* и *M. Trajtenberg* [12]. Вполне вероятно, что замедление экономического роста является общим явлением для многих технологий широкого назначения. Так, замедление экономического роста происходило и в эпоху электрификации в первой половине XX в. Исследователи связывают это явление с необходимостью дополнительных инвестиций для внедрения и полноценной реализации всех выгод новой технологии. При этом изъятие ресурсов на внедрение любой новой технологии широкого назначения приводит к замедлению темпов экономического роста.

Ряд исследований объясняют относительно низкие темпы экономического роста снижением динамизма, тесно связанного с «созидательным разрушением». Предлагаются объяснения, основанные на шумпетерианских моделях. В целом этот класс моделей в качестве причины роста рыночной власти указывает снижение возможностей для новых фирм догнать лидеров за счет инноваций. Так, в работе [35] снижение организационных издержек благодаря распространению IT привело к расширению продуктовых линеек

высокоэффективных компаний. Если в краткосрочной перспективе экспансия высокоэффективных фирм на новые рынки приводит к экономическому росту, то в долгосрочной перспективе она может его замедлить из-за снижения стимулов к инновациям из-за слишком большого технологического разрыва.

Большое значение нематериальных активов в эпоху распространения IT также может способствовать снижению динамизма из-за их особенностей. Во-первых, увеличение роли нематериальных активов естественным образом приводит к усилению их охраны, что ведет к замедлению распространения знаний. В исследовании [39] показано, что замедление распространения знаний, упрощенно моделируемое как снижение вероятности сокращения технологического разрыва между лидером и последователем, может объяснить динамику экономического роста и показателей рыночной власти. Во-вторых, нематериальные активы, такие как программное обеспечение, требуют больших первоначальных вложений, после чего они могут быть растиражированы с крайне низкими расходами. Это означает, что в структуре издержек увеличивается доля фиксированных и снижается доля переменных. В работе [40] показано, что, с одной стороны, это изменение в структуре издержек приводит к увеличению стимулов к инновациям у фирм, способных эффективно использовать нематериальные активы, а с другой — необходимость первоначальных крупных инвестиций затрудняет выход на рынок для новых фирм.

Несмотря на не самые обнадеживающие эмпирические факты, есть поводы для технологического оптимизма в отношении информационных технологий. Во-первых, если гипотеза об отсутствии экономического роста из-за издержек на внедрение новой технологии широкого назначения верна, то по завершении этого периода проявится положительный эффект от информационных технологий на экономический рост. Во-вторых, большие надежды возлагаются на расширение использования искусственного интеллекта, тесно связанного с распространением IT. Так, согласно ряду исследований, внедрение ИИ увеличивает производительность работников и фирм. ИИ может потенциально ускорить процесс инноваций благодаря более быстрому и эффективному обмену идеями и их комбинированию.

Список использованных источников

1. Fernald J. G. Productivity and Potential Output before, during, and after the Great Recession // NBER Macroeconomics Annual. 2015. Vol. 29. No. 1. P. 1–51. DOI 10.1086/680580
2. Adler G., Duval M. R. A., Furceri D., Celik S. K., Koloskova K., Poplawski-Ribeiro M. Gone with the headwinds: Global productivity. Washington, DC: International Monetary Fund, 2017. 98 p. DOI 10.5089/9781475589672.006
3. Cette G., Fernald J., Mojon B. The pre-Great Recession slowdown in productivity // European Economic Review. 2016. Vol. 88. No. 3–20. P. 3–20. DOI 10.1016/j.euroecorev.2016.03.012
4. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. Artificial intelligence and the modern productivity paradox // The economics of artificial intelligence: An agenda. Chicago: University of Chicago Press, 2019. P. 23–57. DOI 10.7208/chicago/9780226613475.003.0001
5. Acemoglu D. The simple macroeconomics of AI. NBER Working Paper No. 32487. Cambridge, MA: NBER, 2024. 58 p. DOI 10.3386/w32487
6. Cardarelli M. R., Lusinyan M. L. US total factor productivity slowdown: Evidence from the US states. Washington, D.C.: International Monetary Fund, 2015. 24 p. DOI 10.5089/9781513520834.001
7. Byrne D. M., Fernald J. G., Reinsdorf M. B. Does the United States have a productivity slowdown or a measurement problem? // Brookings Papers on Economic Activity. 2016. No. 1. P. 109–182. DOI 10.1353/eca.2016.0014
8. Syverson C. Challenges to mismeasurement explanations for the US productivity slowdown // Journal of Economic Perspectives. 2017. Vol. 31. No. 2. P. 165–186. DOI 10.1257/jep.31.2.165
9. Andrews D., Criscuolo C., Gal P. The best versus the rest: The global productivity slowdown, divergence across firms and the role of public policy // OECD Productivity Working Papers. No. 5. Paris: OECD Publishing. 2016. 77 p. DOI 10.1787/63629cc9-en
10. Brynjolfsson E., McAfee A., Sorell M., Zhu F. Scale without mass: Business process replication and industry dynamics // Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Research Paper No. 07-016. SSRN, 2008. 47 p. DOI 10.2139/ssrn.980568

11. Autor D., Dorn D., Katz L. F., Patterson C., Reenen J. V. The fall of the labor share and the rise of superstar firms // The Quarterly Journal of Economics. 2020. Vol. 135, No. 2. P. 645–709. DOI 10.1093/qje/qjaa004
12. Bresnahan T. F., Trajtenberg M. General purpose technologies 'Engines of growth'? // Journal of Econometrics. 1995. Vol. 65. No. 1. P. 83–108. DOI 10.1016/0304-4076(94)01598-T
13. David P. A. The dynamo and the computer: An historical perspective on the modern productivity paradox // The American Economic Review. 1990. Vol. 80, No. 2. P. 355–361. URL: https://www.jstor.org/stable/2006600 (дата обращения: 07.02.2025).
14. Lucas R. E. On the mechanics of economic development // Journal of Monetary Economics. 1988. Vol. 22. No. 1. P. 3–42. DOI 10.1016/0304-3932(88)90168-7
15. Romer P. M. Increasing returns and long-run growth // Journal of Political Economy. 1986. Vol. 94. No. 5. P. 1002–1037. DOI 10.1086/261420
16. Romer P. M. Endogenous technological change // Journal of Political Economy. 1990. Vol. 98. No. 5. P. 71–102. DOI 10.1086/261725
17. Aghion P., Howitt P. A Model of growth through creative destruction // Econometrica. 1992. Vol. 60. No. 2. P. 323–351. DOI 10.2307/2951599
18. Grossman G. M., Helpman E. Quality ladders in the theory of growth // Review of Economic Studies. 1991. Vol. 58. No. 1. P. 43–61. DOI 10.2307/2298044
19. Замулин О., Сонин К. Экономический рост: Нобелевская премия 2018 года и уроки для России // Вопросы экономики. 2019. № 1. С. 11–36. DOI 10.32609/0042-8736-2019-1-11-36. EDN YTNWLB
20. Aghion P., Akcigit U., Howitt P. What do we learn from Schumpeterian growth theory? // Handbook of Economic Growth. Vol. 2. Elsevier, 2014. P. 515–563. DOI 10.1016/B978-0-444-53540-5.00001-X
21. Arrow K. Economic welfare and the allocation of resources for invention // The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors / Ed. by Universities-National Bureau Committee for Economic Research, Committee on Economic Growth of the Social Science Research Council. Princeton: Princeton University Press, 1962. P. 609–626. DOI 10.1007/978-1-349-15486-9_13
22. Aghion P., Harris C., Vickers J. Competition and growth with step-by-step innovation: An example // European Economic Review. 1997. Vol. 41. No. 3–5. P. 771–782. DOI 10.1016/S0014-2921(97)00036-6
23. Klette T. J., Kortum S. Innovating firms and aggregate innovation // Journal of Political Economy. 2004. Vol. 112. No. 5. P. 986–1018. DOI 10.1086/422563

24. Helpman E., Trajtenberg M. A time to sow and a time to reap: Growth based on general purpose technologies. Cambridge, MA: NBER, 1994. 48 p. DOI 10.3386/w4854
25. Brynjolfsson E., Rock D., Syverson C. The productivity J-Curve: How intangibles complement general purpose technologies // American Economic Journal: Macroeconomics. 2021. Vol. 13. No. 1. P. 333–372. DOI 10.1257/mac.20180386
26. Pugsley B. W., Şahin A. Grown-up business cycles // The Review of Financial Studies. 2019. Vol. 32, No. 3. P. 1102–1147. DOI 10.1093/rfs/hhy063
27. Decker R. A., Haltiwanger J., Jarmin R. S., Miranda J. Changing business dynamism and productivity: Shocks versus responsiveness // American Economic Review. 2020. Vol. 110, No. 12. P. 3952–3990. DOI 10.1257/aer.20190680
28. Karahan F., Pugsley B., Şahin A. Demographic origins of the start-up deficit // American Economic Review. 2024. Vol. 114. No. 7. P. 1986–2023. DOI 10.1257/aer.20210362
29. Hopenhayn H., Neira J., Singhania R. Implications for concentration, entrepreneurship and the labor share // Econometrica. 2022. Vol. 90. No. 4. P. 1879–1914. DOI 10.3982/ECTA18012
30. De Loecker J., Eeckhout J., Unger G. The rise of market power and the macroeconomic implications // The Quarterly Journal of Economics. 2020. Vol. 135. No. 2. P. 561–644. DOI 10.1093/qje/qjz041
31. Díez F. J., Fan J., Villegas-Sánchez C. Global declining competition? // Journal of International Economics. 2021. Vol. 132. Article 103492. DOI 10.1016/j.jinteco.2021.103492
32. Olmstead-Rumsey J. Market concentration and the productivity slowdown // MPRA Paper No. 107000. December 13, 2020. 71 p. [Revised version].
33. Kogan L., Papanikolaou D., Seru A., Stoffman N. Technological innovation, resource allocation, and growth // The Quarterly Journal of Economics. 2017. Vol. 132. No. 12. P. 665–712. DOI 10.1093/qje/qjw040
34. Aghion P., Harris C., Howitt P., Vickers J. Competition, imitation and growth with step-by-step innovation // The Review of Economic Studies. 2001. Vol. 68. No. 3. P. 467–492. DOI 10.1111/1467-937X.00177
35. Aghion P., Bergeaud A., Boppart T., Klenow P. J., Li H. A theory of falling growth and rising rents // Review of Economic Studies. 2023. Vol. 90. No. 6. P. 2675–2702. DOI 10.1093/restud/rdad016
36. Crouzet N., Eberly J. C. Understanding weak capital investment: The role of market concentration and intangibles. NBER Working Paper No. 25869. Cambridge, MA: NBER, 2019. 65 p. DOI 10.3386/w25869

37. Bessen J., Impink S. M., Reichensperger L., Seamans R. The role of data for AI startup growth // Research Policy. 2022. Vol. 51. No. 5. Article 104513. DOI 10.1016/j.respol.2022.104513
38. Akcigit U., Ates S. T. Ten facts on declining business dynamism and lessons from endogenous growth theory // American Economic Journal: Macroeconomics. 2021. Vol. 13. No. 1. P. 257–298. DOI 10.1257/mac.20180449
39. Akcigit U., Ates S. T. What happened to US business dynamism? // Journal of Political Economy. 2023. Vol. 131. No. 8. P. 2059–2124. DOI 10.1086/724289
40. De Ridder M. Market power and innovation in the intangible economy // American Economic Review. 2024. Vol. 114. No. 1. P. 199–251. DOI 10.1257/aer.20201079
41. Bloom N., Sadun R., Van Reenen J. Americans do IT better: US multinationals and the productivity miracle // American Economic Review. 2012. Vol. 102. No. 1. P. 167–201. DOI 10.1257/aer.102.1.167
42. Schivardi F., Schmitz T. The IT revolution and Southern Europe's two lost decades // Journal of the European Economic Association. 2020. Vol. 18. No. 5. P. 2441–2486. DOI 10.1093/jea/jvz048
43. Stevenson B. Artificial intelligence, income, employment, and meaning // The Economics of Artificial Intelligence: An Agenda / Ed. by A. Agrawal, J. Gans, A. Goldfarb. Chicago: University of Chicago Press, 2018. P. 189–196. DOI 10.7208/chicago/9780226613475.003.0007
44. Eisfeldt A. L., Schubert G., Zhang M. B. Generative AI and firm values. NBER Working Paper No. 31222. Cambridge, MA: NBER, 2023. 69 p. DOI 10.3386/w31222
45. Czarnitzki D., Fernández G. P., Rammer C. Artificial intelligence and firm-level productivity // Journal of Economic Behavior & Organization. 2023. Vol. 211. P. 188–205. DOI 10.1016/j.jebo.2023.05.008
46. Dell'Acqua F., McFowland III E., Mollick E. R., Lifshitz-Assaf H., Kellogg K., Rajendran S., Krayer L., Candelon F., Lakhani K. R. Navigating the jagged technological frontier: Field experimental evidence of the effects of ai on knowledge worker productivity and quality // Harvard Business School Technology & Operations Mgt. Unit Working Paper No. 24-013. SSRN, 2023. 58 p. DOI 10.2139/ssrn.4573321
47. Brynjolfsson E., Li D., Raymond L. R. Generative AI at work. NBER Working Paper No. 31161. Cambridge, MA: NBER, 2023. 67 p. DOI 10.3386/w31161
48. Korinek A. Language models and cognitive automation for economic research. NBER Working Paper No. 30957. Cambridge, MA: NBER, 2023. 35 p. DOI 10.3386/w30957

49. Rammer C., Fernández G. P., Czarnitzki D. Artificial intelligence and industrial innovation: Evidence from German firm-level data // Research Policy. 2022. Vol. 51. No. 7. Article 104555. DOI 10.1016/j.respol.2022.104555
50. Babina T., Fedyk A., He A., Hodson J. Artificial intelligence, firm growth, and product innovation // Journal of Financial Economics. 2024. Vol. 151. Article 103745. DOI 10.1016/j.jfineco.2023.103745
51. Weitzman M. L. Recombinant growth // The Quarterly Journal of Economics. 1998. Vol. 113, No. 2. P. 331–360. DOI 10.1162/003355398555595
52. Bloom N., Jones C. I., Van Reenen J., Webb M. Are ideas getting harder to find? // American Economic Review. 2020. Vol. 110. No. 4. P. 1104–1144. DOI 10.1257/aer.20180338

Эмпирический анализ влияния развития институтов на экономический рост

Евдокимов Д. Ю., научный сотрудник лаборатории количественного анализа экономических эффектов Института Гайдара, ORCID 0000-0003-1549-5109, evdokimov@iep.ru

Плескачев Ю. А., старший научный сотрудник лаборатории количественного анализа экономических эффектов Института Гайдара, ORCID 0000-0002-9898-716X, pleskachev@iep.ru

Пономарев Ю. Ю., к.э.н., заведующий лабораторией количественного анализа экономических эффектов Института Гайдара, ORCID 0000-0002-1188-9293, ponomarev@iep.ru

Аннотация. В исследовании оценивается влияние качества институтов на экономический рост в межстрановом разрезе за период с 2000 по 2023 г. Для измерения качества институтов используется расширенный набор показателей различного типа, включая экспертные, статистические и комплексные, охватывающий ключевые измерения институциональной среды: качество управления и правоприменения, политическую подотчетность и участие, экономические свободы, финансовую инфраструктуру и инновационный потенциал.

Отличительной особенностью исследования является использование максимально широкого набора институциональных индикаторов, обеспечивающего полноту анализа качества институтов, а также эмпирический подход, который включает в себя построение моделей на основе панельных данных с фиксированными эффектами и расширенным набором спецификаций для проверки широкого набора гипотез, чаще встречающегося в исследовательской литературе лишь по отдельности, включая проверку неоднородности эффектов по группам стран с различным уровнем дохода, лаговой структуры институционального воздействия и устойчивости результатов к альтернативным наборам индикаторов.

Для повышения сопоставимости и снижения мультиколлинеарности дополнительно формируются композитные показатели качества институтов на основе метода главных компонент. Полученные результаты подтверждают статистически значимую связь между качеством институтов и экономическим ростом, при этом величина и структура эффекта заметно различаются между группами стран. В рамках тестирования отдельных гипотез получены подтверждения наличия пороговых эффектов по отдельным институциональным компонентам, а также различия во временной динамике воздействия.

Введение

Вопросы, связанные с анализом и оценкой количественного и качественного влияния институтов на экономический рост, остаются одними из центральных в современных исследованиях экономической науки: качество правоприменения, подотчетность власти, уровень конкуренции и другие элементы институциональной среды формируют условия для накопления факторов производства, роста производительности и распространения инноваций, что особенно важно в контексте современных, быстро меняющихся внешних условий. В то же время в международной литературе отмечается значительная вариативность оценок влияния институтов на рост, что связано как с различиями в измерении показателя качества институтов, так и с различными методологическими подходами и сложностями при проведении оценок (эндогенность, пропущенные переменные, неоднородность стран, инерционность влияния и др.). С учетом этого в исследованиях последних лет усиливается методологический сдвиг: происходит отход от универсальных агрегированных индексов в пользу многокомпонентных и контекстно ориентированных подходов к оценке, более детально и корректно учитывающих институциональные факторы и их взаимодополняющую роль, включая неформальные практики.

С практической точки зрения это означает, что проверка гипотез о влиянии качества институтов на показатели экономического роста требует, во-первых, сопоставимого набора показателей качества институтов для разных стран, во-вторых, аккуратной работы с данными высокой частотности и возможной коллинеарностью индикаторов и контрольных переменных, в-третьих, правильно подобранного методологического подхода. В исследованиях отмечается, что даже при наличии слабых/умеренных корреляций между институциональными компонентами и макрофакторами повышается риск зависимости результата от выбора конкретного индекса.

Цель настоящего исследования — разработать и оценить эмпирическую модель влияния качества институтов на экономиче-

ский рост, включая анализ устойчивости результатов при различных спецификациях и наборах гипотез, отражающих эволюцию современной литературы.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

— систематизировать теоретические подходы к оценке влияния институтов на экономический рост и обобщить результаты ключевых эмпирических исследований, выделить характерные изменения с течением времени;

— разработать эмпирическую модель для проведения оценки влияния качества институтов на показатели экономического роста, позволяющую тестировать различные гипотезы, выделенные на основе анализа международной литературы;

— сформировать межстрановую панельную базу данных, позволяющую проводить тестирование выбранных гипотез;

— сформировать набор индикаторов, отражающих качество институтов и их отдельные аспекты, построить комбинированные показатели качества институтов с использованием различных эмпирических методов;

— провести эмпирические оценки разработанной модели и протестировать набор гипотез о различных аспектах влияния качества институтов на экономический рост.

Дальнейшая структура исследования выстроена следующим образом. В разделе 1 представлен общий обзор международных исследований, посвященных анализу влияния качества институтов на экономический рост, рассмотрена историческая перспектива эволюции подходов к таким оценкам. В разделе 2 представлена эмпирическая модель для проведения оценок и сформулирован набор гипотез о различных аспектах влияния качества институтов на экономический рост. В разделе 3 представлено описание используемых данных и контрольных переменных, включая выбор соответствующих индексов качества институтов, а также представлены различные спецификации моделей и приводятся результаты полученных оценок и анализа их устойчивости. В заключении представлены ключевые выводы и ограничения проведенного анализа.

1. Теоретические и эмпирические подходы к анализу влияния качества институтов на экономический рост

1.1. Эволюция теоретических подходов к анализу влияния институтов на экономический рост

Вопросы анализа взаимосвязи качества институтов и экономического роста длительное время находились в фокусе внимания международной исследовательской литературы в области экономики, восходя к классическим работам А. Смита. Однако с широким распространением статистики, развитием эконометрических методов и появлением большого количества различных индексов и индикаторов, измеряющих качество институтов начиная с 1990-х годов, исследования влияния качества институтов на экономический рост заняли одно из центральных мест в межстрановой макроэкономической литературе.

Именно в этот период институты стали рассматриваться не только как качественная характеристика социально-экономической среды, но и как количественно измеримый фактор, способный объяснять устойчивые различия в уровнях дохода и темпах экономического роста между странами. Проанализировав то, как с течением времени менялся фокус исследований, посвященных данной тематике, можно отметить последовательную смену исследовательских акцентов — от выявления базовой связи между институтами и ростом к более детальному анализу качества институтов, их внутренней структуры и способности адаптироваться к новым экономическим условиям.

Как видно из табл. 1, фокус эмпирических исследований постепенно смещался от концептуального утверждения о первичности институтов и рассмотрения их как единого фактора, к рассмотрению институтов как многомерной системы взаимодополняющих элементов, влияющих на рост через разные каналы (инвестиции, производительность, инновации, устойчивость к шокам), а затем — к оценкам, учитывающим многомерность институциональной среды, динамику и неоднородность эффектов.

Для исследований 1990-х — начала 2000-х годов характерна постановка гипотезы о том, что именно институты являются

Таблица 1. Эволюция эмпирических подходов к институтам и экономическому росту

№	Исследование (год)	Основной вывод	Метод / данные	Тип роста
1	North (1990) [1]	Институты как фундаментальная причина экономического развития; историческая эволюция институтов формирует долгосрочный уровень благосостояния	Исторический, концептуальный анализ, качественные и исторические данные	долгосрочный
2	Barro (1991, 1996) [2], [3]	Влияние политических и социальных факторов на темпы экономического роста между странами; эмпирические кросс-страны регрессии	Межстрановые регрессии, панельные данные (среднесрочные горизонты)	Среднесрочный/ долгосрочный
3	Knack, Keefer (1995) [4]	Связь показателей институционального качества (rule of law, corruption) с экономическим ростом. Институты объясняют межстрановые различия в темпах роста	Межстрановые регрессии / панельные регрессии; показатели качества институтов (индексы)	Среднесрочный
4	Acemoglu, Johnson, Robinson (2001) [5]	Институты (в том числе исторические/колониальные каналы) как ключевой фактор долгосрочного уровня дохода; использование инструментов исторического характера	Межстрановые регрессии с инструментальными переменными на основе исторических переменных (смертность поселенцев, верховенство закона и др.)	Долгосрочный
5	Rodrik, Subramanian, Trebbi (2004) [6]	Сравнение роли институтов, географии и политики торговли в объяснении доходов; вывод — институты имеют решающее значение	Межстрановые регрессии, инструментальные переменные, проверка робастности	Среднесрочный/ долгосрочный
6	Mauro; Knack, Keefer; Easterly, Levine (1990–2000) [7], [8], [9]	Разные измерения институтов (коррупция, правовая система, политическая стабильность) и их связь с ростом; множество эмпирических проверок	Межстрановые регрессии и панельные регрессии; различные индексы (CPI, WGI, др.)	Среднесрочный
7	Современные исследования (2010+) [10], [11], [12]	Использование панельных индексов (V-Dem, WGI), динамические методы (GMM), анализ гетерогенности и пороговых эффектов; усиление внимания к идентификации каузальности (Granger, IV, natural experiments)	Панельные данные, усложнение используемых моделей, проверки причинности влияния	Среднесрочный/ кратко-срочный

Источник: составлено авторами на основе обзора литературы.

основной причиной долгосрочных различий в уровне экономического развития. На раннем этапе основное внимание уделялось проведению межстрановых сравнений, базовым регрессиям для классических моделей роста и простым прокси качества институтов. В рамках данного подхода институты рассматривались как совокупность формальных правил и механизмов правоприменения, которые формируют стимулы экономических агентов и тем самым задают условия для накопления капитала, инвестиций и роста производительности. Исследователи опирались на межстрановые сравнения и стремились разделить влияние институционального фактора с альтернативными (география, торговля, ресурсные факторы) в рамках единого теоретического подхода.

В статье Acemoglu, Johnson и Robinson [5] предложена стратегия борьбы с эндогенностью, основанная на использовании исторически обусловленных показателей смертности европейских поселенцев в колониях в качестве инструментальной переменной для современных характеристик качества институтов. Авторы показывают, что качество институтов оказывает статистически значимое влияние на уровень дохода на душу населения, тогда как альтернативные объяснения теряют значимость при включении институциональных переменных. Данная работа стала методологическим ориентиром для последующих исследований, продемонстрировав возможность эмпирического выделения причинного эффекта институтов.

В работе Rodrik, Subramanian и Trebbi [6] авторы развивают данный подход, сопоставляя институциональные факторы с географическими условиями и торговой открытостью. Их результаты подтверждают значимую роль институтов в объяснении различий в доходах между странами, а также подчеркивают ограниченность объясняющей силы чисто географических или торговых факторов при контроле за уровнем качества институтов, однако в дальнейшем были отмечены некоторые ограничения, связанные с выбором стран и временного периода для анализа, а также отдельными показателями качества институтов.

