

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ



DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-1-47-67

УДК 330.341.1(045)

JEL O25

Оценка условий для развития перспективных энергетических технологий в субъектах Российской Федерации

И.О. Волкова^а, Е.Д. Бурда^б, Е.В. Гаврикова^с, А.В. Конев^д^{а, б, с} Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Москва, Россия^д Российское энергетическое агентство Минэнерго России, Москва, Россия^а <https://orcid.org/0000-0002-7184-3756>; ^б <https://orcid.org/0000-0001-5876-8870>^с <https://orcid.org/0000-0002-6210-5022>; ^д <https://orcid.org/0000-0001-6334-4255>

АННОТАЦИЯ

Перспективы развития энергетического сектора в Российской Федерации, с одной стороны, являются довольно масштабными — учитывая скорость и характер распространения инновационных технологий в данной сфере (цифровое силовое оборудование, инструменты прогнозирования, технологии осуществления взаиморасчетов в режиме реального времени), а с другой — существует проблема, связанная со слабым пониманием перспективного объема спроса на различные технологии. Зачастую многие компании отказываются от проектов и НИОКР исключительно в силу того, что опасаются риска невозврата осуществленных инвестиций, обусловленного отсутствием потребителей результатов конкретного проекта. Одновременно активизируется проблема повышения конкурентоспособности экономики регионов Российской Федерации в условиях ужесточения конкуренции со стороны зарубежных поставщиков различных инновационных решений — в том числе в области энергетики.

Ключевые слова: электроэнергетика; топливно-энергетический комплекс; перспективные энергетические технологии; инновационный потенциал; конкурентоспособность регионов

Для цитирования: И.О. Волкова, Е.Д. Бурда, Е.В. Гаврикова, А.В. Конев. Оценка условий для развития перспективных энергетических технологий в субъектах Российской Федерации. *Управленческие науки*. 2019;9(1):47-67. DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-1-47-67

ORIGINAL PAPER

Assessing Conditions for the Development of Advanced Energy Technologies on the Regional Level in Russian Federation

I.O. Volkova^а, Y.D. Burda^б, E.V. Gavrikova^с, A.V. Konev^д^{а, б, с} National Research University "Higher School of Economics", Moscow, Russia^д Federal state budgetary organization "Russian Energy Agency" of Minenergo of Russia, Moscow, Russia^а <https://orcid.org/0000-0002-7184-3756>; ^б <https://orcid.org/0000-0001-5876-8870>^с <https://orcid.org/0000-0002-6210-5022>; ^д <https://orcid.org/0000-0001-6334-4255>

ABSTRACT

Development of the Russian energy sector seems to be rather promising (considering the speed and nature of the emergence of new technologies, such as digital power equipment, prognostic instruments, real-time payment techniques, etc.), however, there is no clear understanding of the potential demand level regarding specific technologies. Frequently companies abandon research and development projects due to the uncertainty and risk of losing investments because of the absence of end-users. At the same time foreign suppliers of innovative solutions (including those for the energy sector) gain market power. Simultaneously, emerges the problem of strengthening competitiveness of the Russian

Federation regional economies in the view of tightening competition from foreign suppliers of innovative solutions including solutions for the energy sector.

Keywords: power sector; fuel and energy sector; emerging technologies; innovative potential; regional competitiveness

For citation: Volkova I.O., Burda Y.D., Gavrikova E.V., Konev A.V. Assessing conditions for the development of advanced energy technologies on the regional level in Russian Federation. *Upravlencheskie nauki = Management Sciences in Russia*. 2019;9(1):47-67. (In Russ.). DOI: 10.26794/2404-022X-2019-9-1-47-67

Введение и постановка проблемы

Энергия — это критически важный ресурс, который необходим не только для удовлетворения основных потребностей человека, но и для масштабного промышленного, технологического и инновационного развития общества, государства и бизнеса. Масштаб и характер эволюции энергетических систем будет в основном определяться социально-экономическими условиями и драйверами, доступностью источников энергии, трансформацией технологий добычи и переработки энергоресурсов, а также изменениями в характере конечного потребления энергии [1].