В этот же период происходит активное развитие и широкое распространение агрегированных индексов качества институтов. Наиболее востребованными становятся показатели верховенства

права, контроля коррупции и качества государственного управления, агрегированные в рамках таких проектов, как Worldwide Governance Indicators (WGI) [13] и Corruption Perceptions Index (CPI) [14]. Использование подобных индексов обеспечивало сопоставимость оценок для широкого круга стран и периодов, однако одновременно закладывало основу для последующей критики, связанной с их агрегированным характером и ограниченной содержательной интерпретируемостью. Указанные ограничения стали отправной точкой для последующей эволюции эмпирических подходов к измерению институционального качества.

Начиная с 2010-х гг. в литературе наблюдается заметный сдвиг от анализа наличия институтов к оценке их качества, легитимности и фактической эффективности. В центре внимания оказываются не только формальные правила, но и механизмы их реализации, степень доверия к институтам, а также взаимодействие формальных и неформальных практик.

Данный этап ассоциируется с работами Acemoglu и Robinson (2012) [10], а также, например, Easterly, Levine (2003) [9], в которых подчеркивается значение институциональных конфигураций и политико-экономических ограничений для устойчивости экономического роста. Существенный вклад в развитие этого направления вносят исследования, анализирующие так называемые эпизоды роста и роль институциональных механизмов в их запуске и поддержании.

На уровне концептуальных подходов одновременно происходит эволюция представлений о допустимых инструментах измерения качества институтов, отражающими отдельные аспекты институциональной среды, такие как независимость судебной системы, защита прав собственности, регуляторное правоприменение и элементы цифрового управления. Существенное развитие получают субнациональные индексы качества управления, в частности European Quality of Government Index (EQI) [15], позволяющие анализировать внутристрановую неоднородность институциональных условий.

В методологическом плане для данного этапа характерно усиление внимания к гетерогенности эффектов и к нелинейному характеру влияния институтов на рост. Все чаще используются

модели, допускающие пороговые эффекты, взаимодействия между институциональными компонентами, а также учет лаговой структуры воздействия. Расширение набора индикаторов и их частичное перекрытие стимулируют применение методов снижения размерности и построения композитных показателей. Соответствующие эмпирические стратегии получили развитие в более поздних прикладных исследованиях.

Современный этап исследований характеризуется дальнейшим расширением трактовки понятия институтов и включением в анализ новых направлений, связанных с цифровой трансформацией и устойчивым развитием. Также необходимо отметить расширение набора индикаторов и переход к панельным, динамическим и пороговым спецификациям, что требует более аккуратного измерения институтов и устойчивых процедур агрегирования и значительно более детализированных и подробных индексов, отражающих не только общее качество институтов, но и достаточно специфические отдельные детали. В условиях глобальных технологических и экологических вызовов институты все чаще рассматриваются как механизмы обеспечения адаптивности экономики и управления рисками.

Существенное внимание уделяется цифровым институтам, включая развитие электронного правительства, цифровых идентификационных систем и платформенных решений, способных снижать транзакционные издержки и повышать прозрачность государственного управления, как показано в работе Acemoglu, Restrepo [16]. Параллельно возрастает роль ESG-метрик и институциональных показателей устойчивости, активно используемых международными организациями и инвесторами для оценки инвестиционных рисков и качества экономической политики (см., например, работы ОЭСР [17]).

Отличительной особенностью данного этапа является рост объема и разнообразия различных показателей и индексов качества институтов, что усиливает требования к сопоставимости показателей и корректности эмпирических оценок. Критика существующих индексов и практик их использования привела к пересмотру отдельных инструментов (в частности, прекращению проекта Doing Business в 2021 г. [18]) и стимулировала разви-

тие более прозрачных и методологически устойчивых подходов к измерению качества институтов.

В целом эволюция эмпирической литературы с 1990-х гг. отражает переход от анализа институтов как единого агрегированного фактора к рассмотрению их как многомерной системы взаимосвязанных элементов. Данный сдвиг предопределяет использование более сложных эмпирических стратегий, ориентированных на учет гетерогенности, нелинейности и эндогенности, а также на применение композитных индексов и адаптированных систем измерения. Данный переход обусловил как расширение набора используемых институциональных показателей, так и усложнение эмпирических стратегий их анализа.

1.2. Эмпирические исследования влияния институтов на экономический рост

Эмпирическая литература, посвященная анализу влияния институтов на экономический рост, характеризуется значительным разнообразием исследовательских подходов, источников данных, методов оценивания и спецификаций. Вместе с тем в ней можно выделить ряд работ, которые задали основные направления развития и сформировали методологические стандарты, широко используемые в последующих исследованиях.

В предыдущем подразделе акцент был сделан на эволюции представлений о том, какие функции выполняют институты, в данном подразделе детально рассматривается то, как именно в прикладных работах проводились оценки влияния качества институтов на экономический рост, включая используемые стратегии идентификации этого влияния, различные подходы к измерению непосредственно качества институтов, а также причины, по которым выбор индекса и способ его агрегации систематически влияет на величину и устойчивость получаемых оценок.

Наиболее распространенным подходом к проведению оценок является оценка межстрановых панельных регрессий, восходящих к классическим моделям, при которых оцениваются стандартные спецификации: темпы роста (или уровни дохода)

объясняются набором стандартных контролей и показателями институтов. Развитие эмпирического аппарата в значительной степени определялось попытками ответить на три устойчивые методологические проблемы: эндогенность институтов (возможность обратного влияния роста на качество институтов), пропущенные переменные (история, культура, структура экономики) и инерционность институционального воздействия (лаги и длительные «переходные издержки» реформ).

В рамках такого подхода можно выделить несколько «семейств» эмпирических моделей:

— кросс-секционные/простые полные оценки на панельной структуре данных или простые сопоставления стран информативны для выявления «общих закономерностей», но уязвимы к смещениям из-за ненаблюдаемой неоднородности;

— панельные модели с фиксированными эффектами позволяют лучше контролировать постоянные страновые особенности, но сталкиваются с проблемой ограниченной внутристрановой вариативности многих институциональных показателей;

— динамические панельные методы (в том числе GMM-подходы) — используются для учета лаговой структуры и борьбы с эндогенностью;

— инструментальные и квазиэкспериментальные подходы — применяются для усиления каузальной интерпретации, однако требуют сильных предпосылок к валидности инструментов/экзогенности шоков и часто ограничены по применимости.

При близких по форме спецификациях результаты часто оказываются чувствительны не столько к выбору «класса метода», сколько к тому, какой именно институциональный индикатор используется и как он рассчитывается.

В эмпирических работах институты редко наблюдаемы напрямую, поэтому исследователи опираются на индексы, которые различаются как по источникам данных, так и по концептуальному и смысловому содержанию. Подробнее различные типы индексов рассмотрены в следующем разделе.

Отдельная группа работ посвящена конструированию агрегированных показателей институционального качества на основе набора частных индикаторов, зачастую из одного источника,

где для снижения размерности и уменьшения мультиколлинеарности применяются метод главных компонент. Такая практика повышает устойчивость оценок в регрессионных моделях, но одновременно усиливает требования к интерпретации: получаемый композитный показатель часто имеет смысл «общего качества управления», а не конкретного институционального механизма.

С учетом цели и задач настоящего исследования необходимо уделить внимание обзору эмпирических исследований, где именно индексы в разных комбинациях и с разной процедурой агрегации выступают основным инструментом измерения институтов.

Обзор эмпирической литературы показывает, что в исследованиях влияния институтов на экономический рост в качестве метрик институциональной среды используются как отдельные институциональные индексы, так и их различные комбинации. На ранних этапах эмпирического анализа преобладало применение агрегированных универсальных показателей, однако по мере усложнения исследовательских задач наблюдается переход к использованию наборов институциональных индикаторов и построению композитных индексов.

В значительной части современных работ качество институтов интегрируется в модель через совокупность компонент всемирных показателей государственного управления Всемирного банка (Worldwide Governance Indicators), отражающих ключевые аспекты государственного управления, правовой системы и политической среды. Композитный индекс на основе WGI, как правило, формируется с использованием методов снижения размерности (прежде всего анализа главных компонент), что позволяет уменьшить мультиколлинеарность между показателями и повысить устойчивость оценок в регрессионных моделях.

Наряду с этим в эмпирической литературе широко распространены подходы, предполагающие комбинирование институциональных индикаторов различного типа — управленческих, политических и социально-экономических. Такие спецификации позволяют более полно учитывать многоаспектный характер институтов и анализировать каналы их воздействия на экономический рост, однако требуют аккуратной работы с масштабами измерений и интерпретацией полученных коэффициентов.

Таблица 2. Эмпирические исследования: использование институциональных индексов и композитных метрик

№	Работа	Институциональная метрика	Метод/данные	Комментарий
1	Afonso, Almeida, Fortuna (2021) [19]	Индекс экономической свободы (композитный), институциональные прокси	Межстрановые/панельные сопоставления по ОЭСР	Демонстрирует чувствительность результатов к выбору композитной метрики институтов
2	Ahmed et al. (2020) [20]	Композитный индекс качества институтов на основе шести индикаторов WGI (government effectiveness, rule of law, political stability, voice and accountability, control of corruption, regulatory quality), агрегированный с использованием PCA	Панель стран; регрессии с макроэкономическими контролями	Пример построения интегрального институционального показателя для снижения мультиколлинеарности
3	Arvin, Pradhan, Nair (2021) [21]	Композитные показатели институционального качества на основе 14 индикаторов CPIA (World Bank), агрегированных методом главных компонент	Панель стран; регрессии с контролями фискального блока	Переход к наборам институциональных индикаторов и анализу совместной динамики
4	Jiahao et al. (2022) [22]	Институциональные индикаторы WGI, агрегированные в композитный индекс с применением PCA	Панель стран SSA; регрессии/робастность	Пример использования индикаторов качества институтов как условия для реализации эффектов торговли/реформ
5	Li & Kumbhakar (2022) [23]	Демократия (Polity IV), коррупция (Transparency International), экономическая свобода (Index of Economic Freedom)	Панель, межстрановой анализ (развивающиеся страны)	Пример смешанной операционализации: политические + экономические индексы в одной спецификации
6	Al Abri & Al Bulushi (2022) [24]	Индикаторы WGI Regulatory Quality, Rule of Law и др. (управленческие индикаторы) + HDI	Панель стран GCC; эконометрический анализ эффективности/роста	демонстрирует прикладной дизайн с выбором «точечных» индикаторов по каналам воздействия
7	Gaiya et al. (2024) [25]	Индикаторы WGI (rule of law, regulatory quality) в сочетании с Human Development Index (HDI)	Панель стран SSA; панельные регрессии	Минималистская институциональная спецификация, фокус на отдельных компонентах качества управления
8	Adu-Darko, You (2025) [26]	Композитный индекс качества институтов, основанный на функциональной классификации Rodrik (2000), с учетом структурных сдвигов	Панель SSA; учет структурных разрывов	Рассматривается «динамическая» трактовка показателей качества институтов и чувствительность к режимным изменениям
9	Filip & Setzer (2025, ECB WP) [27]	European Quality of Government Index (EQI) — субнациональный индекс качества управления	Регионы ЕС, 2010–2021; FE-панель	Перенос фокуса на субнациональную неоднородность и связь институтов с устойчивостью

Источник: составлено авторами.

В целом сводный институциональный индекс на основе компонент WGI является одним из наиболее распространенных и методологически обоснованных инструментов в современной литературе, особенно в межстрановых и панельных исследованиях. Его использование обеспечивает баланс между содержательной интерпретируемостью, сопоставимостью данных и статистической устойчивостью оценок, что делает данный подход естественной отправной точкой для эмпирического анализа влияния институтов на экономический рост в рамках настоящего исследования.

С точки зрения выводов по результатам проведенного анализа эмпирических подходов важно отметить ряд моментов, на которые нужно обратить внимание при разработке эмпирической спецификации. Во-первых, даже в пределах схожих подходов к построению эмпирической модели наблюдается существенная вариативность измерений: показатели качества институтов количественно задаются либо узкими индикаторами (например, регуляторное качество/верховенство права), либо композитными индексами (экономическая свобода и др.), либо агрегатами из набора компонент. Во-вторых, практика использования комбинирования индексов, включающих политические, управленческие, правовые и экономические факторы, увеличивает информативность моделей, но обостряет проблему сопоставимости шкал и мультиколлинеарности. В-третьих, усиление интереса к субнациональным измерениям и к динамическим изменениям, включая структурные сдвиги, повышает требования к спецификациям, допускающим неоднородность эффектов и лаговую структуру.

Таким образом, результаты предшествующих исследований указывают на необходимость эмпирического анализа, который, с одной стороны, опирался бы на сопоставимые и содержательно интерпретируемые показатели качества институтов, а с другой — учитывал бы неоднородность эффектов, динамическую природу институционального воздействия и потенциальную эндогенность объясняющих переменных. Это обусловливает выбор эмпирической стратегии настоящего исследования, ориентированной на сопоставление альтернативных измерений институтов, использование композитных показателей и проверку устойчивости оценок в расширенном наборе спецификаций.

2. Разработка эмпирической модели влияния институтов на экономический рост

2.1. Эмпирический подход к анализу влияния институтов на экономический рост

Как показал анализ международного опыта, в современных исследованиях влияния качества институтов на экономический рост в качестве базовой модели часто используется панельная регрессия темпов роста на набор контрольных переменных и группу факторов, характеризующих качество институциональной среды. Такой подход позволяет обеспечить возможность для последовательного усложнения модели и проанализировать сопоставимость получаемых оценок с результатами предшествующих исследований.

В базовом виде эмпирическая спецификация может быть представлена в форме расширенной ростовой регрессии, где ключевым объясняющим фактором выступает показатель качества институтов, а также учитываются традиционные детерминанты роста, включая инвестиционную активность, человеческий капитал, демографические характеристики и степень внешнеэкономической открытости. Включение начального уровня дохода позволяет учитывать эффекты условной конвергенции и корректно интерпретировать долгосрочное влияние институциональных факторов. Функциональную форму модели можно записать следующим образом:

$$Y_i^t = c + \beta_1 inst_index_i^{t-1} + \beta_2 * \mathrm{K}^{t-1} + \varepsilon, \qquad (1)$$

где
Y_i^t — темпы роста в момент времени t для подвыборки стран i;
$inst_index_i^{t-1}$ — показатели качества институтов в момент времени t–1;
K^{t-1} — набор контрольных переменных в момент времени t–1.

С учетом выводов предшествующей литературы особое внимание уделяется выбору временной структуры модели. Влияние институтов на экономический рост, как правило, носит отложенный

Таблица 3. Варианты показателей роста

№	Вид показателя	Описание	Преимущества и особенности
1	Темп роста номинального ВВП	Годовые темпы прироста валового внутреннего продукта (ВВП) с учетом инфляции или в реальном выражении	Широко используемый базовый показатель, отражает общую динамику экономики
2	Структурная составляющая роста	Декомпозиция темпов роста на составляющие по секторам экономики, инвестициям, потреблению и т. д.	Позволяет выявить влияние структурных факторов и экономических изменений
3	Среднесрочные и долгосрочные темпы роста	Выделение среднесрочных (3–10 лет) и долгосрочных трендов с помощью статистических моделей	Позволяет анализировать отложенные эффекты институтов и устойчивые тренды
4	Отклонение от долгосрочного тренда	Разница между текущим уровнем роста и вычисленными долгосрочными тенденциями (трендовыми методами)	Помогает выявить циклические и временные эффекты институциональных изменений
5	Отклонение от группы сопоставимых стран	Разница между темпами роста страны и средними темпами роста стран с похожими структурными и институциональными характеристиками	Учитывает неоднородность развития, позволяет сравнивать по категориям стран

Источник: составлено авторами.

характер, что обусловлено инерционностью институциональных изменений и постепенной адаптацией экономических агентов к новым правилам и механизмам правоприменения. В связи с этим в эмпирическом анализе используются сглаженные показатели роста, а также лаговые значения институциональных переменных, что позволяет частично снизить влияние краткосрочных шоков и повысить устойчивость оценок. Варианты показателей роста представлены в табл. 3.

Важным элементом эмпирического подхода является учет возможной неоднородности институциональных эффектов. Результаты многочисленных исследований указывают на то, что влияние качества институтов на экономический рост может

существенно различаться в зависимости от уровня экономического развития стран, стадии структурных преобразований и специфики институциональной среды. В рамках настоящего исследования данное обстоятельство учитывается посредством альтернативных спецификаций модели, допускающих различия в величине и знаке эффекта институциональных переменных, а также путем тестирования модели на соответствующих подвыборках.

Отдельного внимания требует проблема эндогенности институциональных показателей. Качество институтов может быть связано с экономическим ростом двусторонней причинно-следственной связью, а также с ненаблюдаемыми факторами, влияющими одновременно на институциональное развитие и макроэкономическую динамику. Для минимизации данных искажений в эмпирическом анализе используется комбинация подходов, включая лагирование институциональных переменных, контроль за неизменяемыми во времени страновыми характеристиками и проверку устойчивости результатов в альтернативных спецификациях.

С учетом высокой коррелированности отдельных институциональных индикаторов и различий в их концептуальной направленности эмпирический подход предполагает сопоставление результатов, полученных при использовании различных измерений качества институтов. Это позволяет оценить чувствительность выводов к выбору конкретных показателей и избежать избыточной зависимости результатов от одной агрегированной метрики. Дальнейшая формализация используемых институциональных показателей и методов их агрегирования представлена в следующем подразделе.

Таким образом, эмпирический подход, реализуемый в настоящем исследовании, ориентирован на сочетание стандартной модели роста с расширенным учетом динамических, структурных и институциональных факторов, что обеспечивает сопоставимость с результатами предшествующей литературы и одновременно позволяет учесть ключевые методологические ограничения, выявленные в современных исследованиях влияния институтов на экономический рост.

2.2. Подходы к измерению качества институтов в рамках эмпирической модели

Одной из ключевых методологических задач эмпирического анализа влияния институтов на экономический рост является выбор корректных и сопоставимых показателей качества институциональной среды. Несмотря на сформировавшийся в литературе консенсус относительно значимости институтов как фактора долгосрочного развития, их количественное измерение остается предметом активных дискуссий, что связано с многомерностью институциональных характеристик, различиями в источниках данных и ограничениями доступных индексов.

В ранних эмпирических исследованиях качество институтов, как правило, аппроксимировалось с использованием агрегированных индексов, отражающих обобщенные характеристики государственного управления, такие как верховенство права, контроль коррупции, качество регулирования и подотчетность власти. К числу наиболее широко используемых показателей относятся индексы проекта Worldwide Governance Indicators, а также Corruption Perceptions Index. Преимуществами данных индексов являются широкое страновое покрытие, сопоставимость во времени и относительная простота интерпретации, что обусловило их активное применение в кросс-страновых и панельных исследованиях экономического роста.

Вместе с тем накопленный эмпирический опыт позволил выявить ряд существенных ограничений универсальных агрегированных индексов. Во-первых, такие показатели объединяют разнородные институциональные компоненты, различающиеся по экономическому содержанию и механизмам воздействия на рост, что затрудняет интерпретацию получаемых оценок. Во-вторых, значительная часть индексов формируется на основе экспертных оценок и перцептивных данных, что повышает риск измерительной ошибки и субъективности. В-третьих, использование схожих источников информации приводит к высокой коррелированности различных институциональных индикаторов, усиливая проблему мультиколлинеарности в эмпирических моделях.

В современной эмпирической литературе можно выделить несколько типов индексов:

— перцептивные агрегированные индексы управления, охватывающие базовые аспекты качества государства: верховенство права, контроль коррупции, эффективность правительства, качество регулирования и др. Наиболее распространенный пример — компоненты Worldwide Governance Indicators. Их сильная сторона — широкое покрытие стран и сравнительная сопоставимость во времени, что делает их стандартом межстрановых исследований (Kaufmann, Kraay, Mastruzzi, [13]);

— экспертные политико-институциональные индексы, более детально отражающие политические и социальные элементы институциональной среды (участие, подотчетность, гражданское общество, независимость судов и др.). Примером является массив показателей V-Dem, который широко применяется в исследованиях, где требуется более тонкая политико-институциональная декомпозиция (V-Dem Institute, Dataset [28]).

— композитные индексы экономических институтов и регуляторной среды (например, индексы экономической свободы и показатели рынка труда). Они позволяют включать институциональные аспекты, которые не всегда представлены в «управленческих» индексах и часто используются как альтернативная институциональная метрика или элемент проверок устойчивости (Fraser Institute, EFW [29]);

— статистические индикаторы институционально-инфраструктурного характера, которые аппроксимируют качество институтов через наблюдаемые характеристики функционирования рынков (например, развитие финансового посредничества) либо через показатели инновационного потенциала. В рамках настоящего исследования такой функциональный блок отражают, в частности, индикаторы Global Financial Development Database (World Bank, GFDD [30]) и Global Innovation Index (WIPO, GII [31]).

Использование индексов различного типа повышает информативность анализа, поскольку институты воздействуют на рост через разные каналы. Одновременно это обостряет методологическую проблему сопоставимости шкал и взаимной коррелиро-

ванности индикаторов, что требует аккуратной процедуры агрегирования и диагностических проверок.

Для универсальных агрегированных индексов характерны два устойчивых ограничения. Во-первых, агрегирование разнородных компонент в единый показатель повышает удобство межстрановых сопоставлений, но ухудшает содержательную интерпретацию коэффициентов: становится неочевидно, какой именно институциональный механизм отвечает за выявленный эффект. Во-вторых, индексы, построенные на схожих источниках данных, часто оказываются высоко коррелированными, что приводит к мультиколлинеарности в регрессионных моделях и делает оценки чувствительными к выбору конкретной метрики.

Как было рассмотрено в предыдущих подразделах, в ответ на указанную критику в литературе последних лет наблюдается методологический сдвиг в сторону более детализированных и адаптированных систем измерения качества институтов. Вместо универсальных индексов все чаще используются наборы специализированных показателей, отражающих отдельные аспекты институциональной среды, включая защиту прав собственности, независимость судебной системы, эффективность правоприменения, качество регулирования в отдельных секторах, а также элементы цифрового государственного управления. Существенное развитие получили субнациональные индексы, позволяющие учитывать внутристрановую неоднородность институциональных условий.

С методологической точки зрения расширение набора институциональных индикаторов усиливает проблему их совместного использования в эмпирических моделях. Высокая коррелированность отдельных показателей и частичное перекрытие их экономического содержания приводят к нестабильности оценок и усложняют интерпретацию результатов. В этой связи в современной эмпирической литературе широкое распространение получают подходы, основанные на построении композитных показателей качества институтов с использованием методов снижения размерности.

Одним из наиболее распространенных инструментов является метод главных компонент, позволяющий агрегировать информа-

Таблица 4. Проверяемые гипотезы

№	Формулировка гипотезы	Экономический механизм	Эмпирическая реализация	Основные источники
H1	Более высокое качество институтов положительно связано с темпами краткосрочного экономического роста	Снижение трансакционных издержек, улучшение инвестиционного климата	Ростовые регрессии с институциональными индикаторами	Acemoglu et al. (2001) [5]; Rodrik et al. (2004) [6]
H2	Эффект качества институтов на рост возрастает по мере повышения уровня экономического развития	Нелинейная отдача от институциональных улучшений	Оценки по подвыборкам (группы стран по доходу)	Acemoglu, Robinson (2012) [10]
H3	Использование композитных институциональных показателей приводит к более устойчивым оценкам влияния институтов на рост	Снижение мультиколлинеарности и измерительной ошибки	МГК на множестве институциональных индикаторов	Kaufmann et al. (2009); Dang, Vu (2020)
H4	Влияние институтов на рост проявляется с временным лагом	Инерционность институциональных изменений и адаптация агентов	Включение лаговых значений институциональных переменных	North et al. (2009); Barro (1991)
H5	Изменения институционального качества (адаптивность, скорость реформ) оказывают самостоятельное влияние на рост	Динамика реформ и переходные издержки	Использование Δ-институциональных переменных	Pritchett et al. (2018)
H6	Влияние институтов на рост носит неоднородный характер и различается между группами стран	Различия институциональных конфигураций и структур экономики	Взаимодействия и раздельные оценки	Rodrik (2008); Acemoglu, Robinson (2012) [10]
H7	Связь между институтами и ростом подвержена структурным сдвигам во времени	Изменение глобальной институциональной среды	Дамми на соответствующие периоды, тесты Bai–Perron	Bai, Perron (2003)
H8	Институты способствуют росту преимущественно через институционально-инновационный канал	Повышение отдачи от инноваций и роста TFP	Включение инновационной компоненты в индекс	Acemoglu, Restrepo (2020)

Источник: составлено авторами.

цию, содержащуюся в наборе институциональных индикаторов, в ограниченное число ортогональных компонент. Такой подход способствует снижению мультиколлинеарности, повышению устойчивости оценок и уменьшению чувствительности результатов к выбору отдельных индексов. При этом экономическая

интерпретация получаемых компонент требует дополнительного анализа и опоры на теоретические представления о структуре институциональной среды.

2.3. Гипотезы

Построение эмпирической модели и выбор методов оценивания в настоящем исследовании ориентированы на проверку совокупности гипотез, отражающих эволюцию эмпирической литературы о влиянии институтов на экономический рост. В отличие от ранних работ, фокусировавшихся на оценке универсального эффекта агрегированных институциональных индексов, в настоящем исследовании гипотезы формулируются с учетом динамического характера институционального воздействия, неоднородности эффектов, многомерности институтов и потенциальной эндогенности.

Набор гипотез выстроен в логике последовательного усложнения эмпирической модели и представлен в табл. 4.

Сформулированная система гипотез задает структуру последующего эмпирического анализа и определяет последовательность представления результатов в разделе 3.

3. Результаты эмпирического анализа влияния институтов на экономический рост

3.1. Формирование базы данных и описание переменных

Эмпирический анализ влияния качества институтов на экономический рост основан на оценках межстрановой панельной регрессии, базовая спецификация которой была приведена в предыдущем подразделе. При формировании базы данных использовался принцип максимального баланса между широтой странового охвата и полнотой временных рядов по ключевым макроэкономическим и институциональным показателям.

В качестве зависимой переменной в базовых спецификациях используется показатель экономического роста, измеряемый

темпами роста реального валового внутреннего продукта. С учетом высокой волатильности годовых темпов роста и потенциального влияния краткосрочных шоков, в основном анализе применяется сглаженная метрика роста, рассчитанная как трехлетнее скользящее среднее. Использование сглаженных показателей позволяет снизить влияние временных флуктуаций и повысить устойчивость оценок долгосрочного институционального эффекта. Наряду с базовой метрикой в рамках проверок устойчивости рассматриваются альтернативные показатели роста, рассмотренные в предыдущих подразделах, включая годовые темпы роста и более длительные интервалы сглаживания.

Ключевыми объясняющими переменными выступают показатели качества институтов, отражающие различные аспекты институциональной среды. В эмпирическом анализе используются как отдельные институциональные индикаторы, так и композитные показатели, формируемые на их основе. Такой подход позволяет сопоставить результаты, полученные при использовании агрегированных индексов, с оценками, основанными на многомерных измерениях институционального качества. Подробное описание процедур построения композитных показателей приводится в разделе 3.2.

Исходная выборка стран и набора контрольных переменных включает 217 стран за период 1996–2023 гг. Как будет отмечено далее, с учетом объединения с базой данных по индикаторам качества институтов выборка представляет собой несбалансированную панель стран за относительно длительный временной период. Тем не менее проведенный анализ полноты данных показывает, что сформированная база обеспечивает достаточное количество наблюдений для устойчивого эмпирического оценивания и проверки сформулированных гипотез.

Набор контрольных переменных представлен в табл. 5.

Таким образом, сформированная база данных позволяет реализовать комплексный эмпирический анализ влияния качества институтов на экономический рост, включая проверку альтернативных спецификаций, динамических эффектов и устойчивости результатов к выбору показателей и методов оценивания.

Таблица 5. Контрольные переменные

Название переменной	Описание	Обоснование
ma_GDP_Growth	Реальный темп роста ВВП, сглаживание — 3 года, %	Целевая переменная модели, отражает темпы экономического роста
index_pca_*n*	Компонент сводного институционального индекса	МГК агрегирует ключевые характеристики институтов (власть закона, подотчетность, свободы, коррупция и др.)
capital	Инвестиции в основной капитал, % от ВВП	Прокси капитала, как элемента производственной функции
laborForce	Численность рабочей силы, чел.	Прокси труда, как элемента производственной функции
life_exp	Ожидаемая продолжительность жизни, лет	Прокси общего уровня благосостояния и состояния системы здравоохранения, отражает качество человеческого капитала
education	Продолжительность обязательного образования, лет	Индикатор человеческого капитала, формирует производительность труда и накопление знаний
unemployment	Уровень безработицы, %	Прокси-фактор использования трудовых ресурсов и экономической конъюнктуры
debt	Уровень госдолга, % от ВВП	Устойчивость фискальной политики
inflation	Инфляция cpi г/г, %	Устойчивость монетарной политики
imports	Импорт, % от ВВП	Отражает степень открытости экономики, доступ к технологиям и конкурентным эффектам
exports	Экспорт, % от ВВП	Отражает степень открытости экономики, конкурентность
credit	Объем кредита частному сектору, % от ВВП	Инвестиционная активность частного сектора
electricity	Доля домохозяйств обеспеченных электроэнергией, %	Инфраструктурный индикатор базового уровня, определяет физическую доступность технологий и качество среды для бизнеса
GDP_per_capita_1996	Уровень ВВП на чел. в 1996 г., $	Фиксированный эффект, прокси уровня развития в 1996 г.

Источник: составлено авторами.

3.2. Построение композитных институциональных показателей

Для проведения анализа влияния качества институтов на экономический рост необходимо сформировать систему институциональных показателей, способную отразить многомерный характер институциональной среды и одновременно обеспечить устойчивость оценок. В настоящем исследовании для формирования институционального ядра используется набор индексов различного типа — перцептивных, экспертных, статистических и комплексных, подробнее рассмотренных в предыдущем разделе, что соответствует актуальным тенденциям в эмпирической литературе и позволяет повысить качество получаемых оценок.

В табл. 6 рассмотрены подходы и приведены различные наборы индексов в рамках пяти ключевых направлений. Универсальные индексы управления и правоприменения удобны для межстрановых сопоставлений и построения панельных моделей, однако при прикладных задачах (оценка реформ, антикоррупционная политика, анализ неформальных норм или инвестиционных рисков) целесообразно использовать специализированные метрики, более чувствительные к соответствующим механизмам и каналам воздействия.

Выбор показателей качества институтов осуществлялся на основе двух ключевых критериев: во-первых, охват основных сфер институциональной среды, выделяемых в теоретических и эмпирических исследованиях (государственное управление, политические институты, экономические свободы, социальные институты, финансовая инфраструктура и инновации); во-вторых, использование показателей, широко применяемых в международной эмпирической практике и обладающих достаточной временной и страновой сопоставимостью.

В табл. 7 представлена система институциональных индексов, используемых в исследовании, с указанием сфер институционального воздействия, источников данных и шкал измерения.

Использование индексов Всемирного банка (WGI) [30] обеспечивает широкий охват базовых аспектов государственного управления и правоприменения и соответствует стандартной практике большинства межстрановых исследований. Индексы V-Dem [28]

Таблица 6. Выбор индекса качества институтов в зависимости от исследовательской задачи

Цель анализа	Рекомендуемые индексы	Обоснование и подход
1. Кросс-страновой анализ институтов и роста	WGI, ICRG, EFW	Необходимы длинные временные ряды, охват большого числа стран, количественные показатели Используются в ведущих исследованиях по институциональной экономике: Acemoglu et al. (2001), Rodrik (2004) WGI — глобальный охват и 6 ключевых индикаторов управления ICRG — ежемесячные оценки, пригодны для панельных регрессий EFW — данные с 1970-х гг. по правовой системе, свободе торговли и регулированию
2. Антикоррупционный анализ и разработка политики	CPI, ICRG	Требуется фокус на восприятии и управленческих механизмах коррупции CPI — высоко цитируемый, доступный и прозрачный ICRG — компонент «коррупция» встроен в систему оценки политических рисков, применим в анализе инвестиций
3. Оценка реформ и качество управления	WGI, BTI, GCI (до 2019), OECD Governance Dashboards	Необходимы многоаспектные и прикладные показатели для оценки управления, судебной системы, госуслуг BTI — экспертные оценки + детальные страновые обзоры GCI — институциональные компоненты в рамках анализа конкурентоспособности OECD dashboards — стандартизированные метрики для оценки госуправления (особенно для членов и партнеров ОЭСР)
4. Исследование неформальных норм и социальных институтов	SIGI, BTI	Необходим охват социальных норм, дискриминации, доступа к возможностям SIGI (ОЭСР) — измеряет гендерные и культурные барьеры BTI — включает компоненты «право» и «социальный капитал», неформальные институты
5. Анализ политических и инвестиционных рисков	ICRG, Index of Economic Freedom	Требуются оперативные и ориентированные на бизнес данные ICRG — активно используется инвесторами, включает оценки политической стабильности Index of Economic Freedom — оценки регулирования, прав собственности, свободы рынка

Источник: составлено авторами.

дополняют данный набор экспертными оценками политических и социально-институциональных характеристик, позволяя учитывать институциональное разнообразие и различия в механизмах участия и подотчетности. Показатели Fraser Institute [29] отражают экономические свободы и особенности регулирования

Таблица 7. Используемые институциональные индексы по сферам и источникам

№	Сфера	Индекс	Источник, тип шкалы
1	Верховенство права	WGI Rule of Law	(WGI), интервал (–2,5; 2,5)
2	Эффективность правительства	WGI Government Effectiveness	(WGI), интервал (–2,5; 2,5)
3	Контроль коррупции	WGI Control of Corruption	(WGI), интервал (–2,5; 2,5)
4	Политическая стабильность	WGI Political Stability & Absence of Violence	(WGI), интервал (–2,5; 2,5)
5	Качество регулирования	WGI Regulatory Quality	(WGI), интервал (–2,5; 2,5)
6	Демократия и участие	WGI Voice & Accountability	(WGI), интервал (–2,5; 2,5)
7	Трудовое регулирование	Fraser EFW Labor Market Regulation	EFW, интервал (0; 10)
8	Экономическая свобода	Fraser Economic Freedom Composite	EFW, интервал (0; 10)
9	Участие и подотчетность	V-Dem Deliberative Component Index	V-Dem Institute, интервал (0; 1)
10	Социальный капитал	V-Dem Civil Society Index	V-Dem Institute, интервал (0; 1)
11	Инклюзивность и гендерное равенство	V-Dem Gender Equality in Civil Liberties	V-Dem Institute, интервал (–3; 3)
12	Доступ к правосудию	V-Dem Judicial Independence	V-Dem Institute, интервал (–3; 3)
13	Финансовая стабильность	Private Credit / GDP	World Bank (GFDD), %
14	Инновации	Global Innovation Index (GII)	WIPO, интервал (0; 100)

Источник: составлено авторами.

рынка труда, которые нередко оказываются недостаточно представленными в универсальных индексах управления. Наконец, включение статистических показателей финансовой инфраструктуры (WB GFDD [30]) и комплексного индекса инновационного развития (WIPO GII [31]) позволяет учесть институциональные аспекты, связанные с финансовым посредничеством и инновационным потенциалом экономики.

Анализ корреляционной структуры институциональных показателей показывает, что внутри отдельных сфер наблюдается высокая степень взаимосвязи между индексами (коэффициенты корреляции, как правило, превышают 0,7), что указывает на из-

мерение схожих аспектов институциональной среды. Это подтверждает наличие избыточности информации и повышает риск мультиколлинеарности при совместном использовании большого числа институциональных индикаторов в регрессионных моделях. В то же время межсферные корреляции оказываются заметно ниже, что подчеркивает необходимость интегрального подхода к оценке институционального качества и оправдывает включение показателей, относящихся к различным институциональным блокам.

Для преодоления указанных ограничений и формирования устойчивых интегральных показателей институционального качества в настоящем исследовании применяется метод анализа главных компонент (МГК). Перед проведением анализа все институциональные индексы приводятся к сопоставимому масштабу посредством стандартной нормализации, что исключает влияние различий в шкалах измерения. Анализ главных компонент позволяет агрегировать информацию, содержащуюся в системе индексов, в ограниченное число ортогональных компонент, минимизируя проблему мультиколлинеарности и повышая устойчивость последующих эмпирических оценок.

Таким образом, выбранный подход к построению композитных институциональных показателей позволяет совместить преимущества различных типов институциональных измерений и обеспечить корректную эмпирическую оценку влияния институтов на экономический рост. Полученные композитные индексы используются в последующем анализе при оценивании эмпирических моделей и интерпретации результатов.

3.3. Результаты оценивания эмпирической модели

В настоящем подразделе последовательно представлены эмпирические результаты тестирования сформированного набора гипотез с помощью постепенного усложнения базовой модели в соответствии с эволюцией эмпирической литературы.

Эмпирические результаты, полученные в рамках настоящего исследования, подтверждают наличие статистически значимой взаимосвязи между качеством институтов и экономическим

Таблица 8. Анализ корреляций главных компонент с отдельными индексами качества институтов

	PCA_1	PCA_2	PCA_3	PCA_4	PCA_5	Rule of Law	Political Stability	Voice and Accountability	Control of Corruption	Regulatory Quality	EFW_sum	WB_GFDD	V-DEM_ccsi	V-DEM_dci	V-DEM_gecl	V-DEM_ju	Frazer_LM	WIPO
PCA_1	1					0,9	0,73	0,88	0,88	0,86	0,73	0,44	0,51	0,69	0,79	0,84	0,39	0,59
PCA_2	0,79	1				0,56	0,5	0,74	0,54	0,54	0,47	0,18	0,69	0,72	0,88	0,54	0,09	0,37
PCA_3	0,36	0,37	1			0,27	0,04	0,27	0,3	0,24	0,06	0,36	0,1	0,31	0,28	0,39	0,58	0,56
PCA_4	0,67	0,32	0,35	1		0,56	0,34	0,46	0,62	0,46	0,31	0,25	0,09	0,5	0,2	0,95	0,21	0,22
PCA_5	0,3	0,46	0,27	0,24	1	0,22	0,06	0,29	0,13	0,27	0,26	0,11	0,02	0,32	0,7	0,08	0,13	0,53

Источник: составлено авторами.

ростом, однако указывают на выраженную неоднородность данного эффекта в зависимости от уровня экономического развития стран, структуры институциональной среды и используемой спецификации модели. Оценки базируются на панельных данных по 217 странам за период с 1996 по 2023 г. В табл. 8 представлены результаты анализа корреляций между пятью выделенными главными компонентами.

Анализ главных компонент показывает, что для объяснения порядка 80–85% вариаций исходного набора институциональных индикаторов требуется пять компонент, каждая из которых отражает отдельный институциональный блок: (1) право и качество управления, (2) гражданская демократия и участие, (3) инновации и рынок труда, (4) судебное правоприменение и защита собственности, (5) социальный прогресс. Использование данных компонент в эмпирических моделях позволяет получить более устойчивые оценки по сравнению с использованием отдельных агрегированных индексов. Отдельно стоит отметить, что к интерпретации главных компонент соответствующим образом необходимо относиться очень аккуратно, поскольку корреляционный анализ не позволяет сделать однозначных выводов об интерпре-

Таблица 9. Оценки влияния институциональных компонент на рост по группам стран (классификация Всемирного банка)

	(1)	(2)	(3)	(4)
Переменные	All, i.year vce	Lower-middle income, i.year vce	Upper-middle income, i.year vce	High income, i.year vce
L.index_pca_1	0,0564	0,694***	0,303***	0,232*
L.index_pca_2	0,170	0,497***	0,536***	0,281***
L.index_pca_3	0,0747	−0,151	−0,807***	0,391***
L.index_pca_4	0,00302	0,422***	0,106	0,0855
L.index_pca_5	0,0451	−0,291	−0,112	0,0226
L.education	−0,0948	0,792	−0,163*	−0,0954
L.electricity	−0,00950	0,0262	−0,0326	0,203
L.unemployment	−0,0832***	0,170	0,0217	−0,0475
L.debt	0,000699	0,00726	−0,0301***	0,00319
L.inflation	−0,137***	0,0120	−0,0976**	−0,134***
L.imports	−0,0335	−0,0445	−0,0166	−0,139***
L.exports	0,0384*	−0,0884	0,00311	0,131***
L.life_exp	−0,0406	−0,0439	−0,0250	0,113
L.credit	−0,0313***	−0,0611***	−0,0330***	−0,0210***
L.capital	0,123***	0,0631	0,147***	0,150***
LD.laborForce	1,35e−07**	−5,18e−09	−6,52e−07	1,34e−06***
GDP_per_capita_1996	4,90e−05	−0,000727	9,39e−05	−9,79e−05**

Источник: расчеты авторов.

тации главных компонент, тем не менее для удобства интерпретации выше были предложены наиболее подходящие варианты для каждой из построенных компонент.

Оценки влияния качества институтов на рост для различных групп стран по уровню дохода в соответствии с классификацией Всемирного банка представлены в табл. 9.

Полученные оценки позволяют сделать вывод о наличии положительной связи между качеством институтов и экономическим ростом во всех рассмотренных подвыборках стран. Для стран с низким уровнем дохода статистически значимое влияние на рост оказывают прежде всего независимость судебной систе-

Таблица 10. Гетерогенность институционального эффекта: спецификация с взаимодействиями (группы по уровню дохода)

Переменные	ALL, i.year vce
L.index_pca_1	−0,642***
2.inc_group#cL.index_pca_1	1,239***
3.inc_group#cL.index_pca_1	0,685**
4.inc_group#cL.index_pca_1	0,822***
L.index_pca_2	−0,641***
2.inc_group#cL.index_pca_2	1,131***
3.inc_group#cL.index_pca_2	0,829***
4.inc_group#cL.index_pca_2	0,905***
L.index_pca_3	−2,980***
2.inc_group#cL.index_pca_3	2,421***
3.inc_group#cL.index_pca_3	2,820***
4.inc_group#cL.index_pca_3	3,250***
L.index_pca_4	0,240**
2.inc_group#cL.index_pca_4	−0,0416
3.inc_group#cL.index_pca_4	−0,239**
4.inc_group#cL.index_pca_4	−0,145
L.index_pca_5	−0,551**
2.inc_group#cL.index_pca_5	0,233
3.inc_group#cL.index_pca_5	0,656**
4.inc_group#cL.index_pca_5	0,487*

Источник: расчеты авторов.

мы и снижение коррупции, представленные тремя институциональными компонентами. Меры, направленные на защиту рынка труда и развитие инновационного сектора, в экономиках с доходами выше среднего уровня ассоциируются с отрицательным эффектом, а одновременное улучшение всех институциональных компонент не приводит к изменению темпов роста. В странах с высоким уровнем дохода указанные институциональные компоненты, напротив, демонстрируют положительный эффект. В целом сила институционального воздействия возрастает по U-образной траектории по мере увеличения уровня дохода.

В табл. 10 представлены результаты оценок для гипотез о гетерогенности влияния институтов, включая следующие: более

высокое качество институтов в предшествующий год повышает темп роста ВВП в текущем году, сила положительного эффекта институтов на рост возрастает с уровнем развития.

Результаты оценивания указывают на выраженную гетерогенность эффектов отдельных институциональных компонентов по группам стран с различным уровнем дохода, при этом в качестве базовой категории используются страны с низким уровнем дохода. Итоговый эффект для каждой группы формируется как сумма базового эффекта и соответствующей добавки для группы дохода.

Полученные оценки свидетельствуют о наличии порогового характера институционального воздействия на экономический рост. Для компонентов 1–2 положительный эффект проявляется уже в группах стран с уровнем дохода ниже и выше среднего (LMIC/UMIC) и усиливается в странах с высоким уровнем дохода (HIC). Для компоненты 3 положительное влияние на рост наблюдается только на высоком уровне экономического развития. В то же время компонента 4 оказывает наибольший вклад в рост преимущественно в бедных странах, после чего ее эффект убывает. Компонента 5 демонстрирует слабый и неустойчивый эффект во всех группах дохода.

В табл. 11 рассмотрено влияние качества институтов с течением времени на страны с высоким уровнем дохода путем включения в модель нескольких вариантов лагированных переменных.

Анализ лаговой структуры эффектов показывает различия во временном профиле институционального воздействия на экономический рост. Для стран с высоким уровнем дохода институциональные улучшения по компонентам 1–3 оказывают статистически значимое положительное влияние на темпы роста уже с лагом в один период ($t-1$). При совместном учете нескольких лагов краткосрочный вклад данных компонентов усиливается.

В то же время для компоненты 5 характерна отложенная отдача: устойчивый положительный эффект проявляется с лагами $t-2$ — $t-3$, что указывает на ее роль в поддержании среднесрочной динамики роста. Для агрегированного показателя (рса-3) выявляется двухволновая динамика институционального воздействия, включающая быстрый пик эффекта на лаге $t-1$ и второй максимум на горизонте $t-4$ — $t-5$.

Таблица 11. Анализ влияния прошлых уровней институционального индекса на текущий рост

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Переменные	HIC, i.year vce					
L.index_pca_1	0,232*					0,721***
L.index_pca_2	0,281***					0,426
L.index_pca_3	0,391***					1,002*
L.index_pca_4	0,0855					0,384***
L.index_pca_5	0,0226					−0,0970
L2.index_pca_1		−0,0732				−0,111
L2.index_pca_2		0,238				−0,105
L2.index_pca_3		0,262				−0,481
L2.index_pca_4		−0,119				−0,100
L2.index_pca_5		0,373***				0,0238
L3.index_pca_1			−0,138			−0,0999
L3.index_pca_2			0,231			−0,244
L3.index_pca_3			0,271			−0,371
L3.index_pca_4			−0,153			0,0379
L3.index_pca_5			0,342**			−0,0855
L4.index_pca_1				−0,0128		0,331
L4.index_pca_2				0,334		−0,0310
L4.index_pca_3				0,419**		0,257
L4.index_pca_4				−0,0828		0,115
L4.index_pca_5				0,259		0,0697
L5.index_pca_1					0,0798	−0,568
L5.index_pca_2					0,193	0,354
L5.index_pca_3					0,354*	−0,121
L5.index_pca_4					0,0216	−0,374*
L5.index_pca_5					0,0779	0,375**

Источник: расчеты авторов.

В табл. 12 представлены результаты оценки взаимосвязи институтов и экономического роста с учетом институциональных изменений и адаптивности.

Краткосрочный драйвер роста — реформы в блоках PCA-1 и PCA-4. Дельты по «праву и управлению» и «правоприменe-

Таблица 12. Результаты оценки взаимосвязи институтов и экономического роста с учетом институциональных изменений и адаптивности

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
VARIABLES	ALL, D., FE, i.year, vce	HIC, D., FE, i.year, vce	ALL, D.+L., FE, i.year, vce	HIC, D.+L., FE, i.year, vce	ALL, D.+L.+D.##L., FE, i.year, vce	HIC, D.+L.+D.##L., FE, i.year, vce
LD.index_pca_1	0,234*	0,369*	0,370**	0,803***	0,619**	1,111
L.index_pca_1			−0,312*	−0,791**	−0,316*	−0,791**
cLD.index_pca_1 #cL.index_pca_1					−0,00973	−0,00604
LD.index_pca_2	0,168	0,149	0,273	0,270	0,0358	0,928
L.index_pca_2			−0,262	−0,154	−0,292*	−0,243
cLD.index_pca_2 #cL.index_pca_2					−0,0413	0,0684
LD.index_pca_3	0,230	0,208	0,513*	0,394	0,362	0,0723
L.index_pca_3			−0,565*	−0,271	−0,605**	−0,309
cLD.index_pca_3 #cL.index_pca_3					0,0468	0,0755
LD.index_pca_4	0,154**	0,225**	0,180**	0,414***	0,120	0,419**
L.index_pca_4			−0,0822	−0,361**	−0,0783	−0,350**
cLD.index_pca_4 #cL.index_pca_4					0,00998**	0,0123**
LD.index_pca_5	−0,0998	−0,251**	−0,0612	−0,446***	0,141	−0,287**
L.index_pca_5			−0,0214	0,439	−0,0538	0,424
cLD.index_pca_5 #cL.index_pca_5					−0,0370	−0,0441

Источник: расчеты авторов.

нию/защите собственности» устойчиво положительны и сильнее в странах с высоким доходом. Высокий уровень институтов дает эффект насыщения. Для PCA 1–4 уровни (L) связаны с более низкими темпами роста при прочих равных; выигрыш идет именно от дополнительных улучшений, а не от самого факта «очень высокого» уровня. Отложенный эффект — реформы по PCA 2/3/5 не оказывают положительного влияния на рост в краткосрочном периоде поэтому имеют низкую значимость в данной спецификации.

Отдельная спецификация рассматривает влияние глобальных шоков — финансового кризиса 2008 г. и глобальной пандемии COVID-19 в 2020 г. на зависимость институциональной среды и экономического роста. Результаты оценивания показывают, что глобальные экономические шоки 2008 и 2020 гг. не приводят к существенному изменению характера связи между качеством институтов и экономическим ростом. Взаимодействия институциональных показателей с индикаторами посткризисных периодов в большинстве спецификаций оказываются статистически незначимыми, а совместные тесты не отвергают гипотезу равенства коэффициентов. Это свидетельствует о том, что после учета годовых фиксированных эффектов общемировые шоки оказывают ограниченное влияние на зависимость между институтами и темпами роста.

Оценки полных эффектов по различным режимам не демонстрируют смены знака институционального воздействия. Изменения коэффициентов остаются ограниченными по величине, а результаты, полученные в альтернативных режимах оценивания, подтверждают основную картину, что позволяет интерпретировать выявленные изменения как точечные сдвиги чувствительности, а не как принципиальное изменение направления связи между качеством институтов и экономическим ростом.