При формировании прогнозов развития отдельных отраслей экономики и разработке необходимых мер их поддержки необходимо отталкиваться от двух ключевых сценариев: «технологическая адаптация» и «технологический рывок»¹. В случае сценария «технологическая адаптация» развитие топливно-энергетического сектора будет происходить инерционным способом: будет сохраняться влияние сложившихся трендов и отраслевых пропорций, рост экономики будет умеренным, а модернизация ТЭК будет осуществляться на минимально необходимом уровне с точки зрения поддержания текущего уровня работоспособности.

Если же будет реализован второй сценарий — «технологический рывок» — то ускоренное развитие российского ТЭК будет основано на существующих заделах в таких областях, как энергоэффективность, ИКТ, интеллектуальные технологии, платформенные решения и т.д. Будет происходить внедрение более эффективно с технологической, экономической и экологической точек зрения оборудования. Усовершенствование технологий позволит, с одной стороны, повысить их отдачу, а с другой — увеличить безопасность подобных производств, что особенно актуально для переделов, связанных с добычей и переработкой энергоресурсов. Распространение различного рода технологий

распределенного реестра, автоматизации и прогнозирования позволит снизить влияние человеческого фактора на производстве. В случае осуществления «технологического рывка» у амбициозных технологий вроде «интернета энергии», «интеллектуальных самобалансирующих энергосистем», «виртуальных электростанций» и «агрегаторов спроса» может появиться существенный рынок сбыта.

Очевидно, что второй сценарий выглядит более привлекательным и целесообразным. Главный вопрос заключается в степени вероятности реализации того или иного сценария как на уровне всей страны, так и на уровне отдельных регионов, что существенным образом зависит от региональных институциональных условий: государственной политики, наличия специализированных кадров и научно-исследовательской инфраструктуры для внедрения развития определенных групп технологий.

Интеграция российской экономики в мировую хозяйственную систему может быть осуществлена только при внесении изменений в текущую социально-экономическую политику государства, которая должна поощрять масштабные инвестиции в модернизацию энергетической инфраструктуры, развитие кадрового потенциала и современных производственных мощностей. Необходимо разрабатывать комплексные решения, которые будут включать также и меры реагирования на возникающие риски, связанные как с тенденциями мировой экономики в целом, так и характерные для энергетического сектора в частности [2].

Цель настоящей статьи — проведение оценки региональных условий для развития перспективных энергетических технологий в России. Результаты были получены в рамках осуществления проекта по заказу Российского энергетического агентства, в ходе которого был проведен опрос всех субъектов Российской Федерации, а также собраны вторичные данные из региональных инновационных порталов, программ инновационного развития энергетических компаний с государственным участием, различных отраслевых отчетов и академических публикаций по разрабатываемой теме, баз данных Федеральной службы государственной статистики, аналитических и статисти-

¹ Министерство образования и науки Российской Федерации, «Сценарные условия научно-технологического развития Российской Федерации для целей разработки прогнозов технологического развития секторов (отраслей) экономики»; Минобрнауки РФ. М.; 2017.

ческих материалов российских и международных организаций, а также информации с официальных сайтов компаний энергетического сектора.

Исследование было проведено в 2017 г. при организационном обеспечении Центра фундаментальных исследований НИУ ВШЭ.

Основные результаты исследования представлены перечнем наиболее перспективных для российской экономики энергетических технологий, а также рекомендациями по возможности их дальнейшего развития в регионах с наиболее подходящей для конкретных групп технологий инновационной инфраструктурой.

Практическая значимость результатов заключается в возможности их применения при разработке мер региональной инновационной политики, привлечении инвестиций и продвижении инновационной продукции. Научная значимость исследования заключается в возможности применения предлагаемой методики для оценки регионального инновационного потенциала в других отраслях экономики, а также в энергетическом секторе других стран.

Обзор ранее выполненных исследований

Создание благоприятных условий для инновационного развития регионов становится одним из главных направлений государственной политики, фокусирующейся на максимальном использовании уникальных способностей и активов каждого отдельно взятого региона. Устойчивое развитие регионов и переход на инновационный путь развития будут определяться их способностью адаптироваться к изменениям во внешней среде, которая детерминирована уже имеющейся промышленной и институциональной инфраструктурой, а также способностью развивать и модернизировать эту инфраструктуру [3].