Оценка зависимости институтов и экономического роста с учетом эндогенности представлена в табл. 13.

Целью данного этапа анализа является оценивание динамической панельной модели с лагом зависимой переменной при минимизации смещения оценок, обусловленного эндогенностью. Для этого модель формулируется в первых разностях, что позволяет устранить влияние неизменяемых во времени страновых факторов.

Эндогенность лага зависимой переменной учитывается посредством использования инструментальных переменных, в качестве которых применяются лагированные значения переменной в уровнях. Идентификация модели основана на предположении об отсутствии автокорреляции второго порядка в ошибках. Полученные оценки показывают, что при учете эндогенности институциональные показатели сохраняют положительную взаи-

Таблица 13. Оценка зависимости институтов и экономического роста с учетом эндогенности по группам стран

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	All, i.year vce	Lower–middle income, i.year vce	Upper–middle income, i.year vce	High income, i.year vce
L.ma_GDP_ Growth	0,797***	0,713***	0,435***	0,623***
index_pca_1	0,0358	0	0,129**	0,222***
index_pca_2	0,0475	0	–0,00206	0,0789
index_pca_3	0,0579	0	–0,269	0
index_pca_4	0,00923	–0,0444	0,0274	0,0974***
index_pca_5	0,0555	0	–0,130	–0,0178
education	–0,0133	0	–0,0748*	–0,0728
electricity	0,00626	0,0123	–0,119***	0,0804
unemployment	6,16e–05	0	0,0231	0,0328
debt	–0,000931	–0,00498	–0,0429***	0,00636**
inflation	–0,0517***	0	–0,0772***	–0,114**
imports	–0,0149***	0,000832	0,0519***	–0,160***
exports	0,0146**	–0,0338	0,0207	0,140***
life_exp	–0,0256	–0,0445	0,153***	–0,196**
credit	–0,00699***	–0,0294**	–0,0355***	–0,00939***
capital	0,0382**	0,121**	0,0739**	0,125***
D.laborForce	3,47e–08	1,21e–07***	6,58e–07	5,19e–07*
GDP_per_ capita_1996	1,13e–05	0,000598**	0,000215***	–2,18e–05

Источник: расчеты авторов.

мосвязь с экономическим ростом в странах с высоким и выше среднего уровнем дохода.

В целом эмпирический анализ показывает, что качество институтов является значимым фактором экономического роста, однако его влияние существенно зависит от уровня развития экономики, структуры институциональной среды и временного горизонта анализа. Полученные результаты подтверждают ключевые гипотезы исследования о гетерогенности, нелинейности и динамическом характере институционального воздействия

и обосновывают целесообразность использования композитных институциональных показателей в межстрановых ростовых исследованиях.

Заключение

В настоящем исследовании проведен комплексный эмпирический анализ влияния качества институтов на экономический рост в межстрановом разрезе на данных за период с 2000 по 2023 г. Работа опирается на расширенный набор институциональных показателей различной природы, включая экспертные, статистические и комплексные индикаторы, что позволило существенно расширить эмпирическую базу анализа и сопоставить результаты при альтернативных способах измерения институциональной среды.

Полученные оценки в целом подтверждают наличие статистически значимой связи между качеством институтов и динамикой экономического роста. При этом результаты свидетельствуют о том, что институциональное воздействие на рост носит сложный и неоднородный характер и не может быть адекватно описано с использованием универсальных агрегированных показателей и однородных спецификаций. Величина и структура эффекта существенно различаются между группами стран с разным уровнем экономического развития, а также зависят от конкретных институциональных компонент, включенных в анализ.

Эмпирические результаты указывают на наличие выраженной гетерогенности институциональных эффектов. Для стран с низким уровнем дохода наибольшую значимость приобретают институциональные компоненты, связанные с базовыми механизмами правоприменения и снижения неопределенности, тогда как для стран со средним и высоким уровнем дохода более заметную роль начинают играть институты, обеспечивающие эффективность государственного управления, защиту прав собственности, а также поддержку инновационной активности. Таким образом подтверждается вывод о зависимости характера институционального воздействия от конкретной ситуации, в рамках

которой набор институтов, оказывающих значимое влияние на рост, меняется по мере экономического развития.

Анализ временной структуры эффектов показывает, что институциональное воздействие на рост не является мгновенным и характеризуется различной лаговой динамикой. Для части институциональных компонент выявляются статистически значимые краткосрочные эффекты, проявляющиеся уже в течение одного года, тогда как для других компонент характерна отложенная отдача, реализующаяся на горизонте нескольких лет. Кроме того, в ряде спецификаций фиксируются нелинейные и пороговые зависимости, при которых положительный эффект институциональных улучшений проявляется лишь после достижения определенного уровня развития либо усиливается по мере его повышения.

Отдельное внимание в исследовании уделено различию между эффектами уровней институционального качества и эффектами институциональных изменений. Результаты показывают, что в краткосрочной перспективе вклад в экономический рост чаще связан с дополнительными улучшениями институциональной среды, тогда как высокий исходный уровень институтов в ряде случаев сопровождается эффектом насыщения и не гарантирует более высоких темпов роста при прочих равных условиях. Данный вывод подчеркивает важность анализа институциональной динамики и реформ, а не только статического сопоставления уровней институтов.

Сопоставление результатов, полученных при использовании отдельных институциональных индикаторов и композитных показателей, построенных на основе метода главных компонент, показывает, что агрегированные меры, как правило, обеспечивают более устойчивые оценки и снижают чувствительность результатов к выбору конкретного показателя. Вместе с тем повышение устойчивости сопровождается снижением интерпретируемости вкладов отдельных институциональных направлений, что требует аккуратного выбора уровня агрегации в зависимости от целей исследования.

Проверка устойчивости, включающая оценку альтернативных спецификаций, учет временных режимов и глобальных шоков, а также динамические панельные модели с инструментирова-

нием, в целом подтверждают сохранение положительной взаимосвязи между качеством институтов и экономическим ростом, по крайней мере для стран со средним и высоким уровнем дохода. В то же время результаты указывают на чувствительность оценок к выбору институциональных компонент, временного горизонта анализа и используемой эмпирической стратегии, что соответствует выводам современной эмпирической литературы.

В совокупности полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что анализ влияния качества институтов на экономический рост требует многомерного и динамического подхода, учитывающего гетерогенность стран, нелинейность эффектов и временную структуру институциональных изменений. Использование расширенного набора индикаторов и согласованной эмпирической рамки позволяет существенно уточнить и конкретизировать выводы о роли институтов в современном экономическом развитии.

К ограничениям проведенного исследования следует отнести зависимость от качества и сопоставимости международных институциональных индексов, а также эндогенность в рамках наблюдательных данных. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются использование субнациональных данных, развитие идентификационных стратегий, ориентированных на квазиэкспериментальные подходы, а также более детальный анализ институциональных реформ и их взаимодействия со структурными изменениями в экономике.

Список использованных источников

1. North D. C. Institutions, institutional change and economic performance, Cambridge: Cambridge university press, 1990.
2. Barro R. J. Economic growth in a cross section of countries // The quarterly journal of economics. 1991. Vol. 106. No. 2. P. 407–443.
3. Barro R. J. Determinants of economic growth: A cross-country empirical study, Cambridge: MIT Press, 1996.
4. Knack S., Keefer P. Institutions and economic performance: cross-country tests using alternative institutional measures,» Economics & politics. 1995. Vol. 7. No. 3. P. 207–227.
5. Acemoglu D., Johnson S., Robinson J. A. The colonial origins of comparative development: An empirical investigation,» American economic review. 2001. Vol. 91. No. 5. P. 1369–1401.
6. Rodrik D., Subramanian A., Trebbi F. Institutions rule: the primacy of institutions over geography and integration in economic development // Journal of economic growth. 2004. Vol. 9. No. 2. P. 131–165.
7. Mauro P. Corruption and growth // The quarterly journal of economics. 1995. Vol. 110. No. 3. P. 681–712.
8. Keefer P., Knack S. Why don't poor countries catch up? A cross-national test of an institutional explanation // Economic inquiry. 1997. Vol. 5. No. 3. P. 590–602.
9. Easterly W., Levine R. Tropics, germs, and crops: how endowments influence economic development // Journal of monetary economics. 2003. Vol. 50. No. 1. P. 3–39.
10. Robinson J. A., Acemoglu D. Why nations fail: The origins of power, prosperity and poverty, London: Profile, 2012.
11. Werker E., Pritchett L., Sen K. Deals and development: The political dynamics of growth episodes, Oxford: Oxford University Press, 2018.
12. Acquah E. et al. Institutions and economic development: new measurements and evidence // Empirical Economics. 2023. Vol. 65. No. 4. P. 1693–1728.
13. Kaufmann D., Kraay A., Mastruzzi M. Governance matters VIII: aggregate and individual governance indicators, 1996–2008 // World bank policy research working paper. 2009. No. 4978.
14. Transparency International.Corruption Perceptions Index — Methodology // Transparency International, 2023. https://www.transparency.org/en/cpi (дата обращения12.12. 2025).

15. Charron N., Dijkstra L., Lapuente V. Mapping quality of government in the European Union: a study of national and sub-national variation // European Commission Working Paper, 2010.
16. Acemoglu D., Restrepo P. Artificial intelligence, automation, and work // The economics of artificial intelligence: An agenda. Chicago:University of Chicago Press, 2018. P. 197–236.
17. Brezzi M. et al. An updated OECD framework on drivers of trust in public institutions to meet current and future challenges // OECD working papers on public governance. 2021. Vol. 48. P. 1–60.
18. World Bank Group to Discontinue Doing Business Report // World Bank, 2021. https://www.worldbank.org/en/news/statement/2021/09/16/world-bank-group-to-discontinue-doing-business-report (дата обращения: 12.12.2025).
19. Afonso Ó., Almeida I., Fortuna N. Impact of institutions on economic growth across OECD countries // Prague Economic Papers. 2021. Vol. 30. No. 6. P. 654–674.
20. Ahmed Q. M., Siddiqui D. A. Institutions and economic growth: A comparative analysis of developing and developed countries based on institutionalized social technologies index // Theoretical & Applied Economics. Vol. 27. No. 4. 2020.
21. Arvin M. B., Pradhan R. P., Nair M. S. Are there links between institutional quality, government expenditure, tax revenue and economic growth? Evidence from low-income and lower middle-income countries // Economic analysis and policy. 2021. Vol. 70. P. 468–489.
22. Jiahao S. et al. Trade facilitation, institutions, and sustainable economic growth: Empirical evidence from Sub-Saharan Africa // African Development Review. Vol. 34. No. 2. P. 201–214, 2022.
23. Li M., Kumbhakar S. C. Do institutions matter for economic growth? // International Review of Economics. 2022. Vol. 4. No. 465–485. P. 69.
24. Al Abri I., Al Bulushi A. The role of institutional quality in economic efficiency in the GCC countries // Theoretical Economics Letters. 2022. Vol. 6. No. 1591–1607. P. 12.
25. Şit A. et al. Rethinking of government institutions and governance quality indicators on economic growth in Sub-Saharan African countries // Journal of the Knowledge Economy. 2024. Vol. 15. No. 4. P. 20883–20905.
26. Adu-Darko E. и You K. Structural breaks, institutional quality and productivity growth in Sub-Saharan Africa // Structural Change and Economic Dynamics. Vol. 74. P. 40–60, 2025.

27. Filip M. D., Setzer R. The impact of regional institutional quality on economic growth and resilience in the EU // ECB Working Paper. 2025. No. 3045.
28. V-Dem Institute Varieties of Democracy (V-Dem) Dataset // Gothenburg: University of Gothenburg, 2024. https://www.v-dem.net/data/ (дата обращения: 12.12.2025).
29. Gwartney J. et al. Economic Freedom of the World: 2023 Annual Report. Vancouver: Fraser Institute, 2023. https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/dataset (дата обращения: 12.12.2025).
30. World Bank Global Financial Development Database. Washington, DC: World Bank, 2024. https://www.worldbank.org/en/publication/gfdr/data/global-financial-development-database. (дата обращения: 12.12.2025).
31. World Intellectual Property Organization (WIPO) Global Innovation Index 2024: Unlocking the Promise of Social Entrepreneurship. Geneva: WIPO, 2024. https://www.globalinnovationindex.org (дата обращения: 12.12.2025).

Развитие рынка углеродных единиц в России

Левашенко А.Д., старший научный сотрудник, и.о. заведующей Лаборатории анализа лучших международных практик Института Гайдара, ORCID: 0000-0003-2029-3667, levashenko@iep.ru

Гирич М.Г., научный сотрудник Лаборатории анализа лучших международных практик Института Гайдара, ORCID: 0000-0001-8093-2665, girich@iep.ru

Аннотация. Работа посвящена проблемам и перспективам развития рынка углеродных единиц (УЕ) в России. Несмотря на запуск национального рынка УЕ после принятия Федерального закона № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов» и проведение эксперимента по квотированию выбросов на Сахалине, рынок остается слаборазвитым: предложение УЕ существенно превышает спрос, ликвидность низкая, а среднерыночная цена не покрывает затрат на реализацию климатических проектов. Это создает риски для экономики, снижения инвестиций в климатические проекты и конкурентоспособности российских экспортеров.

Цель исследования — разработать предложения по стимулированию развития рынка углеродных единиц в России. Методологическая основа включает анализ российского законодательства и статистики, а также зарубежного опыта: системы офсетов и торговли квотами в США, Киотского протокола, Парижского соглашения, механизмов CORSIA и CBAM.

В работе предложены два внутренних и три внешних сценария. Внутренние сценарии предполагают: 1) расширение системы торговли квотами на регионы с высоким загрязнением воздуха с территориальными ограничениями, ужесточением штрафов и приоритизацией отдельных типов проектов; 2) зачет УЕ в счет утильсбора и других экологических платежей, что создаст новый канал сбыта для проектов в сфере переработки отходов. Внешние сценарии направлены на: 1) снижение платежей по CBAM через добровольные углеродные сборы и «зеленую инвестиционную схему»; 2) сбыт УЕ, соответствующих стандартам CORSIA, иностранным авиакомпаниям; 3) торговлю УЕ с дружественными странами (БРИКС, ЕАЭС, СНГ).

Для повышения доверия к инструменту УЕ необходимо связать его с обязательными платежами и квотами, гармонизировать российские методологии с международными стандартами, внедрить механизмы управления риском «непостоянства» (буферные пулы), а также предусмотреть налоговые стимулы для компаний, реализующих климатические проекты.

Перечень сокращений и обозначений

В настоящем исследовании применяют следующие сокращения и обозначения:

БРИКС	— объединение десяти государств: Бразилии, России, Индии, КНР, ЮАР, ОАЭ, Ирана, Египта, Эфиопии и Индонезии
ВИЭ	— возобновляемые источники энергии
ГФУ, ХФУ	— гидрофторуглероды, хлорфторуглероды
ЕАЭС	— Евразийский экономический союз
ЕЭК ООН	— Европейская экономическая комиссия Организации Объединенных Наций
ЖКХ	— жилищно-коммунальное хозяйство
ЗИЗЛХ	— экономический сектор: «землепользование, лесное хозяйство»
ИКАО	— Международная организация гражданской авиации
ИМО	— Международная морская организация
ЛОС	— летучие органические соединения
МГЭИК	— Межправительственная группа экспертов по изменению климата
МУП	— муниципальное унитарное предприятие
ОАПЕК	— Организация арабских стран — экспортеров нефти
ОРВ	— озоноразрушающие вещества
ПГ	— парниковые газы
ПДК	— предельно допустимые концентрации веществ
СНГ	— Содружество независимых государств
ТКО	— твердые коммунальные отходы
УЕ	— углеродные единицы
ФЗ РФ	— федеральный закон Российской Федерации
A6.4ER	— эквивалент углеродной единицы механизма Парижского соглашения
CBAM	— Carbon Border Adjustment Mechanism (Механизм трансграничного углеродного регулирования в ЕС)
CH_4	— метан
CO_2-e	— единица измерения парниковых газов (эквивалент углекислого газа — CO_2)
CORSIA	— Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (Схема компенсации и сокращения выбросов от авиации от ИКАО)
EPA	— US Environmental Protection Agency (Агентство США по защите окружающей среды)
LCAF	— Lower Carbon Aviation Fuel (низкоуглеродное авиационное топливо)
NAAQS	— Национальные стандарты качества окружающего воздуха США
NO_2, N_2O	— диоксид азота, закись азота
PM	— particulate matter (твердые частицы или макрочастицы, например, PM10 и PM2,5)
SAF	— Sustainable Aviation Fuel (устойчиво производимое авиационное топливо)
SF6	— гексафторид серы
SIP	— планы реализации штатов США достижения стандартов качества окружающего воздуха
SO_2	— диоксид серы
WWF	— World Wildlife Fund (Всемирный фонд дикой природы)

Введение

В 2021 г. в России принят Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов» от 02 июля 2021 г. № 296-ФЗ, устанавливающий правила выпуска и торговли «углеродными единицами» (далее — УЕ) — активом, представляющим верифицированный (подтвержденный) результат сокращения выбросов парниковых газов (ПГ) (в тоннах выбросов CO_2-е), полученный в результате проведения климатического проекта. Важно пояснить, что в международной практике для обозначения углеродных единиц используется термин углеродный «кредит», «офсет» — терминология зависит от юрисдикции. В данной работе мы условно ставим знак равенства между терминами «углеродная единица», «кредит» и «офсет».

При этом УЕ важно отличать от механизма квотирования выбросов. Согласно ФЗ от 06 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов ПГ», квота — это величина допустимых выбросов ПГ, которую предприятие не должно превысить. То есть квота — это строго установленное государством ограничение на выбросы для компании-загрязнителя, превысить которое нельзя. Квота выдается государством, тогда как УЕ формируется в результате проведения климатического проекта и выпускается инвестором этого проекта. При этом предприятие, которому установлена квота, может снизить свои выбросы (например, провести климатический проект) до уровня меньшего, чем установлено квотой. В таком случае остается излишек квоты, так называемая единица выполнения квоты — верифицированный результат выполнения квоты, отражающий разницу между квотой и фактическими выбросами, произведенными предприятием. Именно излишки квот торгуются на рынке.

Цель исследования — разработать предложения по стимулированию развития рынка углеродных единиц в России. Если рынок УЕ не будет эффективно функционировать, то это создаст ряд рисков для национальной экономики. Например, неликвидность и низкая стоимость УЕ, отсутствие стимулов у компаний-загрязнителей приобретать единицы, снижает частное финансирование со стороны компаний в декарбонизацию экономики: через кли-

матические проекты не стимулируются инновации (которые могут влиять не только на климат, но и на качество воздуха, воды, почвы и здоровье населения), снижается конкурентоспособность и экспортный потенциал российских компаний за рубежом ввиду развития международных климатических обязательств государств и компаний.

Актуальность исследования обусловлена тем, что рынок УЕ только формируется в России: на конец 2025 г. проведено 90 климатических проектов и выпущено более 36,5 млн УЕ, еще более 100 млн готовятся к выпуску. При этом инструмент УЕ имеет ряд проблем и нередко подвергается критике, а рынок УЕ в России имеет низкую ликвидность и нуждается в дополнительных способах реализации УЕ.

Итак, во-первых, рынок УЕ только формируется и является полностью добровольным, а сами УЕ тестируются как финансовый и климатический инструмент. Предприятия могут покупать УЕ добровольно для «репутационных целей», чтобы отчитаться об углеродной нейтральности (например, таким образом поставщик платежных услуг Qiwi приобрел единицы у СИБУР, а поставщик материалов и техники ГПБ «Комплект» приобрел у «Норникеля» 10 тыс. УЕ и др.) [1]. При этом предложение УЕ опережает спрос: с мая 2024 г. объем УЕ в обращении увеличился с 1,5 до 36,5 млн единиц, а зачтено лишь 157 тыс. УЕ (0,41% от общего объема). Дополнительной проблемой является ценообразование: среднерыночная цена УЕ в 800 рублей (в конце 2025 г. опускалась до 300 рублей) не покрывает всех фактических затрат компании на климатический проект [2]. В результате инвесторам становится менее выгодно запускать новые климатические проекты, а на рынке возникает избыток УЕ при недостатке покупателей. Это ставит вопрос о потенциальных рынках сбыта и о механизмах повышения ликвидности российских УЕ.

Во-вторых, несмотря на добровольный характер рынка, УЕ уже используются в эксперименте по торговле квотами на выбросы ПГ на Сахалине, где для 35[1] компаний-загрязнителей (более 20 тыс. т. CO_2-е в год) выделены квоты. Если фактические выбросы пред-

[1] Для 50 компаний в 2026–2028 гг.

приятия превысили квоту, предприятие может компенсировать превышение путем покупки и зачета УЕ от климатического проекта, либо покупки неиспользованной части квоты («единицы выполнения квоты») у другого предприятия, выбросы которого оказались ниже установленной государством квоты. Таким образом, УЕ могут использоваться как инструмент соблюдения обязательств при превышении квот на выбросы.

Однако в таком случае УЕ критикуются как механизм, позволяющий эмитентам фактически избегать реальных расходов на сокращение выбросов в собственных производственных процессах. Вместо инвестиций в модернизацию и снижения углеродоемкости производства компания при превышении квот на выбросы приобретает УЕ, сформированные за счет климатических проектов других компаний, сохраняя прежний уровень загрязнения в рамках своей деятельности. Также важно подчеркнуть, что УЕ являются прежде всего климатическим инструментом, их непосредственная цель — сокращение (или компенсация) выбросов парниковых газов, а экологический эффект (например, снижение локального загрязнения воздуха) проявляется косвенно. При этом вокруг климатической повестки существует дискуссия: действительно ли подобная компенсация выбросов, как УЕ, обеспечивает сопоставимый эффект с прямым сокращением выбросов на источнике, например УЕ выпускаются на лесоклиматические проекты (а леса подвержены пожарам), или на проекты по улавливанию и хранению CO_2 с рисками утечек. Поэтому критики нередко называют торговлю УЕ «горячим воздухом» — подразумевая, что единицы формально учитываются, но их реальный климатический эффект спорен.

Климатические проекты также часто критикуются из-за отсутствия реального эффекта: только 12% УЕ от проектов по развитию ВИЭ, сохранению лесов и снижению выбросов от химических процессов (например, по борьбе с ГФУ, ХФУ) представляют реальные сокращения выбросов [3].

В-третьих, несмотря на критику, УЕ постепенно становятся частью международной климатической повестки и могут использоваться Россией для выполнения внешних обязательств и участия в трансграничных механизмах. Поэтому возникает проблема

соответствия российских климатических проектов и УЕ требованиям международных стандартов. Например, важным механизмом является Схема компенсации и сокращения выбросов (CORSIA) Международной организации гражданской авиации (ИКАО) — первая обязательная международная схема использования УЕ, в рамках которой авиакомпании (в том числе из России) должны будут покупать признанные CORSIA УЕ (выпускаемые компаниями на национальном уровне), чтобы компенсировать свои выбросы. Это создает дополнительный рынок сбыта российских УЕ, однако доступ к нему возможен только при условии, что российские проекты и единицы будут соответствовать установленным критериям по качеству методологий, прозрачности учета и верификации, исключению двойного зачета единиц и пр.

Кроме того, УЕ, выпущенные от проектов, проведенных по международным стандартам, потенциально востребованы на внешних рынках иностранными компаниями, которые обязаны покрывать выбросы в рамках национальных систем торговли квотами или углеродных налогов. Такая логика применялась в период Киотского протокола и получает развитие в рамках новых механизмов Парижского соглашения. Сегодня ст. 6 Парижского соглашения создает базу для совместных проектов и трансграничной торговли результатами сокращения выбросов, что делает перспективным развитие кооперации со странами БРИКС (с учетом заявленной цели формирования углеродного рынка в Казанской декларации [4]), а также с партнерами по ЕАЭС и СНГ и пр. в части проведения международных климатических проектов и продажи УЕ.

Также с 2026 г. ЕС переходит к полноценному применению механизма CBAM — трансграничного углеродного регулирования, предусматривающего приобретение CBAM-сертификатов, охватывающих 1 т выбросов CO_2-е (фактически аналог квоты) в импортируемой продукции. Это приведет к дополнительным расходам российских экспортеров в случае высоких выбросов ПГ при производстве сырья и полуфабрикатов, экспортируемых в ЕС (причем аналогичная система развивается в США, Канаде, Великобритании и пр.). В данном контексте российские УЕ могут рассматриваться как предмет возможных договоренностей с ЕС, если покупка УЕ будет признаваться в качестве «платы за угле-

род» и подтверждать, что экспортер произвел затраты, связанные со снижением выбросов, что также потребует в России приведение в соответствие правил учета и верификации выбросов по международным стандартам.

Таким образом, в рамках исследования будут рассмотрены перечисленные выше проблемы рынка УЕ, а также представлены возможные сценарии их решения.

1. Рынок углеродных единиц в России

Национальный рынок УЕ запущен Федеральным законом № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов ПГ» в 2021 г. Для выпуска УЕ требуется проводить климатические проекты, для которых в России разработаны специальные критерии[2]. Каждый проект проходит процедуру подтверждения соответствия таким критериям — валидации аккредитованным органом. Разработаны специальные методики оценки климатических проектов (на данный момент 21 методика), включая лесовосстановление и защиту лесов от пожаров, улавливание и утилизацию газа на нефтяных объектах, регенерацию отработанных масел, генерацию электроэнергии из ВИЭ, обращение с отходами (ТКО, органические отходы, свалочный газ) и пр.[3]

После выполнения проекта проводится верификация: аккредитованный орган подтверждает количество выбросов, которые удалось сократить (предотвратить). И на это сокращение выпускаются УЕ путем зачисления УЕ на счет исполнителя климатического проекта (оператор реестра — АО «Контур»). Далее УЕ торгуются между участниками, Реестр фиксирует все сделки и статус единиц. УЕ, зачтенные для выполнения обязательств (например, в рамках эксперимента на Сахалине по квотам), исключаются из обращения.

В России, как и во многих странах, порядок выпуска УЕ во многом заимствован из Киотского протокола (Россия участвовала

[2] Приказ Минэкономразвития России от 11.05.2022 № 248.

[3] Российские методологии климатических проектов. Реестр углеродных единиц (Carbonreg). URL: https://carbonreg.ru/ru/methodology/accepted_methodologies/

в 2008–2012 гг.). Поэтому процедуры эмиссии УЕ в России в целом сопоставимы с процедурами зарубежных стран (например, Китая, Индии, Бразилии), что повышает потенциал признания российских УЕ за рубежом. Вместе с тем отдельные страны внедряют дополнительные элементы, выходящие за рамки Киотского протокола. Например, в Казахстане действует двухэтапное утверждение проекта: до валидации и верификации проект проходит экспертизу в Минэкологии и у оператора системы торговли, а проектная документация и план мониторинга выбросов публикуются для общественных комментариев. В Китае проводится сбор общественных замечаний.

Параллельно рынку УЕ в России запущен эксперимент по торговле квотами на выбросы (ФЗ № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов ПГ») в Сахалинской области (до 2028 г.) При этом идея развития углеродного регулирования на Сахалине родилась еще в конце 1990-х гг., когда Агентство по охране окружающей среды США предоставило грант Тихоокеанской северо-западной национальной лаборатории и WWF для внедрения международных руководящих принципов инвентаризации выбросов ПГ, разработанных Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК). Для эксперимента были выбраны Новгородская, Челябинская, Сахалинская области и Хакасия — тогда произошла первая региональная инвентаризация выбросов ПГ [5].

Сегодня в эксперименте участвуют 35 организаций-загрязнителей (с 2026–2027 гг. — 50 организаций) с выбросами от 20 тыс. т CO_2-е из разных секторов (авиация, коммунальные услуги, угольные, химические и пр. предприятия). Квоты для предприятий устанавливаются ежегодно на основе отчетности этих предприятий о выбросах. Превышать установленную квоту предприятие не вправе. Если фактические выбросы оказались выше лимита, возможны три варианта: (1) зачесть УЕ, купленные у инвестора климатического проекта, в превышение квоты (например, Сахалинэнерго продала 384 УЕ для выполнения квоты МУП «Ногликский водоканал»), (2) купить единицу выполнения квоты у предприятия, которое совершило меньше выбросов, чем установлено квотой, либо (3) произвести плату за превышение выбросов — 1 тыс. рублей за каждую тонну.

Можно отметить, что эксперимент на Сахалине имеет ряд недостатков:

1) Эксперимент на самом деле не позволяет региону достичь углеродной нейтральности, такая нейтральность в итоге достигается за счет лесов.

Более 94% выбросов поглощаются лесами, до 68,1% территории Сахалина покрыто лесами (7-е место среди регионов) [6]. Так, в 2021 г. регион произвел 12,4 млн т выбросов CO_2, из которых 11,1 млн т поглощено лесами, поэтому оставшиеся выбросы составили 1,3 млн т CO_2. В 2023 г. было выброшено 12 млн т CO_2, 11,3 млн т поглощено лесами, 700 тыс. т — не погашено. При этом за 2024–2025 гг. компании должны сократить 160 тыс. т (по 80 тыс. т в год), то есть около 0,6–0,7% от фактических выбросов в регионе [7]. Поэтому влияние эксперимента на достижение углеродной нейтральности на Сахалине минимальное.

2) Эксперимент не стимулирует рынок УЕ в России. По данным Минэкономразвития, в 2025 г. было зачтено 131 тыс. УЕ для покрытия превышения квот [8]. Однако всего на рынке в России выпущено более 36,5 млн УЕ, то есть реально удалось использовать для эксперимента только 0,36% выпущенных УЕ, что говорит о необходимости развивать новые механизмы (помимо квот на выбросы) использования УЕ в России.

3) Нереалистичность достижения сокращения выбросов. С начала 2000-х выработка электроэнергии на угольных и газовых теплоэлектростанциях почти удвоилась, добыча сырой нефти увеличилась с 2 млн до 20 млн т в год, добыча газа — в 18 раз, а угля — с 2,4 до 10,8 млн т за счет развития нефтегазовых проектов «Сахалин-1» и «Сахалин-2» [5]. Существует риск сокращения поглощения углерода лесами в ближайшие 20–30 лет из-за прогнозируемой деградации лесов [5].

Однако можно отметить и ряд преимуществ эксперимента:

1) создана регуляторная база для развития рынка УЕ по всей России, включая систему климатической отчетности компаний;

2) в совокупности с другими мерами по достижению углеродной нейтральности эксперимент смог частично снизить загрязнение в регионе, например проведена газификация ЖКХ, общественный транспорт и сельскохозяйственная техника переведены

на газ, что улучшило качество воздуха в 2 раза, снизились выбросы мелкодисперсных частиц в 5 раз [9].

Таким образом, можно отметить, что углеродная нейтральность на Сахалине достигается в основном за счет ЗИЗЛХ (лесов), а не технологических сокращений выбросов у крупных эмитентов, в том числе за счет климатических проектов. Поэтому Сахалин не становится устойчивым рынком сбыта УЕ, а у компаний нет финансового стимула регулярно покупать УЕ.

2. Дискуссия о климате

Важно понимать, что квоты на выбросы ПГ и УЕ в России и в мире сегодня — это инструменты борьбы с изменениями климата, которые становятся частью международных обязательств государств по сокращению выбросов ПГ. Так, рост среднегодовой температуры в период с 1976 по 2023 г. в России составил 0,5 °С за каждые 10 лет [10] (данные Росгидромета). При этом в научной и общественной повестке продолжается дискуссия о соотношении антропогенных и естественных факторов потепления. Можно выделить следующие причины изменения климата:

1. Естественные:

— конец малого ледникового периода — многовековая фаза относительно более холодного климата, условно датируемая примерно XIV–XIX вв. (термин введен Ф. Э. Маттесом в 1939 г.) [11];

— изменение сезонного поступления солнечной радиации в разные широты из-за колебаний параметров земной орбиты (как наклон оси, эксцентриситет и пр.) и изменение прозрачности атмосферы вследствие пылевых выбросов (от вулканов), что влияет на количество солнечного тепла и радиации, достигающих поверхности (М. Будыко, 1970) [12]. То есть изменение климата связано с увеличением поступающей солнечной энергии или снижением способности поверхности Земли отражать солнечный свет, что приводит к росту средней температуры и таянию льдов.

В связи с этим есть также мнение, что никакого изменения климата не существует, так как наблюдаемое потепление и климатические изменения либо являются следствием погрешностей

измерений, либо полностью укладываются в рамки естественной изменчивости климата (включая циклы океана и солнца), а потому борьба с изменением климата не требует отдельных мер государственной политики.

2. Антропогенные причины. Так, М. Будыко считал, что некоторые виды деятельности человека могут привести к изменению климата в глобальных масштабах: например, увеличение производства энергии на 4–10 % в год приведет в тому, что через 100–200 лет объем выделяемого человеком тепла станет сопоставим с солнечным излучением, получаемым земной поверхностью. Каллендар в 1938 г. подсчитал, что в 1890–1938 гг. в атмосферу было выброшено около 150 млн т углекислого газа из-за сжигания ископаемого топлива, из которых 75% осталось в атмосфере [13].

В итоге США и СССР инициировали научную дискуссию о роли парникового эффекта в глобальном потеплении: в 1985 г. на международном уровне был закреплен официальный перечень ПГ («Виллахское заявление») [14], а в 1988 г. была сформирована Межправительственная группа экспертов по изменению климата.

Таким образом, глобальное потепление все же имеет антропогенную составляющую, прежде всего за счет выбросов ПГ вследствие сжигания ископаемого топлива, промышленного производства. При этом параллельно на климат влияют и естественные факторы и цикличность климата, однако это не отменяет необходимости управлять рисками, которые уже проявляются из-за изменений температуры, такими как учащение экстремальных погодных явлений, деградация экосистем, что наносит экономический ущерб, приводит к смертности населения. Поэтому управление климатическими рисками — это инструмент снижения долгосрочных рисков и повышения устойчивости экономики.

И даже если придерживаться иной точки зрения, считая вклад человека вторичным, международная система уже выстроена так, что климатические обязательства стали неотъемлемой частью глобальных правил международной торговли, инвестиций и промышленной политики. Практики углеродного регулирования, климатической отчетности и механизмов компенсации сокращений (включая углеродные единицы, квоты на выбросы) встроены в корпоративные цепочки поставок, финансовые тре-

бования и даже становятся торговыми барьерами (как механизм трансграничного углеродного регулирования в ЕС CBAM). Поэтому нельзя игнорировать климатическую повестку, так как это приведет к росту регуляторных и коммерческих издержек, ограничению доступа к рынкам и капиталу, утрате конкурентоспособности российских компаний.

3. История развития инструмента УЕ

Сегодня УЕ и квоты на выбросы ПГ используются как климатические инструменты, однако исторически их логика выросла из борьбы за качество воздуха. Регулирование выбросов стало особенно актуальным во время второй промышленной революции (конец XIX — начало XX в.), когда угольная энергетика и тяжелая промышленность резко усилили загрязнение. Одним из первых экономистов, предложивших оценивать экологический ущерб, был А. Пигу: из его работ сформировался принцип «загрязнитель платит» (пигувианский налог), когда государство повышает издержки «грязной» деятельности, чтобы цена товара учитывала общественный вред. С 1960-х этот подход все чаще критиковали из-за практических проблем — трудно точно измерить ущерб от выбросов и установить справедливые ставки платы за загрязнение для разных отраслей [15].

В 1960 г. Р. Коуз в статье «Проблема социальных издержек» предложил альтернативу: вместо налога закрепить права, например, на чистый воздух и возможность торговать ими. Эту идею развили Томас Крокер (1966) и Джон Дейлс (1968), предложив систему торгуемых разрешений: регулятор задает общий потолок выбросов и выпускает ограниченное число «прав на загрязнение», а рынок формирует их цену. Дейлс описывал модель 1:1 без территориальной привязки, тогда как Крокер подчеркивал региональный эффект — стоимость разрешений может различаться по территориям в зависимости от влияния источника. Так сложилась концепция рыночного распределения «прав на загрязнение», которая в 1970-х в США легла в основу практики компенсаций (offsets) для «грязных» предприятий — рассмотрим подробнее.

3.1. Опыт США

Опыт США был выбран потому, что это первая страна, которая реализовала идею «компенсации» (офсетов) выбросов грязными предприятиями, включая покупку кредитов на сокращение выбросов (аналог углеродных единиц в России), и далее продвигала инструмент в рамках Киотского протокола. Важно оговориться, что в США отсутствует понятие «углеродной единицы», однако используется общеродовое понятие *«офсет*[4]*»* или *«компенсация»* выбросов (emission offset), которое охватывает разные виды офсетов, включая *«кредиты на сокращение выбросов»* — аналог УЕ в России, неиспользованные квоты на выбросы (единицы выполнения квот в России) и другие меры компенсации загрязнения (например, покупка грязного предприятия и его закрытие).

Углеродные кре́диты (carbon credits) — далее под «кредитами» мы понимаем углеродные единицы. Углеродные кредиты — это более точное название, так как это обращаемые на рынке единицы, которые подтверждают сокращение/поглощение выбросов и могут использоваться для компенсации выбросов ПГ компаниями.

В 1970 г. в США принят 4-й Закон о чистом воздухе (действует сегодня), внедривший Национальные стандарты качества окружающего воздуха (далее — NAAQS) — обязательные показатели качества воздуха для 6 веществ (SO_2, PM, свинца, окисей углерода, NO_2 и озона) [16]. Для выполнения NAAQS штаты разрабатывали планы реализации (далее — SIP), включающие нормы, программы и меры достижения стандартов NAAQS, как мероприятия по снижению выбросов, так и меры без фактического снижения выбросов (например, правила рассеивания выбросов из труб в определенную погоду или время года и др.).

Однако нефтяной шок 1973–1974 гг. (введение эмбарго против США на импорт нефти из стран ОАПЕК) и резкий рост цен

[4] Значение слова «офсет» (Оксфордский словарь):
— все, что действует как противовес; компенсирующий эквивалент;
— ранее в международной торговле — форма соглашения о встречной торговле, в которой продавец соглашается купить в установленные сроки продукцию определенной стоимости у покупателя.

на нефть (до 4 раз к 1974 г.) подтолкнули к принятию в 1975 г. Закона об энергополитике и энергосбережении [17], направленного на поддержание энергетики за счет увеличения добычи угля (предоставление гарантий по займам для разработки угольных шахт), что создало риск недостижения NAAQS [18].

В связи с этим в 1977 г. приняты поправки в Закон о чистом воздухе, внедрившие «зоны недостижения» (nonattainment areas). В таких зонах допускалось строить новые стационарные источники (или развивать существующие источники) выбросов, только если будут сокращены выбросы от существующих источников до такой степени, чтобы выбросы из новых источников были равными количеству сокращенных выбросов от существующих источников — то есть провести «компенсацию/офсет выбросов» (emission offsets). Без компенсации выбросов крупный источник выбросов не мог получить разрешение на деятельность в зоне недостижения. Таким образом, фактически в штатах США были образованы зоны, где стандарты качества воздуха не соответствовали требованиям NAAQS. И чтобы не допустить ухудшения существующего состояния качества воздуха, новое предприятие могло работать в такой зоне, если компенсирует свои будущие выбросы. Компенсировать (произвести офсет) можно было следующим образом:

1) купить «кредит на сокращение выбросов» у другого предприятия, которое сократило выбросы. По логике это близко к российским УЕ: кредит возникает из проекта по снижению выбросов и проходит процедуры валидации, верификации. При этом в США действовали жесткие ограничения: кредит должен был быть получен в той же зоне недостижения у существующего в зоне недостижения предприятия (географическое ограничение) и относиться к тому же загрязнителю (нельзя компенсировать выбросы свинца кредитом по NOx). Например, чтобы открыть новую угольную шахту, нужно было купить у существующих шахт кредиты (например, на SO_2) в размере выбросов нового предприятия. Территориальная привязка повлияла на цены: в 2018 г. стоимость кредитов по NOx существенно различалась по регионам: от 526 долларов на Среднем Западе до 3 778 долларов на юге США [19].

2) Оплатить меры по снижению загрязнения на другом, уже существующем в зоне недостижения предприятии.

3) Купить действующее «грязное» предприятие и закрыть его, тем самым компенсировав будущие выбросы нового объекта.

То есть новый источник выбросов в зоне недостижения должен был компенсировать планируемые выбросы одним из предусмотренных способов (способы и сегодня сохраняются в законодательстве). С 1979 г. EPA закрепило политику «банкинга»: компании могли накапливать кредиты на специальных государственных счетах/в реестрах, чтобы продавать или сжигать их в будущие периоды (современный механизм хранения квот и УЕ)[5]. Это создавало стимулы: без возможности хранения офсетов предприятия откладывали бы установку нового оборудования или не внедряли более эффективные технологии, потому что сокращения нельзя было выгодно использовать в будущем. Была введена процедура выпуска кредитов, включая механизм проверки и подтверждения количества сокращений выбросов органом по контролю за воздухом штата (аналог проведения верификации результатов климатического проекта в России). Для этого анализировалась отчетность и системы мониторинга выбросов предприятий, отбирались пробы для тестирования содержания выбросов в производственных процессах, использовались метеорологические данные для отслеживания рассеивания выбросов и пр. Также проводилась сертификация сокращения органами по контролю за загрязнением воздуха штата. Кредиты торговались децентрализованно — напрямую через двусторонние контракты, специальные центральные биржи не существовали.

А с 1990 г. EPA разрешило [20] торговать кредитами между соседними зонами недостижения по разрешению органа по контролю за воздухом штата, что снизило барьеры для доступа в зоны недостижения новых предприятий при нехватке офсетов.

Таким образом, именно США первыми на практике отработали логику «квотирования» и «компенсации» выбросов, выделив грязные по качеству воздуха предприятия и установив жесткие требования по снижению выбросов загрязняющих веществ

[5] 44 Fed. Reg. 3,274 (1979) (to be codified in 40 C.F.R. §51).

(не парниковых газов) до нормативных уровней к действующим предприятиям — аналог режима квотирования. А режим выпуска кредитов при снижении выбросов стал прототипом современной системы выпуска УЕ. Сравнивая опыт США с экспериментом на Сахалине в России, можно отметить:

1) УЕ и квоты в России направлены на сокращение ПГ, в США кредиты на сокращение выбросов предназначены для снижения выбросов загрязнителей, не связанных с климатом (таких как свинец, диоксид серы и пр.), влияющих на качество воздуха;

2) в США широкое понятие компенсации (офсета) выбросов, которое включает как выпуск кредитов на сокращение выбросов (аналога УЕ), так и закрытие существующего грязного предприятия, финансирование сокращения выбросов на соседнем предприятии (если на собственном выбросы невозможно или дорого сокращать) и пр.;

3) офсеты (компенсация) в США стали условием доступа на рынок новых загрязнителей. На Сахалине УЕ и квоты не ограничивают появление новых стационарных источников выбросов;

4) в США новое предприятие должно купить кредит сокращения выбросов в зоне, где происходит выброс вредных веществ. На Сахалине можно использовать УЕ от климатических проектов, проведенных в любом субъекте России (например, компенсировать выбросы от работы угольной электростанции на Сахалине за счет УЕ от лесного проекта в Калуге). Такую разницу в подходах можно объяснить дальностью миграции веществ: ПГ могут распространяться по всему миру, тогда как загрязнение свинцом, твердыми частицами является локальным.

Таким образом, в США система офсетов строже, чем в России: действуют территориальные и субъектные ограничения, что повышает стоимость кредитов (например, в 2009 г. пиковая стоимость кредитов на сокращение PM_{10} в зонах недостижения Калифорнии составила 1,4 млн долларов США за 1 т [21]) и может ограничивать допуск конкурентов в зоны недостижения (в 2019 г. 5 из 32 предприятий владели 85% кредитов на сокращение оксидов азота). В России подход гибче: компании могут снизить затраты, покупая более дешевые УЕ в других регионах, из-за чего цена УЕ ниже, а инструмент менее интересен инвесторам, которым часто сложно окупить проект.

Тем не менее кредиты на сокращение выбросов (США) или углеродные единицы (в России) — это инструменты перераспределения расходов предприятий на меры по снижению выбросов, которые не всегда приводят к реальному снижению выбросов или улучшению экологической обстановки. И если грязное предприятие не может снизить собственные выбросы, оно может косвенно оплатить снижение на другом предприятии за счет покупки кредитов (единиц). Это снижает стимул к реальной модернизации предприятий, если предприятию проще и дешевле купить кредиты (единицы).

США стали также первой страной, которая ввела систему торговли квотами (разрешениями) на выбросы диоксидом серы (SO_2 — не является ПГ) для электростанций (только 1 сектор) в рамках Программы кислотных дождей 1995–2010 гг. Это позволило сократить за первые 11 лет ежегодные выбросы SO_2 на 40% [22].

Электростанциям на каждый энергоблок выдавались разрешения (квота) на выброс 1 т SO_2. Если предприятие сделало выбросы SO_2 в меньшем размере, чем было выделено разрешений, то излишки разрешений (в России это единица выполнения квоты) могли продаваться другому загрязнителю, либо использоваться в будущие периоды (как и квоты в России можно накапливать). Предприятия вели мониторинг выбросов (на постоянной основе делали пробы, измерения) и ежегодно отчитывались о выбросах. Если превышалось количество выбросов, предоставленных разрешениями, то предприятие либо (1) платило штраф в размере 2 тыс. долларов за каждую тонну CO_2, либо (2) производило компенсацию путем зачета разрешений, купленных у другого предприятия, или собственных разрешений, накопленных с прошлых периодов.

Во многом система торговли разрешениями на выброс SO_2 схожа с торговлей квотами на Сахалине. Однако в США система была строже, можно выделить особенности, которые не существуют сегодня в России:

1) Чтобы получить разрешение, предприятие было обязано внедрить меры по энергосбережению или ВИЭ (принимался специальный план, одобряемый штатом) и план «соответствия» с мерами, которые позволяют предприятию не превысить выбросы, установленные разрешениями. В России предприятиям

не требуется внедрять план по достижению квот на выбросы или принимать какие-либо иные обязательные меры.

2) Купленные у другого предприятия разрешения можно было зачесть только с разрешения администратора Программы кислотных дождей (нужно было получить письменное разрешение на такой зачет) с объяснением, почему произошло превышение выбросов и разработкой плана по недопущению превышения в будущие периоды. В России подобного механизма не существует.

Таким образом, Программа кислотных дождей — это первая в мире система торговли квотами на выбросы, охватившая только 1 сектор (производство электроэнергии) и только 1 тип загрязнителя — диоксид серы, который не является ПГ. В России на данный момент система торговли квотами ограничена Сахалинской областью (хотя планируется проводить и в других регионах), охватывает все типы ПГ и не ограничена по секторам.

Завершая анализ, можно сделать вывод, что США стали первыми, кто придумал идею компенсации (офсетов) выбросов грязными предприятиями, включая покупку кредитов на сокращение выбросов (аналога углеродных единиц в России), а также первыми создали систему торговли разрешениями на выбросы (квотами). При этом основная идея была не в том, чтобы заставить предприятия снижать выбросы через строгие ограничения, а дать возможность грязным предприятиям компенсировать свои выбросы наиболее гибким и дешевым способом, перераспределяя расходы — снижать выбросы там, где это дешевле.

3.2. Международные инструменты рынка углеродных единиц

На международном уровне развитие рынка углеродных единиц началось с принятия Монреальского протокола 1987 г. по озоноразрушающим веществам (далее — ОРВ), таким как хлорфторуглероды, гидрофторуглероды и другие, которые влияют на климат, например отказ от ГФУ предотвратит глобальное потепление на 0,5 °C к 2100 г. [23]. Монреальский протокол впервые определил для стран количественные цели по сокращению производства и потребления ОРВ, которые страна не должна была превышать —

фактически прототип первой международной системы торговли квотами. Если одна страна уменьшила свое производство ОРВ на определенное количество тонн, то она может продать другой стране, которая превысила лимиты Протокола, право (квоту) на увеличение производства или потребления каждой тонны ОРВ.

Например, США и ЕС ввели международную систему торговли разрешениями на торговлю 1 т ОРВ, где участвовали компании при одобрении сделки правительствами (стран — участниц Монреальского протокола: откуда и куда будут переданы разрешения). Так, внутри ЕС в 1991–1994 гг. осуществилось 19 сделок — 13% от допустимого в ЕС объема производства ОРВ [24]. В России в 1999 г. было введено квотирование для ОРВ[6] (квоты действуют и сегодня), однако в России не введена возможность торговли квотами на производство и потребление ОРВ ни на национальном, ни на международном уровне.

Идея торговли выбросами продолжила развитие в Киотском протоколе (принят в 1997 г., вступил в силу в 2005 г.), который охватил непосредственно «парниковые газы», такие как диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), гидрофторуглероды (ГФУ), перфторуглероды (ПФУ), гексафторид серы (SF_6). Крупные эмитенты, такие как США (36,1% мировых выбросов) и Россия (17,4%), протокол подписали, но долгое время не ратифицировали. США требовали, чтобы Россия, Китай взяли на себя количественные ограничения по выбросам ПГ — протокол установил юридически обязательные цели для стран по сокращению выбросов в среднем на 5,2%. Однако ряд стран, такие как Россия, ОАЭ, Катар и другие, были не готовы подписывать протокол, так как в основе экономик находился нефтегазовый сектор. Например, в России сектор обеспечивал 50% доходов бюджета, более 70% экспорта и около 5% рабочих мест [25]. Таким образом, создавался риск, что страна не сможет выполнить обязательства Киотского протокола ввиду активного развития нефтегазового сектора.