С другой стороны, возникают новые проблемы, связанные со сложностями формирования соответствующих направлений политики, включая необходимость учитывать интересы множества стейкхолдеров, зависимость от ранее принятых решений и программ развития, а также прочие институциональные факторы — в том числе ужесточение требований к контролю за выбросами углекислого газа [4–6]. Также практика показывает, что необходим системный подход к развитию возобновляемых источников энергии, особенно в развивающихся странах (в частности, в странах БРИКС и Латинской Америке), где следует уделять внимание не только строительству электростанций, но и строительству соответствующей инфраструктуры для передачи и распределения электроэнергии,

а также оценке спроса и экономической эффективности проектов [7]. Таким образом, политика в области инновационного развития энергетического сектора должна быть более гибкой и адаптивной — способной учитывать возрастающие требования различных заинтересованных групп.

Вопрос регионального инновационного развития в настоящее время актуален как для практиков, так и для исследователей. Существует множество отечественных исследований, посвященных развитию инноваций в регионах [8–11], также этот вопрос актуален и в зарубежной академической среде [12–16]. Многие авторы рассматривают проблему инновационного развития регионов применительно к энергетическому сектору [17–23].

Региональный аспект особенно важен в России в силу значительных диспропорций развития отдельных регионов [24–27], а также наличия определенной специализации отдельных субъектов РФ [28]. Эти факты обуславливают необходимость учета индивидуальных особенностей каждого изучаемого региона, что подчеркивает актуальность выбранной темы исследования.

Исходные данные и методика исследования

Исследование было построено на основании следующей авторской модели, позволяющей оценить потенциал отдельного региона с точки зрения развития определенной группы энергетических технологий (рис. 1).

Модель развития перспективных энергетических технологий рассматривается как основа для повышения общей конкурентоспособности региона. Поэтому двумя ключевыми элементами модели стали: общий инновационный потенциал данного субъекта и состояние его инновационной инфраструктуры для развития отдельной группы перспективных энергетических технологий.

(1) *Формирование перечня перспективных энергетических технологий*

На первом этапе исследования был проведен контент-анализ ключевых нормативно-правовых актов и стратегических документов в сфере энергетики², на

² Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации»; Указ Президента № 642 «О стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»; Перечень критических технологий (распоряжение Правительства № 1273-р; Энергетическая стратегия России до 2030 года; Дорожная карта «Внедрение иннова-



Рис. 1. / Fig. 1. Модель оценки условий для развития перспективных энергетических технологий в субъектах Российской Федерации / Model for the assessment of conditions for the development of perspective energy technologies within the constituents of Russian Federation

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.



Рис. 2. / Fig. 2. Авторская модель оценки общего уровня инновационного потенциала субъекта Российской Федерации / Authors' model for the assessment of general level of innovative potential of the constituent of Russian Federation

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

основе чего был сформирован первичный перечень наиболее перспективных энергетических технологий.

При проведении контент-анализа авторы опирались на законодательно утвержденные документы — указанные в них технологии можно считать легитимными и актуальными с точки зрения развития на территории Российской Федерации. Более того, это упрощало проведение опроса регионов и обеспечи-

вало высокое качество собранных данных, поскольку стратегические документы формируют повестку регионального инновационного развития.

Полученный перечень был валидирован и дополнен на основе анализа наиболее цитируемых статей, опубликованных в международных рецензируемых журналах и посвященных теме исследования [29–39].

(2) Оценка общего инновационного потенциала субъекта

В рамках второго этапа была проведена оценка общего инновационного потенциала каждого региона. При формировании методики инновационный потенциал региона рассматривался авторами как сово-

ционных технологий и современных материалов в отраслях ТЭК»; Прогноз научно-технологического развития отраслей ТЭК до 2035 года; Программа «Цифровая экономика Российской Федерации».

купность инновационного потенциала регионального бизнеса, ресурсной базы и инфраструктуры, которая включает финансовые, материальные, кадровые и организационные компоненты (рис. 2). В силу того, что процесс внедрения инноваций включает широкий круг участников из различных секторов экономики, важно оценивать не только специализированные компетенции в области энергетики, но и наличие инновационной инфраструктуры в связанных секторах экономики.

По мнению авторов, подобный подход способствует более широкому взгляду на инновационный потенциал региона. Авторы опираются на идею «перетоков знаний»³ [40], и рекомендации основаны на междисциплинарном подходе к вопросам инновационного развития энергетики в регионах. Внедрению и развитию выделенных перспективных групп энергетических технологий должна способствовать в том числе и сформированная общая инновационная институциональная среда, включающая поддержку НИОКР, наличие высокопрофессиональных кадров различного профиля и инфраструктуру.

Модель предполагает оценку общего уровня инновационного потенциала субъектов РФ по 3 ключевым направлениям:

1. *Уровень развития инновационной деятельности.*
2. *Кадровый и научно-исследовательский потенциал.*
3. *Уровень развития региональной инновационной инфраструктуры.*

Данные направления отражают основные элементы цепочки создания инноваций [41]. Первое направление позволяет оценить наличие компетенций в проведении исследований и разработок. Второе — наличие трудовых ресурсов для подобных исследований. Третье направление — наличие исследовательских и производственных мощностей для реализации инноваций. Показатели 3.4–3.6 были включены, поскольку отражают возможность возникновения «перетоков знаний» между различными секторами экономики.

(3) *Оценка состояния инновационной инфраструктуры субъекта для развития перспективных групп энергетических технологий*

Третий этап исследования, посвященный оценке состояния инновационной инфраструктуры каждого отдельного региона для развития конкретной группы энергетических технологий, был основан на данных, полученных при опросе всех 85 субъектов Российской Федерации (Российским энергетическим агентством

был направлен запрос в соответствующие региональные органы — департаменты и агентства развития науки и инноваций). Регионам были предоставлены специальные формы для заполнения, обработав которые авторы смогли получить информацию о том, какие в каждом субъекте существуют объекты инфраструктуры, позволяющие внедрять и развивать определенную энергетическую технологию на всех этапах ее жизненного цикла (начиная от исследований и разработок и заканчивая коммерциализацией):

- Форма № 1 «Характеристика технологического развития сектора ТЭК субъекта». С помощью этой формы авторы смогли получить информацию в отношении того, какие в каждом из регионов существуют объекты инновационной инфраструктуры: крупные центры исследований и разработок, инновационные территориальные и промышленные кластеры, крупные производственные центры, крупные реализуемые региональные инновационные и инфраструктурные проекты, прочие организационные структуры⁴.

- Форма № 2 «Перечень перспективных технологий, обеспечивающих повышение конкурентоспособности экономики субъекта». Информация, собранная с помощью этой формы, позволила определить, какие из перспективных энергетических технологий субъект рассматривает в качестве фундамента для повышения собственной конкурентоспособности.

- Форма № 3 «Перечень перспективных областей научных исследований субъекта». Данная форма позволила определить наличие исследовательских компетенций субъекта в разрезе изучаемых энергетических технологий — способен ли регион успешно внедрить и развивать отдельную технологию.

После обработки данных из этих форм авторы вывели бинарную шкалу для оценивания состояния инновационной инфраструктуры субъекта. Знак «+» присваивался в том случае, когда: в регионе присутствовали необходимые объекты инновационной инфраструктуры; данная группа технологий рассматривалась регионом как перспективная; в регионе имелись необходимые исследовательские компетенции. В противном случае региону оценка не присваивалась.

³ В английской литературе — *knowledge spillover*.

⁴ Одними из важнейших инструментов регионального инновационного развития являются организация кластеров [42], промышленных парков, бизнес-инкубаторов и инвестиционных фондов [43].

Таблица 1 / Table 1

Перечень перспективных энергетических технологий / The list of perspective energy technologies