В 1999–2000 гг. на Конференции ООН по климату сформировалась Umbrella Group из США, Японии, России, Канады, Австра-

[6] Постановление Правительства РФ от 05 мая 1999 г. № 490 «Об усилении мер государственного регулирования производства и потребления ОРВ».

лии и др., которая продвинула идею формирования системы международной торговли УЕ. Странам предлагалось устанавливать целевые показатели по сокращению выбросов, но достигать их не за счет реального сокращения внутри страны, а за счет косвенных сокращений через климатические проекты. Так Россия могла и дальше поддерживать нефтегазовый сектор, компенсируя его выбросы углеродными единицами от международных проектов.

В результате в рамках Киотского протокола появились два механизма проведения климатических проектов — «механизм чистого развития» (проекты развитых стран в развивающихся) и «проекты совместного осуществления» (проекты развитых стран друг у друга), а также система торговли квотами на выбросы. Это позволило странам, не имеющим финансов или возможности сокращать грязное производство, которое могло лежать в основе экономики (например, нефтяные экономики), использовать климатические проекты, финансируемые развитыми странами, чтобы минимизировать собственные затраты и одновременно снижать выбросы. Полученные УЕ зачитывались в выполнение обязательств по Киотскому протоколу. В итоге в России провели более 108 климатических проектов, которые привлекли инвестиции в объеме 455 млн евро (выручка от продажи УЕ) и профинансировали меры по модернизации производства более чем 2,6 млрд евро [26].

Тем самым УЕ закрепились прежде всего как инструмент оптимизации затрат на климатическую политику, а не как гарантированная мера фактического сокращения выбросов у реальных загрязнителей. В некоторых случаях климатические проекты стали способом перемещения грязных производств из развитых стран в развивающиеся — например, было профинансировано более 45 угольных проектов в Индии и Китае [27].

Немаловажным является механизм зеленой инвестиционной схемы (Green Investment Scheme, GIS), в рамках которой доходы от продажи квот Киотского протокола направлялись на новые экологические проекты. Например, если Россия продает УЕ от климатического проекта в Японию, то средства от продажи идут в фонд, далее на финансирование новых климатических проектов (то есть как страны-продавца). Такие фонды создава-

лись на основе двусторонних и многосторонних соглашений между странами. Россия лоббировала такой тип реинвестирования средств с 2000 г., в том числе вела переговоры о запуске схемы с Канадой, Японией и Швецией [28].

Схема GIS была важна. Так, квоты по Киотскому протоколу рассчитывались на период с 2008 по 2012 г. как процент от базового уровня выбросов в 1990 г., а из-за экономического спада в 1990-х[7] фактические выбросы России резко упали, поэтому установленный протоколом лимит выбросов оказался существенно выше реальных выбросов, что привело к образованию профицита квот. Создавался риск торговли «горячим воздухом» — формального выполнения обязательств Протокола без реального экологического эффекта. Схема GIS стала инструментом «доверия» стран к российским квотам: покупка квот выглядела не как «покупка воздуха», а как инвестиция в новые климатические проекты в стране-продавце. При этом страны-покупатели могли задавать условия, на что именно тратить средства, например типы проектов, включая климатические, социальные и научные инициативы, для которых не существовало методологий либо было невозможно подсчитать сокращение выбросов.

3.3. Современные системы формирования рынка углеродных единиц

Сегодня на международном уровне развиваются две основные системы торговли УЕ — добровольная система Парижского соглашения (далее — ПС) и обязательная Схема компенсации и сокращения выбросов углерода для международной авиации (CORSIA).

Итак, ПС принято в 2015 г. на Конференции РКИК ООН (Россия подписала в 2016 г., ратифицировала в 2019 г.). ПС было принято ввиду того, что Киотский протокол устанавливал обязательства не для ключевых эмитентов (США, Китай, Индия), а в основном в отношении ЕС и Японии, на которых приходилось только 10%

[7] Например, ВВП России по паритету покупательной способности сократился с 2367 до 1024 млрд долларов США в период с 1989 по 1997 г.

мировых выбросов ПГ к концу 2010-х [29]. Произошли структурные сдвиги в экономике в 2000–2010 гг. — промышленный рост стран АТР (Китая, Индии и Индонезии), что увеличило их выбросы.

Основная задача ПС — удержать глобальное повышение температуры ниже 2 °С по сравнению с доиндустриальным уровнем и продолжать усилия по ограничению повышения температуры до 1,5 °С. При этом ПС продолжило идею Киотского протокола в части рыночных механизмов углеродной торговли. Статья 6 ПС установила два механизма:

1) механизм по ст. 6.2 — позволяет странам передавать «результаты смягчения последствий изменения климата» (ITMO) как квоты, УЕ, а также любые другие результаты сокращений, включая проведение совместных климатических проектов путем заключения двусторонних/многосторонних соглашений. Стороны на основе международного соглашения могут сами решать, как будет осуществляться между ними проведение климатических проектов и передача ITMO, как будут формироваться реестры зачисления (базы данных, которые содержат данные о результатах выпуска УЕ, квот в обращении, о количестве сделок и пр.), как будут распределяться ITMO между странами и др.;

2) механизм по статье 6.4 — механизм выпуска УЕ, в котором могут участвовать не только государства, но и компании путем реализации климатических проектов. Можно провести проект, зарегистрировать его через национальный механизм и механизм ООН, выпустив единицы сокращения выбросов (A6.4ER) — аналог УЕ. Затем полученные единицы могут быть проданы. Данный механизм пока еще в стадии разработки.

Таким образом, механизмы ПС закладывают основу для заключения соглашений на проведение климатических проектов (как между государствами, так и с вовлечением частных компаний), создавая потенциальный внешний спрос на результаты сокращения выбросов (как УЕ) на проекты, проводимые в России. Это также возможность снизить санкционное давление через совместные проекты и сделки с дружественными юрисдикциями.

ПС устанавливает, что выбросы от международной авиации и выбросы морского транспорта должны охватываться специальными организациями — ИКАО и ИМО соответственно. Поэтому ИКАО

внедрила инструмент CORSIA: авиакомпании, самолеты которых выбрасывают более 10 000 т CO_2 в год от международной авиации, и самолеты которых имеют максимальную массу более 5700 кг, должны компенсировать свои выбросы. Компенсациями выбросов охватываются рейсы, в которых различается страна вылета и страна посадки (на внутренние рейсы требования не распространяются). Компенсация проводится либо путем покупки и зачета УЕ, одобренных CORSIA, либо путем использования устойчиво производимого авиационного (SAF) или низкоуглеродного авиационного топлива (LCAF), соответствующих стандартам CORSIA. Как прогнозирует «Аэрофлот», компании потребуется компенсировать около 1 млн т CO_2-е в год [30] за счет УЕ, признаваемых CORSIA.

При этом CORSIA допускает зачет в обязательства УЕ, выпущенных по национальным стандартам, приведенным в соответствие с CORSIA. Для этого России потребуется создать систему выпуска УЕ по требованиям CORSIA, которые несколько отличаются от существующих в России, например в CORSIA не допускаются УЕ от некоторых лесоклиматических проектов, проектов по хранению углерода из-за риска «непостоянства» (риск реверсии ПГ обратно в атмосферу), проектов с высокой инвестиционной привлекательностью и быстрой окупаемостью (2–10 лет) без дохода от продажи УЕ (например, крупные проекты ВИЭ с мощностью от 15 МВт) и пр.

Стоит отметить, что в рамках ИМО создание схожего механизма компенсации выбросов для морских перевозок пока отложено.

Таким образом, международный рынок УЕ формировался как механизм гибкости и оптимизации издержек. В частности, Киотский протокол через торговлю квотами и проектные механизмы позволил развитым странам выполнять цели по снижению выбросов частично за счет внешних проектов в развивающихся странах, а сами развивающиеся страны (в том числе Россия) могли за счет таких проектов привлечь инвестиции и поддержать модернизацию. С другой стороны, появилась критика инструментов сокращения выбросов из-за рисков «горячего воздуха» и сомнений в их реальном климатическом эффекте.

На современном этапе (Парижское соглашение и CORSIA) сохраняется рыночная логика (в том числе логика перераспределения расходов компаний и выполнение странами требований

по сокращению выбросов ПГ), но акцент делается уже на качестве климатических проектов и выпускаемых углеродных единиц — вводятся более строгие требования, методологии, ограничиваются допустимые типы проектов и пр. Это требует соответствия международным стандартам процедур выпуска и реализации российских углеродных единиц.

4. Предложения по развитию рынка УЕ (сценарии)

По результатам проведенного исследования подготовлены предложения по развитию рынка УЕ в России — два внутренних сценария (работают на развитие внутреннего рынка УЕ) и три внешних (работают на выполнение Россией внешних климатических обязательств, а также на поиск новых рынков сбыта российских УЕ за рубежом).

Внутренние сценарии:

1) повышение качества воздуха в самых грязных регионах РФ через снижение выбросов ПГ путем расширения системы торговли квотами на выбросы;

2) использование УЕ в совокупности с существующими экологическими инструментами, например зачет УЕ в качестве платы утильсбора.

Представленные сценарии должны помочь решить проблему недоверия инвесторов к инструменту УЕ и снизить эффект торговли «горячим воздухом», создать новые рынки сбыта УЕ в регионах и отраслях (включая отрасль управления отходами), сделать УЕ наравне с климатическим еще и экологическим инструментом для улучшения качества воздуха в городах.

Внешние сценарии:

1) УЕ как возможность снижения платы российских компаний по трансграничному углеродному налогу ЕС CBAM за счет покупки УЕ в России;

2) сбыт российских УЕ иностранным авиакомпаниям в рамках программы по международным авиаперелетам CORSIA;

3) продажа УЕ за рубеж от российских климатических проектов через инструменты Парижского соглашения и формирова-

ние совместных рынков углеродных единиц с дружественными странами.

Представленные сценарии должны помочь привести в соответствие с международными стандартами стандарты выпуска российских УЕ, расширяя возможности выхода на иностранные рынки сбыта.

4.1. Внутренние сценарии развития рынка УЕ в России

Сценарий № 1. Улучшение качества воздуха в отдельных регионах России за счет углеродных инструментов

В России обсуждается идея расширить инструмент по торговле квотами с Сахалина на другие регионы. В этом случае важно охватить не любые регионы, а регионы с наихудшим качеством воздуха, стимулируя за счет мер по сокращению ПГ сокращение выбросов других вредных веществ, предельно допустимые концентрации (ПДК) которых превышены.

Аргументы в пользу реализации этого сценария:

1) В России существует проблема качества воздуха. В 2023 г. в 116 городах России (47% населения городов) фиксировалось высокое загрязнение воздуха. В 30 городах зафиксировано превышение ПДК загрязняющих веществ в 10 раз, в частности по бензапирену[8], сероводороду[9], диоксиду серы[10] (данные Росгидромета). Основные источники выбросов: предприятия топливно-энергетического комплекса (на сектор приходится также 79% выбросов ПГ), в 13 городах — предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности и в 16 — химической и нефтехимической (промышленные выбросы — 12% всех выбросов ПГ в России); в 10 — лесной и деревообрабатывающей; в 2 — угольной [31].

В России с 2019 г. запущен проект «Чистый воздух» по снижению выбросов в городах в два раза к 2024 г., однако цели проекта

[8] Абакан, Ачинск, Братск, Вихоревка, Зима, Канск, Кемерово и Красноярск.

[9] Альметьевск, Чита, Самара, Селенгинск и Новодвинск.

[10] Норильск, Медногорск.

Таблица 1. Соотношение снижения выбросов ПГ и загрязняющих веществ в зависимости от типа проекта

Проект	Сфера	ПГ	Загрязняющие вещества
1. Проекты по предотвращению образования парниковых газов			
Переход с одного вида топлива на другое. Например, с угля на газ	Сжигание, транспортировка топлива — любые сектора	Снижение CO_2 на 50–60%	Выбросы SO_2 ниже до 90%, NO_x до 60%, PM
Улавливание утечек метана при транспортировке газа	Добыча, подготовка, транспортировка и распределение природного газа (нефть и газ, энергетика)	Снижение выбросов метана	Снижение приземного озона O_3
Переработка отходов вместо сжигания	Управление отходами: твердые коммунальные и промышленные отходы, сельхозотходы	Снижение CO_2, CH_4 и N_2O	Уменьшение $PM_{2,5}$, NO_x, SO_2, ЛОС, тяжелых металлов, возникающих при сжигании отходов
2. Проекты по предотвращению выброса парниковых газов			
Проекты по улавливанию и хранению CO2	Сжигание, транспортировка, добыча топлива, промышленные процессы — любые сектора	Снижение выбросов CH_4, ЛОС	Снижаются SO_2, NO_x, PM — могут вызывать деградацию амина (адсорбент при улавливании CO_2)
3. Проекты по поглощению парниковых газов			
Лесоклиматические проекты	Землепользование	Поглощают до трети выбросов CO_2 от использования ископаемого топлива в мире	До 1% выбросов, в основном — озона (O_3), диоксида серы (SO_2), диоксида азота, PM2,5

Источник: составлено авторами

не были достигнуты (оценка Счетной палаты) [32]. Только 4 города из 12 (участники проекта) достигли снижения.

2) Изначально система УЕ и квот, как показано выше, это инструмент улучшения качества воздуха, а не климатический инструмент. В США исторически инструмент использовался как способ бороться с локальными загрязнителями (сера, твердые частицы, свинец), а уже позднее (с развитием Киотского протокола) был встроен в углеродное регулирование. Поэтому при реа-

лизации климатических проектов можно снижать выбросы других веществ, например при реализации климатических проектов снижаются — PM ($PM_{2,5}$, PM_{10}), SO_2, NO_x, ЛОС (как формальдегид, этилбензол), O_3 и пр. Например, в Китае система торговли квотами на выбросы CO_2 позволила снизить концентрации $PM_{2,5}$ за 12 лет на 4,8%, предотвратив более 23 тыс. смертей и сэкономив 41,38 млрд долларов США в год в ВВП [33].

Таким образом, когда реализуется климатический проект (по энергоэффективности, ВИЭ, отказу от угля, улавливанию метана, модернизации котельных и ТЭЦ и пр.), то сокращаются и выбросы $PM_{2,5}$/PM_{10}, SO_2, NO_x, CO_2, ЛОС, а через уменьшение NO_x и ЛОС — и приземного озона (O_3) (табл. 1). При этом можно отметить, что наименьший эффект по сокращению выбросов загрязняющих веществ возникает при реализации лесоклиматических проектов, леса практически не влияют на концентрацию загрязнителей напрямую, так как не устраняют источник выбросов (сжигание топлива, транспорт, промышленное сжигание), но обеспечивают поглощение CO_2.

Итак, сценарий 1 состоит в том, чтобы расширить эксперимент торговли квотами на регионы, где превышены ПДК. Для этого требуется:

ШАГ 1. Определить наиболее грязные регионы, которые будут включены в эксперимент. В табл. 2 проведен отбор регионов с учетом показателей по выбросам ПГ, рейтинга грязных городов (Росстат) и городов с превышением ПДК (Росгидромет).

Таким образом, самые грязные регионы (7) — Красноярский край, Вологодская, Свердловская, Липецкая, Кемеровская, Иркутская, Челябинская области, где расположены города с наибольшим загрязнением. Так, в Магнитогорске в 2023 г. концентрация свинца превысила ПДК в 23 раза [36]. В Норильске в 2022 г. объем промышленных выбросов составил 1,8 млн т (почти 11% от общего объема выбросов по России) [37]. Челябинск в 2020 г. объявлен самым грязным городом [38] (хотя в 2023 г. после программы «Чистый воздух» выбросы сократились на 43%). При этом эти же регионы признаны одними из самых лесистых, например Иркутская область (82,2% территории охвачено лесами), Свердловская область (68,4%), Вологодская область (68,3%) [39].

Таблица 2. Сравнение регионов по уровню выбросов загрязняющих веществ и ПГ

Рейтинг регионов по выбросам ПГ[11] (в скобках указано место в рейтинге)	Рейтинг самых грязных городов (Росстат)	Рейтинг городов с превышением ПДК (Росгидромет, 2022, 2024) [34][12] [35]
Красноярский край (5)	Норильск, Красноярск	Ачинск, Канск, Красноярск, Норильск, Минусинск
Вологодская область (15)	Череповец	
Свердловская область (2)	Нижний Тагил, Асбест	Белоярский, Нижний Тагил
Липецкая область (14)	Липецк	
Кемеровская область (3)	Кемерово, Новокузнецк	Кемерово, Новокузнецк
Омская область (23)	Омск	
Иркутская область (7)	Ангарск, Братск	Братск, Вихоревка, Зима, Свирск, Шелехов, Усолье-Сибирское
Челябинская область (10)	Магнитогорск, Челябинск	Магнитогорск
Башкортостан (6)	Уфа	
Коми (28)	Воркута	
Новосибирская область (15)	Новосибирск	
Оренбургская область (17)	Орск	Медногорск
ХМАО (4)	Сургут	
Алтайский край (30)	Барнаул	Бийск
Республика Хакасия (50)		Абакан, Черногорск
Ростовская область (22)		Батайск, Волгодонск, Азов, Новочеркасск
Удмуртия (46)		Ижевск
Хабаровский край (27)		Комсомольск-на-Амуре
Курская область (55)		Курск
Забайкальский край (35)		Петровск-Забайкальский, Чита
Бурятия (39)		Селенгинск, Улан-Удэ
Томская область (45)		Томск
ЯМАО (8)		
Татарстан (9)		

Источник: составлено авторами

[11] Ранжирование регионов РФ по уровням суммарных выбросов ПГ от сжигания топлива в 2022 г., тыс. т CO_2-экв.

[12] Города с превышением по уровню бенз(а)пирена, взвешенных веществ, твердых частиц, фракций PM10 и PM2.5, Ф — формальдегид, CO — оксид углерода, HCl — хлорид водорода, H_2S — сероводород, NH_3 — аммиак, NO_2 — диоксид азота, NO — оксид азота, O_3 — приземный озон, CS_2— сероуглерод, SO_2 — диоксид серы, Mn — марганец, Ni, — никель.

Среди выделенных регионов Иркутская область (и еще Башкортостан) уже выражала заинтересованность в эксперименте по торговле квотами. Другие регионы с высокими выбросами не стоит исключать как возможные площадки для эксперимента.

Для включения данных регионов в участие в системе торговли квотами на выбросы требуется внесение изменений в п. 1 ст. 3 Федерального закона от 06 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов ПГ в отдельных субъектах», указав перечисленные регионы в качестве участников эксперимента.

ШАГ 2. Определить наиболее грязные предприятия в регионах, которые будут участвовать в эксперименте.

В соответствии с Кадастром выбросов ПГ в России основные выбросы ПГ приходятся на использование энергии — 79%, включая сжигание, транспортировку, добычу нефти, газа, угля и др. Основные сектора: энергетика — 58,3% ПГ (из которых 90,3% — сжигание топлива при производстве тепло- и электроэнергии); промышленное производство — 11% ПГ (из которых металлургия — 24%, химическая промышленность — 18%, производство неметаллических изделий — 16%). Еще 12% выбросов ПГ приходится на промышленные процессы — выбросы ПГ в процессе производства (реакция веществ, сырья, например при нагревании, и пр.). Основные сектора: металлургия — 45% ПГ; химическая промышленность — 28%; производство минеральных материалов (цемент, известь, стекло и пр.) — 16%. Рассмотрим, какие предприятия работают в выделенных 7 регионах (табл. 3).

В табл. 3 представлены потенциальные участники эксперимента по расширению торговли квотами на выбросы в наиболее грязных регионах. Перечень предприятий-участников должен быть установлен постановлением правительства субъекта. Однако в данном случае также важно учитывать положение каждого предприятия, например учесть проблему банкротства угольных шахт. К февралю 2025 г. убыточными стали 57% угледобывающих компаний в Кузбассе (против 45 % в 2024 г.) [40]. Под угрозой находятся шахты Березовская, Первомайская, Спиридоновская, обогатительная фабрика Северная и пр.

Таблица 3. Крупные загрязнители в регионах России

Регион	Город	Предприятие
Красноярский край	Норильск	«Норникель» (до 1,7 млн т выбросов CO_2-е; до 1,8 млн т — SO_2), АО «Норильскгазпром», ГРК «Быстринское» (железорудный и медный концентраты), Медвежий ручей (металлопродукция), Норильский обеспечивающий комплекс (строительные материалы) и пр.
	Красноярск	РУСАЛ, ГРЭС-2, Полюс (золотодобыча), ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3
Вологодская область	Череповец	«Северсталь» (23,92 млн т CO_2-е в 2024 г. по России), «ФосАгро» (минеральные удобрения)
Свердловская область	Нижний Тагил	НТМК (превышение ПДК по пыли, диоксиду азота, аммиаку, бензапирену), Уралхимпласт, Высокогорский горно-обогатительный комбинат, ФГУП химзавод «Планта», Уралкриомаш и пр.
	Асбест	Ураласбест и УралАТИ (производство асботехнических изделий), Заречный (кирпич и хрусталь), ООО «ФОРЭС» (керамика)
Липецкая область	Липецк	Новолипецкий металлургический комбинат (до 88% грязных выбросов в городе)
Кемеровская область	Кемерово	АО ГК «Азот» (агропромышленность), Кемеровская ГРЭС, шахта «Бутовская» (выбросы более 2 тыс. т метана), шахта «Березовская» и обогатительной фабрики «Северная» (выбрасывают до 24 тыс. т метана), шахта «Первомайская» (до 11 тыс. т метана) и пр.
	Новокузнецк	«Евраз» (более 50% выбросов в городе), ПАО «Распадская» (угольные шахты), Новокузнецкий алюминиевый завод и пр.
Челябинская область	Магнитогорск	Магнитогорский металлургический комбинат, ММК-Метиз (производство проволоки), Магнитогорский хладокомбинат (высокие выбросы хлора, аммиака, фосгена, синильной кислоты) и пр.
	Челябинск	Челябинский металлургический комбинат, Челябинский цинковый завод, Челябинский трубопрокатный завод и пр.
Иркутская область	Ангарск	Ангарская нефтехимическая компания, Ангарский цементно-горный комбинат, ТЭЦ-1, ТЭЦ-9, ТЭЦ-10
	Братск	РУСАЛ, Целлюлозно-бумажный комбинат, Братский завод ферросплавов

Источник: составлено авторами.

ШАГ 3. Определить условия квотирования предприятий. В данном случае:

1) в эксперименте должны участвовать предприятия с выбросами от 20 тыс. т. — установлено Сахалинским экспериментом и соответствует международному опыту (в ЕС, Калифорнии (США),

Китае в квотировании участвуют предприятия с выбросами от 20–25 тыс. т в год);

2) квоты изначально выдаются бесплатно, а далее — должно динамически стимулироваться снижение выбросов. Количество выделяемых предприятию квот должно постепенно снижаться. Например, в ЕС в 2005–2021 гг. количество квот на выбросы снижалось на 1,74% в год, после 2021 г. — 2,2%;

3) меняем систему штрафов, которые предприятия должны платить при превышении квоты на выбросы. На данный момент размер штрафа составляет 1 тыс. рублей, что сдерживает рост стоимости УЕ, так как если квота будет стоить более 1 тыс. рублей, то предприятию будет дешевле заплатить штраф, чем выкупить квоту.

В данном случае возможно по опыту ЕС ужесточить требования, например внести изменения в п. 10 ст. 8 ФЗ от 06 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов ПГ в отдельных субъектах», установив обязанность не только уплатить штраф, но и выкупить квоту или УЕ у другого предприятия для покрытия превышения по квотам.

ШАГ 4. Определить территорию для торговли квотами и УЕ на выбросы.

Сегодня торговля УЕ происходит без территориальных ограничений (в отличие от зон недостижения США, например). Так, если предприятие производит выбросы на Сахалине, то при превышении квоты оно может зачесть УЕ от лесоклиматического проекта в Тверской области. Это поднимает вопрос географического перемещения загрязнения: предприятие выбрасывает в одном регионе, а сокращение делает в другом, где качество воздуха может соответствовать всем допустимым стандартам выбросов, тогда как в регионе деятельности загрязнителя выбросы не снижаются, и качество воздуха не улучшается.

Стоит подчеркнуть, что некоторые загрязнители распространяются у источника, например свинец оседает в почве до 10 км, кадмий, цинк, мышьяк и др. — в радиусе 1–5 км. Некоторые вещества мигрируют на дальние расстояния, как SO_2, NOx, ЛОС, аммиак и PM — более чем на 1 тыс. км (Конвенция ЕЭК ООН о трансграничном загрязнении воздуха) в зависимости от рассеивания, погодных условий и пр., создавая региональное загрязнение.

При этом ПГ (особенно CO_2) способны долгое время мигрировать по всему миру.