№	Группа / Group	Перечень технологий / List of technologies
1	Общие технологии ТЭК	Технологии микрогенерации на природном газе (включая газопоршневые двигатели и микротурбины). Крышные солнечные панели. Ветрогенераторы и когенерационные установки. Системы микрогрид. Виртуальные электростанции и технологии энергетического Интернета
2	Газовая генерация	Высокоэффективные парогазовые и паротурбинные установки. Микротурбины и газовые турбины средней и большой мощности. Гибридные электрогенерирующие установки на основе топливных элементов и газотурбинных (парогазовых) установок
3	Угольная генерация	Технологическое оборудование для угольных электростанций на ультрасверхкритических параметрах пара. Установки очистки дымовых газов и мембранные технологии разделения воздуха
4	Гидроэнергетика	Гидроагрегаты (в том числе асинхронизированные) с переменной скоростью вращения. Технологии дистанционного мониторинга и управления энергетическим оборудованием. Новые материалы и покрытия
5	Распределенная генерация на органических видах топлива	Когенерационные установки малой мощности. Гибридные генерирующие установки на высокотемпературных топливных элементах
6	Распределенная генерация и автономная энергетика на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ)	Фотопреобразователи (каскадные, некремниевые). Ветрогенераторы малой мощности. Сетевые ветрогенераторы. Системы прогнозирования ветропотенциала. Системы управления режимами работы ветрогенераторов. Топливные элементы различных температурных диапазонов. Сетевые технологии хранения энергии
7	Электрические и тепловые сети	Новые материалы и технологии для силовой электроники и проводов. Цифровые подстанции. Технологии удаленного мониторинга и диагностики
8	Интеллектуальные системы	Технологии автоматизированного мониторинга и управления режимами работы
9	Сквозные технологии НТИ и программы «Цифровая экономика»	Большие данные. Искусственный интеллект. Системы распределенного реестра. Сенсорика и технологии робототехники. Промышленный Интернет
10	Атомная энергетика	Технологии, основанные на быстрых нейтронах. Технологии управляемого термоядерного синтеза. Системы управления энергоблоками атомных электростанций
11	Технологии нефтяной промышленности	Технологии разработки трудноизвлекаемых запасов (включая «безводные» технологии, керновые и фильтрационные исследования, технологии прогнозирования и локализации ультранизкопроницаемых коллекторов). Технологии GTL и СПГ, утилизации ПНГ. Технологии освоения шельфовых месторождений (в том числе технологии инжиниринга и автоматизации). Технологии в области нефтепереработки и нефтехимии (включая катализаторы, смазочные материалы, присадки, синтетические масла)

Источник / Source: составлено авторами на основании анализа регламентирующих документов Российской Федерации (Энергетическая стратегия России до 2030 года; Перечень критических технологий Российской Федерации; Дорожная карта по внедрению инновационных технологий и современных материалов в отраслях ТЭК; Программа «Цифровая экономика») / compiled by the authors basing on the regulatory documents analysis of Russian Federation (Energy Strategy of Russia until 2030; List of critical technologies of Russian Federation; Roadmap for the implementation of innovative technologies and advanced materials in the FEC sectors; Program "Digital Economy").

По мнению авторов, важно не столько наличие ресурсов, сколько их соответствующее применение и использование для целей инновационного развития энергетики региона. Поэтому полученные от регионов данные были дополнены вторичной информацией об энергетической инфраструктуре, собранной авторами в ходе изучения региональных инновационных порталов и соответствующих информационных ресурсов.

Проблема регионального экономического и инновационного развития тесно связана со способностью региональных организаций разрабатывать и внедрять инновации. Данная способность будет существенно различаться в каждом регионе в зависимости от его демографических, социально-экономических, производственных и научно-технических характеристик [12, 44]. Хотя в литературе можно найти множество альтернативных вариантов определения инновационного потенциала региона, большинство авторов сходятся в том, что при оценке необходимо принимать во внимание именно предлагаемые авторами характеристики [8, 43, 45–52]. Подобные методики оценки встречаются также и в зарубежной литературе [14, 20, 37, 54, 55].

Таким образом, данная методика позволяет, с одной стороны, оценить общий инновационный потенциал субъекта, с другой — выделить конкретные энергетические технологии, которые перспективно развивать в соответствующем регионе. Объединение данных об общем инновационном потенциале региона и наличии в нем инфраструктуры для конкретной энергетической технологии позволит не только выделить регионы-лидеры, но и определить наиболее перспективные для развития на территории Российской Федерации технологии (чем больше регионов имеют соответствующую инновационную базу, тем больше возможностей для развития конкретной технологии).

Перечень перспективных энергетических технологий

В результате проведения контент-анализа нормативно-правовых актов и стратегических документов в сфере энергетики, а также анализа цитируемых академических публикаций по теме был сформирован перечень наиболее перспективных энергетических технологий (табл. 1).

Таким образом, были выделены 11 групп наиболее перспективных энергетических технологий, которые необходимо развивать для повышения конкуренто-

способности как регионов, так и российской экономики в целом. В то же время, как было отмечено выше, регионы существенно различаются не только с точки зрения численности населения, географии и площади, но и уровня социально-экономического развития, кадрового, производственного и научно-технического потенциала, а также ресурсной базы для развития энергетики. В связи с этим предлагаемая методика как раз направлена на выявление «точек роста» в отдельных регионах, где развитие тех или иных энергетических технологий наиболее перспективно и обусловлено в том числе общим уровнем инновационного развития и потенциала региона.

Определение условий для развития перспективных энергетических технологий в субъектах Российской Федерации

(1) Оценка уровня развития инновационной деятельности

Оценка проводилась на основании открытой информации, представленной Федеральной службой государственной статистики (Форма № 2 — наука «Сведения о выполнении научных исследований и разработок») с использованием указанных на рис. 2 показателей.

Поскольку данные показатели применялись для оценки субъектов РФ, существенно различающихся между собой, с целью достижения сопоставимости получаемых результатов авторы использовали их относительные значения: показатели нормировались по численности населения (ниже приведен пример для показателя 1.1 — все прочие рассчитывались аналогично):

$$1.1_{\text{относит.}} = \frac{1.1_{\text{абсолют.}}}{\text{ЧН}}, \quad (1)$$

где: ЧН — численность населения исследуемого субъекта РФ (определялась на основании данных Федеральной службы государственной статистики).

На основании данной методики рассматриваемые субъекты РФ были классифицированы по трем категориям (рис. 3):

- «Лидеры»: от 5 до 6 показателей выше среднего по стране;
- «Догоняющие»: от 3 до 4 показателей выше среднего по стране;
- «Отстающие»: менее 3 показателей выше среднего по стране.

Среднестрановые значения показателей рассчитывались следующим образом:

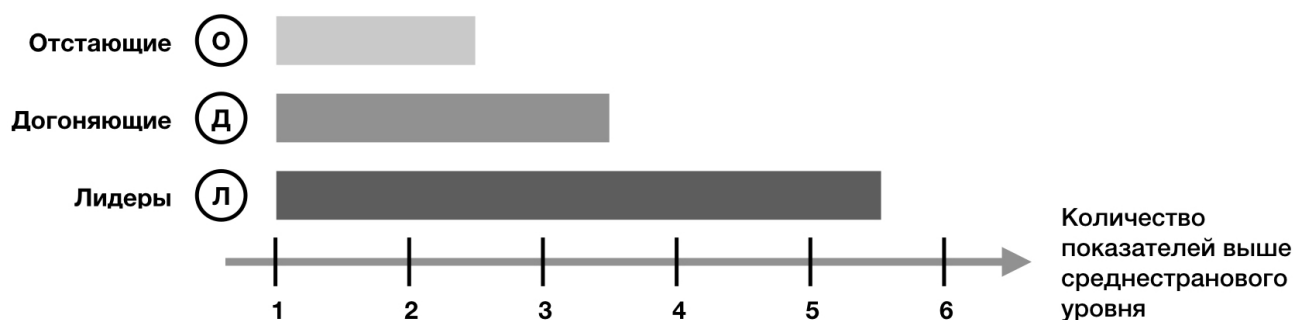


Рис. 3. / Fig. 3. Методика определения категории субъекта РФ по критерию «уровень развития инновационной деятельности» / The technique for the classification of RF constituent by the criteria “development of innovative activity”

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

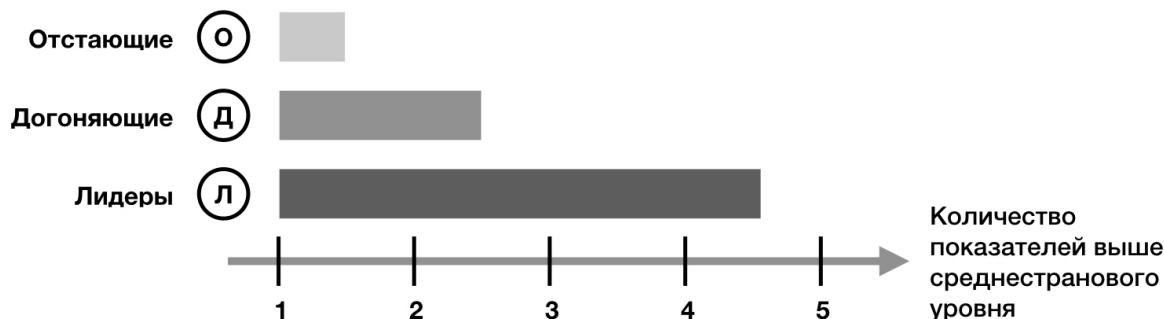


Рис. 4. / Fig. 4. Методика определения категории субъекта РФ по критерию «оценка кадрового и научно-исследовательского потенциала» / The technique for the classification of RF constituent by the criteria “assessment of human capital and research potential”

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

$$\text{Показатель}_{\text{среднестрановой}} = \frac{\sum_{i=1}^{85} \text{Показатель}_i}{85}, \quad (2)$$

где: i — индекс субъекта РФ [1–85] — по количеству субъектов.