Таким образом, угольная ТЭС или металлургический комбинат в одном регионе формируют фон $PM_{2,5}$ и озона в другом. При этом наибольшая концентрация веществ происходит на локальном уровне. С учетом того, что сценарий № 1 решает задачу торговли квотами на выбросы и УЕ в наиболее грязных регионах, торговля может быть ограничена наиболее оптимальным способом — в пределах соседних регионов. Это снизит риски миграции загрязнения: поскольку климатические проекты будут реализовываться там, где работает загрязнитель, или там, куда фактически переносятся его выбросы (в соседний регион).

В ФЗ от 06 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов ПГ в отдельных субъектах» требуется закрепить, что торговля УЕ и квотами на выбросы может происходить только между соседствующими с территориальной точки зрения регионами — субъект РФ должен определить, на какие соседние регионы деятельность загрязнителей субъекта оказывает влияние.

Подобный подход может стимулировать рост цен на квоты и УЕ, так как ограничиваются допустимые к торговле инструменты. Однако чем дороже квота/УЕ, тем больше стимулов внедрять климатические технологии и снижать собственные выбросы. Тем не менее с учетом размера штрафа за превышение квоты в 1 тыс. руб, цена на УЕ или квоту не превысит данную стоимость. Хотя существует множество теорий «социальной стоимости углерода». Например, по одной из моделей GIVE (Greenhouse Gas Impact Value Estimator) (включает в метрики не только климатические последствия, но и социально-экономические) цена за 1 т CO_2 должна достигать 80 долларов США, за тонну метана (CH_4) — 1316 долларов, за тонну N_2O — 26 791 долларов США.

Дополнительно можно поэкспериментировать с типами климатических проектов, УЕ от которых будет допустимо засчитывать в рамках торговли квотами. Отсутствие каких-либо ограничений по типам проектов дает возможность использовать УЕ от более дешевых в реализации проектов (например, проекты по снижению утечек метана при нефте- и газодобыче наиболее дешевые) [41].

Однако существуют отрасли, которые могут наибольшим образом нуждаться в инвестициях, модернизации и снижении выбросов (как угольная промышленность или ЖКХ), поэтому правила допуска к зачету УЕ от проектов можно настроить так, чтобы направлять финансирование именно в эти сектора. Таким образом, на региональном уровне могут быть установлены типы приоритетных проектов или ограничены какие-либо проекты, например:

— запрет климатических проектов в регионе, где нет деградации лесов;

— приоритет проектов по переходу с одного вида топлива на другое в сфере металлургии или производства энергии;

— замена изношенных тепловых сетей, внедрение низкотемпературных тепловых сетей в сфере ЖКХ.

Немаловажным аспектом являются будущие затраты предприятий на участие в системе торговли квотами и УЕ. При условии стоимости квоты/УЕ в 800 рублей, по подсчетам[13], в среднем компания должна потратить до 2 млн рублей в год на покупку квоты УЕ, если не снизила выбросы, установленные квотированием. При этом, по подсчетам Kept, в эксперименте на Сахалине выбросы 63% предприятий были ниже установленной квоты [42].

Таким образом, сценарий № 1 позволит сделать более строгими правила торговли квотами на выбросы, а также зачета УЕ при превышении квот, что может стимулировать рост стоимости квот и УЕ, сделает инструмент более экологически ориентированным, позволяя улучшать качество воздуха в городах.

Сценарий № 2. Стимулирование климатических проектов в сфере переработки отходов за счет УЕ

Стимулировать рынок УЕ можно за счет обвязки инструмента УЕ с существующими экологическими требованиями к компаниям, такими как плата за негативное воздействие на окружающую

[13] 35 компаний в 2024 г. (50 компаний в 2025 г.) должны совокупно сократить 160 тыс. т (или 80 тыс. т в год). В среднем — 1 компания должна условно сократить от 1600 т до 2285 т выбросов ПГ. Если исходить из того, что средняя цена на рынке УЕ — 800 рублей, итого в среднем компания должна потратить 1,8 млн (2285 т х 800 рублей) или 1,28 млн (1600 т х 800 рублей).

среду, утилизационные сборы, экологический сбор для импортеров товаров и пр. Особый интерес представляет утильсбор — плата за утилизацию вышедших из строя машин, прицепов и спецтехники. При этом утильсбор имеет проблему несовпадения его целей и выполняемых им функций. По данным Счетной палаты, в 2024 г. утильсбор обеспечил 15% неналоговых поступлений бюджета (до 95% всех неналоговых экологических платежей) [43]. Утильсбор — это экологический налог, размер которого должен зависеть от стоимости переработки и утилизации компонентов, утративших потребительские свойства. Однако неясно, направляются ли средства на утилизацию: федеральный бюджет не предусматривает субсидий на обращение с отходами по объектам, с которых сбор уплачен (данные портала «Электронный бюджет»). Также можно отметить, что не ведется даже статистика, какое количество машин, спецтехники удалось утилизировать за счет средств утильсбора. При этом размер утильсбора оказывает значительную нагрузку на бизнес, например базовая ставка утильсбора на спецтехнику составляет 172 500 рублей, а с учетом коэффициентов утильсбор возрастает, например на бульдозеры до 22,5 млн рублей, экскаваторы — до 7 млн рублей и пр.

Хотя стоит также подчеркнуть, что утильсбор является «формально» экологическим платежом, но фактически работает как торговый барьер против иностранных машин и спецтехники. Это связано с тем, что российские производители могут далее получать промышленные субсидии, фактически компенсирующие утильсбор[14]. При этом чем выше локализация производства (оценивается по балльной оценке), тем больше возможностей вернуть уплаченные средства.

Таким образом, идея сценария № 2 в том, чтобы протестировать механизм УЕ как альтернативу утильсбору: разрешить зачет утильсбора не деньгами, а углеродными единицами, полученными от проектов по переработке отходов. Это создаст новый канал сбыта УЕ при существующих экологических обязательствах ком-

[14] Решение Минпромторга России от 20 октября 2025 г. № 22-66750-00020-Р «О порядке предоставления субсидии российским производителям колесных транспортных средств (шасси) и прицепов к ним на компенсацию части производственных затрат».

паний и повысит эффективность их исполнения в сфере переработки отходов.

Бизнесу фактически будет предоставлена альтернатива: купить УЕ от климатических проектов в отрасли и погасить утильсбор (если цена УЕ будет рыночная, то компании могут экономить при оплате утильсбора, если купят УЕ по цене ниже, снижая финансовую нагрузку), либо платить полную стоимость утильсбора.

Для реализации сценария потребуются следующие шаги:

ШАГ 1. Закрепить в законе, что УЕ можно оплатить утильсбор.

Потребуется внести изменения в ст. 24.1 Федерального закона от 24 июня1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», установив, что в качестве утилизационного сбора могут быть зачтены углеродные единицы от климатических проектов в сфере переработки отходов.

В этом случае важно ограничить зачет УЕ только от проектов по переработке отходов без ограничений по типам отходов. Сейчас в России перерабатывается около 10% автомобильных шин. В 2023 г. из 46 млн т ТКО на переработку направили 12,8%, а 80,5% вывезли на полигоны. Только 13% строительных отходов перерабатывается (данные РОКВУЛ) [44]. Поэтому использование УЕ следует разрешить только для проектов переработки, чтобы утильсбор действительно работал на заявленные экологические цели.

Также потребуется установить процедуру погашения УЕ для оплаты утильсбора. В данном случае потребуется внести изменения в ст. 24.1 Федерального закона от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», закрепив процедуру зачета углеродных единиц в качестве платы за утильсбор, включая:

— процедуру формирования счета в реестре углеродных единиц, предназначенного для покупки и хранения углеродных единиц;

— процедуру передачи ФНС и ФТС информации об уплате (зачете) утильсбора путем списания углеродных единиц со счета в реестре углеродных единиц.

ШАГ 2. Определить порядок конвертации УЕ в нужную сумму утильсбора.

Каким образом компания может углеродными единицами оплатить утильсбор размером, например, в 7 млн рублей? В данном случае видится два варианта.

Первый — по средней стоимости УЕ на бирже за последний год (полгода). То есть можно определять стоимость 1 УЕ при конвертации в утильсбор по средневзвешенной цене УЕ по последним торгам на бирже за 6–12 месяцев (такой опыт есть в Казахстане на аукционах квот на выбросы). В таком случае потребуется периодически пересматривать стоимость конвертации утильсбора в УЕ, при этом может возникнуть проблема нехватки данных, так как сделки по покупке УЕ часто совершаются напрямую между компаниями (не через биржу).

Второй вариант — фиксированная стоимость УЕ при оплате утильсбора. Например, 1 УЕ равна 1000 рублей утильсбора (привязка к штрафам Сахалинского эксперимента). Так, в ЮАР можно оплатить часть налога (до 10%) на выбросы за счет УЕ, при этом установлена фиксированная цена УЕ — от 6 евро (ставка индексировалась — сейчас более 11 евро).

Оба варианта дают возможность предприятиям экономить деньги, так как цена покупки самой УЕ не фиксируется. Например, сегодня средняя цена 1 УЕ составляет 800 рублей, а предприятию-плательщику требуется, например, заплатить утильсбор в 80 тыс. рублей — оно может купить 100 УЕ для оплаты утильсбора. При этом предприятие может приобрести УЕ на рынке дешевле (например, за 600 рублей). В таком случае предприятие заплатит за 100 УЕ 60 тыс. рублей, но погасит таким образом утильсбор в размере 80 тыс. рублей, сэкономив 20 тыс. рублей. Подобная схема повысит интерес как инвесторов климатических проектов к сектору переработки отходов, так и увеличит спрос со стороны компаний, уплачивающих утильсбор (покупка УЕ будет выгоднее).

В данном случае стоит подчеркнуть некоторые проблемы реализации сценария.

1. Скрещиваются два инструмента, которые имеют разные цели: утильсбор направлен на борьбу с отходами, УЕ — на борьбу с изменениями климата, но, как показал опыт США, система офсетов может применяться в разных формах. Однако это возможность для формирования нового канала сбыта УЕ, повышения их цены и ликвидности, а также повышения инвестиционной привлекательности проектов по отходам.

2. Сектор отходов действительно незначительно снизит выбросы ПГ (составляет всего 4,2% ПГ в России), однако направление может стать внутренним драйвером спроса на УЕ: предприятиям может быть выгодно замещать утильсбор УЕ, что повысит ликвидность и внутренний спрос на УЕ.

3. Денежные средства от утильсбора в таком случае будут направляться не в государственный бюджет, а инвесторам климатических проектов, при этом закрывая основную цель сбора средств — реализацию экологических мер. Поэтому можно отбалансировать этот момент: покрывать 30–50% стоимости утильсбора за счет УЕ.

Указанный механизм может применяться также к экологическому сбору — плате за утилизацию отходов, уплачиваемую производителями и импортерами товаров, которые не обеспечивают самостоятельную утилизацию отходов (распространяется на ковры, одежду, картон, нефтепродукты, шины, покрышки, трубки, шланги, блоки дверные и оконные, изделия пластмассовые строительные, стекло, металлы, бытовую технику, батареи и пр.).

Представленный в сценарии 2 механизм может быть использован не только для уплаты сборов в сфере переработки отходов, но и, например, в России взимается также плата за негативное воздействие на окружающую среду в зависимости от количества выбросов[15], охватывая более 300 видов загрязняющих веществ: формальдегид, свинец, PM, некоторые виды ПГ (такие как метан) и пр. Причем в России наблюдается превышение ПДК, например бензапирена, твердых частиц, формальдегида, оксида углерода, сероводорода, аммиака, оксида азота, озона, сероуглерода, диоксида серы, никеля и пр. Возможно зачислять в такую плату УЕ от климатических проектов, которые снижают выбросы от перечисленных веществ. При этом, как показала практика в США, кредиты на выбросы вредных веществ (аналог углеродных единиц в России) распространялись на выбросы свинца, твердых частиц, летучих органических соединений, диоксида серы и пр. —

[15] Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2020 г. № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».

вещества, по которым были превышены концентрации. Таким образом, УЕ могут стать универсальным инструментом, заменяющим экологические налоги и сборы, который может точечно субсидировать экологизацию отдельных отраслей.

4.2. Внешние сценарии развития рынка УЕ в России

Сценарий № 3. УЕ как возможность снижения платы по трансграничному углеродному налогу ЕС

С 2026 г. станет обязательным трансграничный углеродный налог ЕС — Механизм регулирования углеродных границ (CBAM). Российским экспортерам нужно будет покупать сертификат CBAM на каждую 1 т ввозимой в ЕС продукции. CBAM применяется пока к семи видам продукции: цемент, чугун, сталь, алюминий, удобрения, электричество и водород, но рассматривается идея расширения CBAM на другие сектора, которые уже охвачены внутренней системой торговли квотами EU ETS, такие как целлюлоза, бумага, известь, керамика, кирпич, стекло и стеклоизделия и др. [45]. Аналогичная система развивается в США (законопроект о плате за загрязнение окружающей среды за рубежом) [46].

Такое трансграничное углеродное налогообложение влечет за собой дополнительную финансовую нагрузку: в 2022 г. (до санкций против России) системой CBAM могла быть охвачена торговля на сумму 132 млрд долларов США (0,37% мировой торговли и 3% импорта в ЕС из стран, не входящих в ЕС), причем в основном железо и сталь из Китая, Турции и России [47]. Плата по CBAM неизбежная для экспортеров, так как, несмотря на санкции и снижение прямой торговли с ЕС, российское сырье поставляется в дружественные страны (Китай, Индия и др.) и используется для производства продукции, которая далее выходит на рынок ЕС, где учитывается углеродный след исходного сырья.

При этом ЕС дает возможность снизить плату за тонну выбросов, если импортер уже ранее заплатил «цену» за углерод в третьей стране, например в рамках программы сокращения выбросов углерода в форме налога, сбора, квот на выбросы или любой другой компенсации. Идея сценария № 3 в том, чтобы снизить финан-

совую нагрузку на российских экспортеров, связанную с уплатой СВАМ, за счет создания в России добровольного механизма углеродных платежей (сборов) в специальный фонд, откуда собранные средства будут возвращаться любым компаниям в виде субсидий на реализацию климатических проектов. То есть экспортер платит «цену» на углерод в России, засчитывает ее как плату по СВАМ и далее возвращает уплаченные средства путем получения субсидии от государства на реализацию климатических проектов.

В рамках сценария № 3 потребуются следующие шаги.

ШАГ 1. Гармонизировать правила измерения выбросов ПГ, отчетности, верификации отчетности (MRV) России и ЕС.

Отчетность предприятий в ЕС и России может различаться. Например, для СВАМ требуется рассчитывать удельные выбросы на тонну продукции, в России подобные расчеты не производятся. ОЭСР отмечает, что в ЕС в целом строгие формулы расчета ПГ, основанные на МГЭИК [48]. В России формулы основаны на МГЭИК, но могут отличаться национальными коэффициентами и допущениями, например при расчете коэффициентов выбросов от добычи и подготовки нефти и газового конденсата (исследование Н. В. Попова, 2025 г. [49]).

Поэтому ЕС и России потребуется заключить двустороннее соглашение, включая:

1) гармонизацию правил MRV для взаимного признания и точного расчета выбросов ПГ, включая методики оценки ПГ, что позволит правильно рассчитывать количество выбросов (потенциально снижая плату по СВАМ), а также признать в ЕС отчетность о выбросах российских экспортеров;

2) обсудить возможность зачета в СВАМ российских УЕ, в том числе, возможно, определить типы «приемлемых» климатических проектов с высокой экологической ценностью, УЕ от которых будут признаваться в ЕС (включая согласование методологий, по которым могут проводиться такие проекты), например «зеленая» модернизация производства стали.

Также возможно определить приоритетные товары, для которых возможен зачет УЕ от российских проектов в рамках СВАМ, например отрасль удобрений — так как не находится под санкциями ЕС.

3) согласовать использование сборов в России в рамках «Зеленой инвестиционной схемы» в качестве аналога платы за углерод по CBAM (рассмотрим в шаге 2).

В условиях санкций заключение двустороннего соглашения РФ—ЕС о взаимном признании MRV и зачете российских механизмов (УЕ и углеродных платежей) в CBAM может быть практически невозможным. Однако это не отменяет необходимости гармонизировать российские подходы к MRV с требованиями CBAM и выстраивать сопоставимые механизмы со странами — ключевыми торговыми партнерами, через которых российское сырье и полуфабрикаты входят в цепочки поставок продукции, экспортируемой в ЕС. Это страны, которые являются крупными поставщиками товаров для рынка ЕС (включая продукцию с содержанием стали, алюминия, по которым обсуждается расширение CBAM), либо закупают российские металлы, удобрения как сырье для дальнейшей переработки и экспорта и пр. Например, это могут быть Турция и Китай — основные поставщики металла, а также Казахстан и Индия. Эти рынки могут быть точкой входа для российской продукции, далее поставляемой в ЕС, что потребует оценки выбросов по цепочке поставок, включая у источника (в России).

ШАГ 2. Запустить механизм «Зеленой инвестиционной схемы».

Идея «Зеленой инвестиционной схемы» уже использовалась Россией в рамках Киотского протокола, когда доходы от продажи квот реинвестировались в новые климатические проекты. Идея в том, чтобы российские экспортеры в рамках схемы платили добровольно плату по CBAM в России, а потом могли компенсировать средства на реализацию климатических проектов.

Данный механизм состоит из двух частей:

ШАГ 2.1. Введение для российских экспортеров добровольного сбора за выбросы ПГ, который может уплачиваться в России как альтернатива плате по CBAM. Уплата такого сбора должна происходить на следующих условиях:

— экспортер добровольно платит сбор в России по количеству импортируемого товара, равный размеру платы по CBAM;

— должно выдаваться подтверждение (документ), что экспортер уплатил «цену» на углерод в России (то есть платим в России, засчитываем в CBAM);

— сбор должен идти в специальный фонд, созданный для реализации «Зеленой инвестиционной схемы».

ШАГ 2.2. Формирование фонда, куда направляются средства, уплаченные экспортерами. Через такой фонд государство проводит конкурсы и может субсидировать климатические проекты компаний. Причем любая компания может получить деньги на реализацию проекта, невозможно ограничивать пул участников только экспортерами, так как CBAM запрещает возмещение платы за углерод в формате субсидий или льгот со стороны государства. Также могут выдаваться льготные кредиты на проведение климатических проектов, субсидируемые из фонда.

Таким образом, сценарий 3 позволяет экспортеру уплатить реальную «цену» за углерод в формате добровольного сбора в России, отчитаться в ЕС об уплате, а далее иметь возможность получить помощь от государства на реализацию климатического проекта.

Сценарий № 4. Сбыт российских УЕ в рамках системы CORSIA

С 2027 г. в рамках ИКАО заработает Механизм платы за выбросы в рамках международных перелетов (CORSIA) — обязательства авиакомпаний компенсировать выбросы от международных полетов за счет покупки УЕ или перехода на устойчивое или низкоуглеродное авиационное топливо, соответствующее стандартам CORSIA. Поскольку доля авиационного биотоплива в мире крайне мала (около 0,3% потребления авиатоплива), в ближайшей перспективе наибольшим спросом будет пользоваться покупка УЕ. Это создает потенциал для сбыта российских УЕ иностранным авиакомпаниям. При этом прогнозируется дефицит УЕ в 7–14 раз по сравнению со спросом к 2032 г. [50]. Прогнозируется рост стоимости УЕ в рамках CORSIA до 27–91 долларов США к 2035 г. [51].

Идея сценария № 4 заключается в том, чтобы привести российские методики проведения климатических проектов в соответствие со стандартами CORSIA для выпуска УЕ, признаваемых CORSIA. Россия уже заявила о планах прохождения одобрения российских УЕ в CORSIA, однако для этого потребуются следующие шаги.

ШАГ 1. Пройти процедуру признания российских УЕ по стандартам CORSIA через Технический консультативный орган (TAB).

В данном случае возникает проблема соответствия российских методологий климатических проектов России требованиям CORSIA. Например, есть разница в оценке климатических проектов: у CORSIA одним из критериев приемлемости проекта является отсутствие существенного вреда, в том числе социального, тогда как российские методологии в основном фокусируются на климатических расчетах и не учитывают влияние на население и социальные риски. Также CORSIA ограничивает проекты по улавливанию и хранению углерода, лесоклиматические проекты из-за рисков «непостоянства» (допускаются при снижении риска «непостоянства»).

Для внедрения стандартов CORSIA потребуется:

1) принять ГОСТ или иной стандарт, который унифицирует требования CORSIA для российских климатических проектов. Тут есть риск необходимости переоценки существующих климатических проектов по стандартам CORSIA, что потребует дополнительных расходов компаний. Также потребуется создать систему органов верификации и валидации, оценивающих климатические проекты по стандартам CORSIA, и наладить работу российского Реестра УЕ для проведения сделок по продаже УЕ иностранным компаниям;

2) создать системы управления рисками «непостоянства» (УЕ должны представлять постоянное во времени сокращение или поглощение ПГ). Такому риску подвержены проекты по улавливанию и хранению углерода, лесоклиматические и сельскохозяйственные проекты — риск возвращения ПГ (реверсии) обратно в атмосферу из-за утечек ПГ, лесных пожаров и пр. Реверсия ведет к аннулированию УЕ. Поэтому ТАВ ИКАО требует отслеживать риски непостоянства. Для это требуется определить:

— порядок определения риска «непостоянства» (методики выявления и мониторинга), а также дополнительные требования для проектов, например превентивные меры (план управления пожарами, незаконной вырубкой, контролем за утечками CO_2 и пр.);

— требования к наличию у климатического проекта плана реагирования на инциденты непостоянства: какие лица, каким образом и в какие сроки фиксируют событие, в каком порядке

сообщают госорганам (например, форма отчетности), требования регулярного независимого аудита системы управления рисками и пр.

Перечисленные меры должны содержаться в проектной документации и оцениваться органами валидации и верификации.

— порядок компенсации последствий непостоянства: замещения или аннулирования УЕ при реверсии, например механизмы буферных пулов (резервного фонда УЕ в Реестре УЕ), обязанность оператора проекта пополнить буфер или заменить утраченные УЕ за свой счет и пр. То есть Реестр УЕ (АО «Контур») может вести буферные счета, где хранятся УЕ на случай риска реверсии — дополнительные УЕ, которые можно использовать для компенсации риска непостоянств.

ШАГ 2. Продавать УЕ, признанные CORSIA, иностранным авиакомпаниям. Например, через биржу, поддерживаемую ИКАО — Aviation Carbon Exchange.

Сценарий № 4 дает возможность для сбыта углеродных единиц на внешних рынках: приведение российских методологий и инфраструктуры (стандарты, верификация/ валидация, управление риском «непостоянства») к требованиям CORSIA позволит выпускать международно признаваемые УЕ и продавать их иностранным перевозчикам, повышая окупаемость климатических проектов и создавая стимулы для модернизации и климатических инвестиций внутри страны.

Сценарий № 5. Торговля в рамках БРИКС, ЕАЭС и других объединений, а также на двусторонней основе за счет механизмов Парижского соглашения

Россия может предложить дружественным странам на многостороннем (ЕАЭС, БРИКС, ШОС, СНГ и пр.) или двустороннем уровне заключить соглашения о совместном проведении климатических проектов на основе статьи 6 Парижского соглашения. Такое соглашение может включать следующее:

1) совместное проведение климатических проектов. Потребуется определить: специальные органы, которые гармонизируют методологии оценки проектов, требования к мониторингу за выбросами в проектах, стандарты валидации и верификации

и требования к организациям по валидации и верификации, к ведению реестров УЕ, регистрации климатических проектов, механизм распределения между сторонами полученных УЕ и др. Страны могут использовать собственные методологии проектов, основанные на стандартах ИСО и МГЭИК, либо разрабатываемые на данный момент методологии Парижского соглашения;

2) взаимное признание странами требований по выпуску, обращению и учету УЕ от реализации климатических проектов. Это возможно за счет того, что методологии климатических проектов, например России и дружественных стран (Казахстан, Китай) уже основаны на стандартах ИСО и МГЭИК. Потребуется признание:

— национальных систем аккредитации органов по валидации и верификации;

— методик количественного определения объемов выбросов ПГ и методологий проведения климатических проектов.

3) УЕ, выпущенные в одной стране (например, в России), в другой стране (например, в Китае) должны признаваться в рамках государственной системы торговли квотами на выбросы (например, в рамках Сахалинского эксперимента в России или в системе торговли квотами Китая), чтобы компании покупали УЕ на международном уровне и могли зачесть УЕ для зачета своих обязательств в рамках торговли квотами на выбросы.

Также возможно признание УЕ от проектов, прошедших валидацию и верификацию через частные международные организации, такие как VERRA, Gold Standard и пр.