Показатель i — значение анализируемого показателя i -го субъекта РФ

(2) Оценка кадрового и научно-исследовательского потенциала

Оценка кадрового и научно-исследовательского потенциала была построена на основании данных Федеральной службы государственной статистики и включает пять статистических показателей (как показано на рис. 2). На основании полученных результатов рассматриваемые субъекты РФ были классифицированы по трем категориям (рис. 4):

- «Лидеры»: от 4 до 5 показателей выше среднего по стране;
- «Догоняющие»: от 2 до 3 показателей выше среднего по стране;

- «Отстающие»: только 1 показатель выше среднего по стране.

Среднестрановые значения определялись аналогично расчету, представленному в формуле (2).

(3) Анализ уровня развития региональной инновационной инфраструктуры

Оценка уровня развития региональной инновационной инфраструктуры проводилась в двух направлениях: оценка уровня развития собственной инфраструктуры субъекта; оценка уровня взаимодействия субъекта с внешним инновационным окружением — как показано на рис. 2. Источником информации послужили открытые данные Федеральной службы государственной статистики (Форма № 2 — наука «Сведения о выполнении научных исследований и разработок»; Форма № 4 — инновации «Сведения об инновационной деятельности организации»).

В данном случае авторы также использовали относительные значения показателей, рассчитанные с применением формулы (1). На основании полученных результатов рассматриваемые субъекты РФ

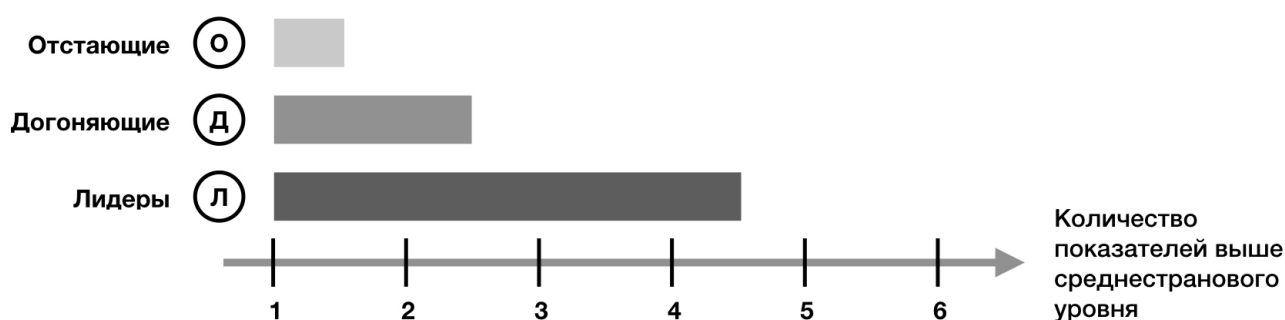


Рис. 5. / Fig. 5. Методика определения категории субъекта РФ по критерию «уровень развития региональной инновационной инфраструктуры» / The technique for the classification of RF constituent by the criteria “development of regional innovative infrastructure”

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

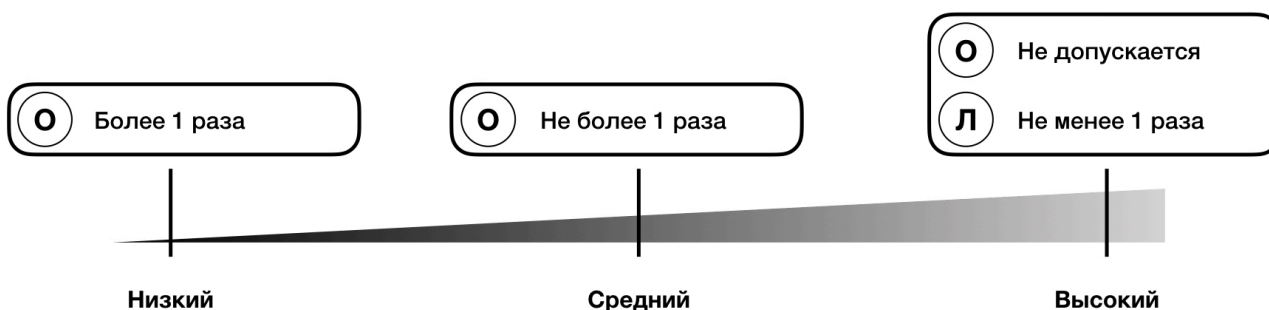


Рис. 6. / Fig. 6. Критерии оценки общего уровня инновационного потенциала субъектов РФ / Criteria for the assessment of the overall innovative potential of RF constituent