Заключение

В заключении исследования можно сделать ряд выводов. Во-первых, УЕ — это климатический инструмент, направленный на снижение или предотвращение выбросов ПГ в результате деятельности человека, прежде всего из-за сжигания ископаемого топлива и промышленности. Однако проблема антропогенного влияния на изменение климата часто ставится под сомнение: климатические изменения объясняются естественной изменчивостью (орбитальные факторы, солнечная радиация, восстановление

после малого ледникового периода и пр.). Независимо от факторов изменения климата возникает необходимость управлять рисками, которые уже проявляются из-за температурных изменений и наносят экономический ущерб (засуха, таяние ледников и пр.), приводят к смертности населения и пр. Поэтому важно выстраивание системы управления климатическими рисками, более того, климатические обязательства стали частью правил международной торговли, инвестиций, которые распространяются на российские компании.

Во-вторых, рынок углеродных единиц — это механизм перераспределения затрат на выполнение обязательных требований по выбросам: выбросы не запрещены, но стимулируется их снижение. Если предприятие не может сократить выбросы самостоятельно, оно покупает УЕ от климатических проектов — фактическое сокращение обеспечивают инвесторы проекта, а предприятие учитывает результат в своем балансе. В-третьих, развитие рынка УЕ требует связки с обязательными платежами и/или квотами, чтобы расширить круг покупателей и повысить эффективность инструмента: полностью добровольный рынок работает слабее. В-четвертых, для роста рынка в России нужно повысить доверие инвесторов: УЕ не должны превращаться в «торговлю горячим воздухом». Этому может помочь развитие торговли квотами и УЕ в наиболее проблемных регионах и секторах с региональными ограничениями (например, между соседними регионами). Это позволит одновременно снижать выбросы, улучшать качество воздуха и привлекать инвестиции.

Кроме того, УЕ может стать финансовым инструментом реализации экологических обязательств компаний, формируя новые каналы сбыта УЕ. УЕ можно использовать взамен платы за утильсбор и других экологических сборов (экологический сбор для импортеров товаров, плата за негативное воздействие и др.). Покупка единиц может быть дешевле уплаты сбора или собственной утилизации, а средства будут поддерживать проекты по переработке отходов.

В-пятых, нарастает давление международных механизмов, таких как CBAM в ЕС, CORSIA. Поэтому УЕ может стать возможностью реагировать на формирующиеся международные угле-

родные обязательства. В таком случае требуется соответствие российских методологий климатических проектов международным стандартам, признанным Парижским соглашением (обновятся в 2026 г.), CORSIA. Также УЕ можно использовать как меру снижения платы по CBAM и стимулирования климатических проектов компаний-экспортеров для снижения углеродоемкости товаров.

Таким образом, несмотря на то что пока рынок углеродных единиц в России развит слабо, он имеет потенциал. По данным MSCI, объем сделок на добровольном углеродном рынке будет расти к 2030 г. с 7 до 35 млрд долларов [52]. При этом наибольший спрос может быть на УЕ от проектов по прямому удалению углерода из атмосферы, которые считаются более надежными и оцениваются дороже (до двух третей всех проектов к 2050 г.). Например, это проекты по улавливанию CO_2 непосредственно из воздуха или удержания углерода в почве с помощью биоугля [53]. Например, ФосАгро уже проводит проекты по удерживанию углерода в почве (данные нефинансовой отчетности компании).

Несмотря на то что сейчас преимущественно развит международный добровольный углеродный рынок, формируются и обязательные системы торговли углеродными единицами как система снижения выбросов от авиации (CORSIA). Обязательные углеродные рынки (рынки комплаенса) уже охватывают около 20% ежегодной эмиссии ПГ, и по мере того как все больше государств будут внедрять углеродный налог и системы торговли квотами, объем этих рынков также возрастет, по некоторым оценкам, до 47% к 2030 г. [54]. Поэтому развитие рынка углеродных единиц имеет потенциал не только в России, но и на зарубежных рынках.

Таким образом, исходя из анализа, можно выделить ряд проблем и рисков, которые возникают для государства и для компаний, если рынок углеродных единиц не будет развиваться в России.

Во-первых, проблемы неликвидности рынка УЕ в России, низкой стоимости УЕ (в октябре 2025 г. цена опускалась до 300 рублей за единицу), отсутствия стимулов у компаний-загрязнителей приобретать единицы создают риск того, что УЕ как климатический инструмент не будет иметь спрос на рынке, что снизит у компаний стимулы продолжать инвестиции путем проведения

климатических проектов. Поэтому государство лишается возможности привлекать усилия со стороны компаний в декарбонизацию экономики.

Кроме того, в России поставлена цель достичь углеродной нейтральности к 2060 г. — такая цель заложена Климатической доктриной[16]. Если не выстраивать рыночные инструменты, такие как системы торговли квотами и углеродными единицами, как механизм привлечения частного капитала в сокращение выбросов, возрастает вероятность, что цель будет достигаться только административно или бюджетно, либо не достигаться вовсе.

Во-вторых, отсутствие развития рынка углеродных единиц, а также стимулирования компаний к проведению климатических проектов снижает скорость внедрения и развития низкоуглеродных инноваций. Например, система торговли квотами на выбросы в ЕС (EU ETS) повысила инновационную активность в области низкоуглеродных технологий среди регулируемых организаций на 30% [55]. Причем доля патентных заявок, относящихся к возобновляемой энергетике, у России уже низкая — 1,4% за период 2022–2024 гг.

В-третьих, существует проблема внешнего давления в рамках международных механизмов (как CBAM, CORSIA) — без развития рынка УЕ Россия теряет практический инструмент реакции на эти обязательства. Невыполнение требований по снижению углеродоемкости товаров и услуг приводят к повышению стоимости экспорта по всей цепочке поставок, что создает риски снижения конкурентоспособности и экспорта, снижения валютной выручки, особенно после отмены санкций против России.

Поэтому независимо от предложенных сценариев развития рынка УЕ государство уже сейчас может принимать отдельные меры поддержки. Во-первых, необходимо стимулировать рост цен на углеродные единицы за счет формирования более строгих правил торговли квотами на выбросы в части использования углеродных единиц. Для этого требуется внести изменения в ФЗ от 06 марта 2022 г. № 34-ФЗ «О проведении эксперимента по ограничению выбросов ПГ в отдельных субъектах»:

[16] Указ Президента РФ от 26 октября 2023 г. № 812 «Об утверждении Климатической доктрины России».

— внести пункт 9.1 в ст. 8 (в части правил квотирования), установив, что торговля УЕ и квотами на выбросы может происходить только между соседствующими с территориальной точки зрения регионами — субъект РФ должен определить, на какие соседние регионы деятельность загрязнителей субъекта оказывает влияние (то есть закрепить территориальные ограничения на торговлю углеродными инструментами).

Предложение закрывает риски отсутствия ликвидности на рынке УЕ, так как подобный подход может стимулировать рост цен на квоты и УЕ, поскольку ограничиваются допустимые к торговле инструменты. Чем дороже квота/УЕ, тем больше стимулов внедрять климатические технологии и снижать собственные выбросы, что закрывает риск необходимости стимулирования внедрения климатических инноваций на предприятиях.

— внести изменения в пункт 10 в ст. 8, установив, что региональная регулируемая организация в дополнение к уплачиваемой плате за превышение квоты выбросов парниковых газов обязана обеспечить погашение объема превышения путем приобретения и зачета единиц выполнения квоты и (или) углеродных единиц в размере, равном объему превышения квоты выбросов парниковых газов.

Таким образом, при превышении квоты предприятие должно не только произвести плату за превышение квоты, но и приобрести квоту или углеродную единицу на размер превышения. Сейчас плата за превышение квоты составляет 1 тыс. рублей — фактически цена УЕ и квот привязана к данной стоимости. И если УЕ или квота будет стоить более 1 тыс. рублей, то предприятиям будет дешевле платить штраф. За счет дополнительного требования оплатить не только штраф, но и купить квоту или УЕ (как это работает сейчас, например в ЕС), цена на УЕ/ квоту может превысить установленный потолок в 1 тыс. рублей. Можно снять этот ценовой потолок, приблизив стоимость УЕ ближе к международной — по разным данным, такая цена, например в Китае, США, достигает в среднем 15–30 долларов [56]. Таким образом, данное предложение позволит поднять цены на УЕ, создав стимулы для инвесторов климатических проектов.

Во-вторых, возможно стимулировать компании к покупке УЕ, проведению климатических проектов путем, например, на-

логовых льгот. Возможно дополнить главу 25 НК РФ, расширив ст. 286.2 о федеральном инвестиционном налоговом вычете положениями, устанавливающими право налогоплательщика налога на прибыль организаций на инвестиционный налоговый вычет в отношении расходов на реализацию климатических проектов. Необходимо предоставить возможность уменьшить сумму налога на прибыль организаций, подлежащую уплате в федеральный бюджет и бюджеты субъектов Российской Федерации, на сумму инвестиционного налогового вычета, исчисляемого исходя из фактически произведенных и документально подтвержденных расходов на реализацию климатического проекта, включенного в реестр климатических проектов, при условии подтверждения верифицированного результата такого проекта в форме выпуска углеродных единиц. При этом возможно установить ограничения на типы проектов, для которых предоставляется такой вычет, например исключить лесоклиматические проекты, оставив только проекты, связанные с деятельностью непосредственно налогоплательщика как загрязнителя. Данное предложение закроет риск, связанный со снижением стимулов предприятий к внедрению инноваций за счет реализации климатических проектов.

В-третьих, важно обеспечить международное соответствие российской системы выпуска УЕ международным стандартам. На данный момент наиболее строгие правила устанавливаются CORSIA, особенно в части обеспечения компенсации последствий непостоянства — замещения или аннулирования углеродных единиц при реверсии, например через механизмы буферных пулов, то есть создания резервного фонда единиц, из которого можно будет заменить утраченные сокращения. Такой механизм существует в ряде стран как национальное требование, например в США (на уровне штатов), Австралии.

В части работы буферных пулов в качестве примера можно привести кейс международной системы сертификации климатических проектов VERRA, проекты которой были замешаны в скандалах, связанных с проведением некачественной валидации и верификации проектов (например, предоставлялась недостаточная информация для оценки проектов). В 2023 г. был дис-

кредитирован лесной проект Kariba (верифицирован Verra). Было выявлено, что на самом деле большинство мероприятий проекта не проводилось, а было продано УЕ более чем на 100 млн евро [57]. При этом Verra при оценке проектов создает буферный пул — резерв углеродных единиц на случай кризиса, например пожара, нарушений или отмены проекта для компенсации потерь УЕ. И для проекта Kariba может быть изъято до 38–51% резерва.

Таким образом, в России возможно развитие системы компенсации последствий непостоянства. Возможно внести изменения в ст. 9 Федерального закона от 02 июля 2021 г. № 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов», установив требование по формированию при проведении климатического проекта мер по страхованию риска непостоянства проекта, включая меры по созданию буферного пула углеродных единиц, которые будут страховать проект в случае реверсии, либо его отмены по любым другим причинам. Постановлением Правительства следует установить порядок формирования такого пула, требования к мониторингу в рамках проекта рисков непостоянства и пр. Такая мера повысит привлекательность российских УЕ на международном рынке, так как снизит риски скандалов, связанных с некачественной реализацией проекта, а также некачественной валидацией, верификацией, повышая доверие иностранных инвесторов к российским проектам.

Список использованных источников

1. QIWI (2022). Отчет об устойчивом развитии. URL: https://static.qiwi.com/ru/files/ESG_report_22_ru.pdf.
2. EcoStandard.journal (2024). Пресс-релиз: сделка СИБУРа по продаже углеродных единиц установила новый ценовой бенчмарк на рынке. URL: https://journal.ecostandard.ru/news/sdelka-sibura-po-prodazhe-uglerodnykh-edinits-ustanovila-novyy-tsenovoy-benchmark-na-rynke/.
3. Malte Toetzke, Laura Diaz Anadon et al. Systematic review of the actual emissions reductions of carbon offset projects across all major sectors, 27 July 2023, PREPRINT (Version 1) available at Research Square [https://doi.org/10.21203/rs. URL: https://www.researchsquare.com/article/rs-3149652/v1.
4. Минэкономразвития (2024). Пресс-релиз: Минэкономразвития России: к концу 2024 года страны БРИКС подпишут меморандум о партнерстве по углеродным рынкам. URL: https://www.economy.gov.ru/material/news/minekonomrazvitiya_rossii_k_koncu_2024_goda_strany_briks_podpishut_memorandum_o_partnyorstve_po_uglerodnym_rynkam.html.
5. Center for Strategic and International Studies (2021). Climate Darling or Potemkin Village? Russia's Carbon-Neutral Experiment in Sakhalin. URL: https://www.csis.org/analysis/climate-darling-or-potemkin-village-russias-carbon-neutral-experiment-sakhalin?utm_source=chatgpt.com.
6. Федеральное агентство лесного хозяйства (2024). Рослесхоз определил самые лесистые регионы России. URL: https://rosleshoz.gov.ru/news/federal/rosleskhoz-opredelil-samye-lesistye-regiony-rossii-n11009/.
7. Министерство экономического развития Российской Федерации (2025). Первое предприятие в России готово к продаже квот выбросов парниковых газов. URL: https://economy.gov.ru/material/news/pervoe_predpriyatie_v_rossii_gotovo_k_prodazhe_kvot_vybrosov_parnikovyh_gazov.html.
8. Сахалин уходит в нейтральный воздух Регион объявил о досрочном достижении углеродной нейтральности // Коммерсантъ. 2025. Март. [В интернете].

9. Министерство экономического развития Российской Федерации (2025). Сахалин достиг углеродной нейтральности. URL: https://economy.gov.ru/material/news/sahalin_dostig_uglerodnoy_neytralnosti.html.
10. Росгидромет (2025). Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2024 год. URL: https://www.meteorf.gov.ru/upload/pdf_download/Доклад%20об%20особенностях%20климата%20на%20территории%20РФ%20за%202024%20год.pdf.
11. Collet, D., S. White, S. Bremer, et al. The Little Ice Age: The History and Future of a Traveling Concept // Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change 16, 2025. No. 5: e70023. https://doi.org/10.1002/wcc.70023. URL: https://doi.org/10.1002/wcc.70023.
12. Будыко М. И. Избранные работы. СПб.: ООО Америт: Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова, 2020. 206 с. URL: https://www.epaalumni.org/userdata/pdf/History%20of%20NAAQS.pdf.
13. G. S. Callendar. The artificial production of carbon dioxide and its influence on temperature // The Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society. 1938. No. 64. Issue No. 275. P. 223–240. URL: https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/qj.49706427503.
14. UNEP, WMO, ICSU. Technical Information Circular «Greenhouse Gases and Climate. November 1985. URL: https://webstatic.niwa.co.nz/library/nzmstic203.pdf.
15. Coase R. H. The problem of social cost // The Journal of Law and Economics. 1960. No. 3. URL: https://www.law.uchicago.edu/sites/default/files/file/coase-problem.pdf.
16. Закон о чистом воздухе США, 1970. URL: https://www.epa.gov/sites/default/files/2020-07/documents/fr-1971-04-30-co_phchemoxids_hcs_no2finaldecision_0.pdf.
17. Text — S.622 — 94th Congress (1975–1976): Energy Policy and Conservation Act, S.622, 94th Cong. (1975). URL: https://www.congress.gov/bill/94th-congress/senate-bill/622/text.
18. Simon P. The 1970s: Crises and Oil Price Shocks. Burning Up: A Global History of Fossil Fuel Consumption, 1st ed., Pluto Press, 2018. P. 93–106. JSTOR. URL: https://www.jstor.org/stable/j.ctv4ncp7q.14?typeAccessWorkflow=login&seq=1.
19. Shapiro J. S., Walker R. Is Air Pollution Regulation Too Lenient? Evidence from Us Offset Markets (December 2020) // NBER Working Paper No. w28199. URL: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3768251.
20. Text — S.1630 — 101st Congress (1989–1990): Clean Air Act Amendments of 1990, S.1630, 101st Cong. (1990). URL: https://www.congress.gov/bill/101st-congress/senate-bill/1630/text.

21. South Coast AQMD. Regulation XIII — New Source Review. January 2020. URL: https://www.aqmd.gov/docs/default-source/rule-book/Proposed-Rules/regx111/reg-xiii-wgm-2_final.pdf?sfvrsn=6.
22. Sam Napolitano, Jeremy Schreifels, Gabrielle Stevens, Maggie Witt, Melanie LaCount, Reynaldo Forte, Kenon Smith. The U.S. Acid Rain Program: Key Insights from the Design, Operation, and Assessment of a Cap-and-Trade Program // The Electricity Journal». URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040619007000796.
23. Monreal protocol information sheet // United Nations Industrial Development Organization. URL: https://www.unido.org/sites/default/files/unido-publications/2023-02/Montreal-Protocol-information-sheet-General-UNIDO-en.pdf.
24. Environmental Protection Agency Proposed rule "Protection of Stratospheric Ozone: Allowance System for Controlling HCFC Production, Import and Export". 2001. № Federal Register. Vol. 66. No. 140. URL: https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2001-07-20/pdf/01-17199.pdf.
25. Firsova A., Taplin R. E. A review of kyoto protocol adoption in Russia: Joint implementation in focus // Transition Studies Review. 15(3). 2008. P. 480–498. URL: https://doi.org/10.1007/s11300-008-0027-0.
26. Буквич Р. М., Петрович Д. Р. Парниковый эффект и рыночные механизмы Киотского протокола // Вестник НГИЭИ. № 1 (68). 2017. P. 139–158. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/parnikovyy-effekt-i-rynochnye-mehanizmy-kiotskogo-protokola.
27. Carbon Market Watch (2011). Coal Power Undermines CDM Integrity (Newsletter #17). URL: https://carbonmarketwatch.org/2011/11/04/coal-power-undermines-cdm-integrity-newsletter-17/.
28. OECD Environment Directorate and International Energy Agency: green investment schemes: options and issues (com/env/epoc/iea/slt(2003)9). URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2003/01/green-investment-schemes_8f38c630/4b69c0d2-en.pdf.
29. Delbeke J., Runge-Metzger A., Slingenberg Y., Werksman, J. (2019). The Paris Agreement. Towards a Climate-Neutral Europe: Curbing the Trend. P. 24–45. URL: https://doi.org/10.4324/9789276082569-2.
30. Российский союз промышленников и предпринимателей (2025): В РСПП состоялось заседание рабочей группы по вопросам реализации климатических проектов и углеродному ценообразованию. URL: https://rspp.ru/events/news/v-komitete-rspp-sostoyalos-zasedanie-rabochey-gruppy-po-voprosam-realizatsii-klimaticheskikh-proektov-i-uglerodnomu-tsenoobrazovaniyu-684696b54058f/#:~:text=В%20РСПП%20состоялось%20заседание%20рабочей%20группы%20по%20вопросам%2.

31. Kedr.media (2025): Качество воздуха в российских городах остается неудовлетворительным. URL: https://kedr.media/news/kachestvo-vozduha-v-rossijskih-gorodah-ostaetsya-neudovletvoritelnym/.
32. Интерфакс (2020): Счетная палата раскритиковала Минприроды за реализацию нацпроекта «Экология». URL: https://www.interfax.ru/russia/690924.
33. Liu JY, Woodward RT, Zhang YJ. Has Carbon Emissions Trading Reduced PM2.5 in China?//Environ Sci Technol, 2021. URL: doi:10.1021/acs.est.1c00248.
34. Росгидромет (2025): Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2024 год. URL: https://www.meteorf.gov.ru/upload/iblock/88f/Обзор%20за%202024%20год_300625.pdf.
35. Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова: Список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. URL: http://voeikovmgo.ru/index.php/izmenenie-klimata-v-rossii-v-xxi-veke?id=1148.
36. Росстат (2023): Социально-экономическое положение России. URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/osn-06-2023.pdf.
37. Бризекс (2024): Загрязнение воздуха в городах России: рейтинг самых грязных городов. URL: https://бризекс.рф/ecology/zagryaznenie-vozduha-v-gorodah-rossii-rejting-samyh-gryaznyh-gorodov?srsltid=AfmBOop_Hi2b4AwAJEsMIZNunEC-KCuQMm_YADnMx4eFeOCAwsUFwfLC.
38. Интерфакс (2021): Челябинск признали городом с самым грязным воздухом в РФ. URL: https://www.interfax.ru/russia/748507.
39. Федеральное агентство лесного хозяйства (2023): Топ-10 самых лесистых регионов России. URL: https://rosleshoz.gov.ru/news/federal/top-10-samykh-lesistykh-regionov-rossii-n10590/.
40. Постньюс (2025): Массовое банкротство угольных шахт: что стоит за кризисом и кто лишился работы в отрасли. URL: https://postnews.ru/a/42571.
41. Aldy Joseph E., Forest L. Reinhardt and Robert N. Stavins. Methane Abatement Costs in the Oil and Gas Industry: Survey and Synthesis. Discussion Paper HMI-1. Cambridge, Massachusetts: Harvard Initiative on Reducing Global Methane Emissions. March 4, 202. URL: https://salatainstitute.harvard.edu/wp-content/uploads/2025/03/Aldy-Reinhardt-Stavins-DP1-250310.pdf.
42. Kept (2025): Обзор российского углеродного рынка: потенциал роста. URL: https://kept.ru/news/obzor-rossiyskogo-uglerodnogo-rynka-potentsial-rosta/.

43. Счетная палата России. Оперативный доклад об исполнении федерального бюджета за январь — декабрь 2024 г. URL: https://ach.gov.ru/upload/iblock/f7d/mp3zg8a6s3o7gzxxv2sl260u2r6mwmu4.pdf.
44. Агентство новостей «Строительный бизнес» (2025): Строительные отходы стремительно засыпают Россию: перерабатывается менее 13%. [В интернете].
45. Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) Questions and Answers (2024). URL: https://taxation-customs.ec.europa.eu/document/download/013fa763-5dce-4726-a204-69fec04d5ce2_en?filename=CBAM_Questions%20and%20Answers.pdf.
46. Graham C. Introduce Latest Version Of Trade Manufacturing Policy To Hold China Accountable. URL: https://www.cassidy.senate.gov/newsroom/press-releases/cassidy-graham-introduce-latest-version-of-trade-manufacturing-policy-to-hold-china-accountable/.
47. GMK Center (2024): How different countries around the world reacted to CBAM introduction in the EU. URL: https://gmk.center/en/infographic/how-different-countries-around-the-world-reacted-to-cbam-introduction-in-the-eu/.
48. OECD (2025), Towards interoperable carbon intensity metrics: Assessing monitoring, reporting and verification systems, Inclusive Forum on Carbon Mitigation Approaches Papers, OECD Publishing, Paris. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/06/towards-interoperable-carbon-intensity-metrics_84dce81d/b185bcfa-en.pdf.
49. Попов Н. В. Анализ подходов к разработке коэффициентов выбросов парниковых газов от добычи и подготовки нефти и газового конденсата // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2024. Т. 35. № 1–2. URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=79647026.
50. CarbonCredits (2024): CORSIA Carbon Credit Demand To Be 14x Larger Than Supply. URL: https://carboncredits.com/corsia-carbon-credit-demand-to-be-14x-larger-than-supply/
51. MSCI (2024): CORSIA: Costs and Implications for the Airline Industry. URL: https://www.msci.com/research-and-insights/paper/corsia-costs-and-implications-for-the-airline-industry.
52. Piyasi Mitra (Funds Europe, 2024): Carbon credit market set for rebound in 2025: MSCI. URL: https://funds-europe.com/carbon-credit-market-set-for-rebound-in-2025-msci/.
53. MSCI (2025): Frozen Carbon Credit Market May Thaw as 2030 Gets Closer. URL: https://www.msci.com/research-and-insights/blog-post/frozen-carbon-credit-market-may-thaw-as-2030-gets-closer.

54. Горбачева Н. В. Динамика развития углеродных рынков в России и Юго-Восточной Азии: роль природно-климатических проектов // Современная мировая экономика. Т. 3. 2025. № 1(9). URL: https://doi.org/10.17323/2949-5776-2025-3-1-45-72 .
55. Antoine Dechezleprêtre. The joint impact of the European Union emissions trading system on carbon emissions and economic performance // Journal of Environmental Economics and Management. Vol. 118. 2023. 102758. ISSN 0095-0696. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0095069622001115.
56. International Carbon Action Partnership China National ETS. URL: https://icapcarbonaction.com/en/ets/china-national-ets.
57. Patrick Greenfield (2024). We don't know where the money is going': the 'carbon cowboys' making millions from credit schemes // The Guardian. URL: https://www.theguardian.com/environment/2024/mar/15/money-carbon-credits-zimbabwe-conservation-aoe.

Научный труд № 187

**Технологическое развитие,
институты и экономический рост**

Выпускающий редактор *Елена Попова*
Редактор *Ольга Черкасова*
Верстка *Ярослав Агеев*

Подписано в печать 09.11.2026.
Тираж 300 экз. 1-й завод 70 экз.

125993 г. Москва,
Газетный пер., д. 3–5, стр. 1
E-mail: info@iep.ru
www.iep.ru