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

были классифицированы по трем категориям (рис. 5). Алгоритм присвоения категории анализируемому субъекту в данном случае аналогичен применяемому при оценке кадрового и научно-исследовательского потенциала (см. рис. 4).

(4) Оценка общего уровня инновационного потенциала субъектов

Оценка общего уровня инновационного потенциала субъектов РФ, основанная на авторской модели (см. рис. 2), проводилась с учетом результатов оценки упомянутых выше 3 компонентов с использованием градации, показанной на рис. 6.

В том случае, если обследуемый субъект получил статус «отстающий» более 1 раза (по любым трем критериям), его инновационный потенциал оценивается как «низкий». В случае, если статус «отстающий» был получен субъектом не более 1 раза — его инновационный потенциал считался «средним». В том же случае, когда субъекту был как минимум 1 раз присвоен статус «лидер» и при этом ни разу не присваивался

статус «отстающий» — его инновационный потенциал получал оценку «высокий».

Оценка состояния инновационной инфраструктуры субъектов Российской Федерации для развития перспективных энергетических технологий

В табл. 2 приведены результаты проведенного опроса 85 субъектов Российской Федерации (агрегированные данные трех опросных форм, валидированные и дополненные при помощи вторичной информации) относительно уровня развития региональной инновационной инфраструктуры в разрезе рассматриваемых групп энергетических технологий.

Серым цветом отмечены энергетические технологии, развитие которых в субъекте в настоящее время невозможно в силу недостаточной готовности или отсутствия соответствующей инновационной инфраструктуры (оценка не присваивалась). Знак

«+» означает, что в регионе развита инновационная инфраструктура применительно к конкретной энергетической технологии (например, функционирует соответствующий промышленный или инновационный кластер, финансируются и проводятся НИОКР, в пилотном режиме тестируется инновационное оборудование и т.д. согласно результатам опроса и поиска вторичных данных).

Основные результаты и их обсуждение

Для получения итоговой матрицы с результатами исследования были отобраны регионы со «средним» и «высоким» общим инновационным потенциалом (согласно рассчитанным ранее показателям). Эти данные были объединены с оценкой состояния инфраструктуры для развития конкретной технологии, как показано на примере группы «Общие технологии ТЭК» на *рис. 7*.

Аналогичные матрицы были составлены для всех 11 групп перспективных энергетических технологий. Регионы, попавшие по результатам оценки в 1 и 2 квадранты матрицы, считались наиболее перспективными с точки зрения развития определенной группы технологий. Дальнейший анализ проводился только для этих регионов.

Проведенный анализ позволил одновременно решить две задачи. С одной стороны, регионы были рассмотрены с точки зрения возможности развития конкретных инновационных энергетических технологий. С другой стороны, авторам удалось выявить те группы инновационных технологий, которые в настоящее время наиболее перспективно развивать на территории Российской Федерации в связи с наличием необходимой инновационной базы в регионах.

Рисунок 8 представляет собой итоговый рейтинг рассмотренных энергетических технологий. Рейтинг был составлен на основе объединения результатов оценки общего инновационного потенциала и оценки состояния региональной инновационной инфраструктуры в разрезе конкретных групп технологий, как показано на *рис. 7*.

Наибольший потенциал (по числу регионов, готовых для развития конкретной технологии) был обнаружен для развития электрических и тепловых сетей (35 регионов), технологий нефтяной промышленности (19 регионов) технологий распределенной генерации на ВИЭ (18 регионов), общих технологий ТЭК (18 регионов) и технологий газовой генерации (16 регионов).

Итоговая матрица (*рис. 9*) была сформирована для регионов-лидеров («средний» и «высокий» общий инновационный потенциал), поскольку даже при наличии инфраструктуры, подходящей для внедрения конкретной группы перспективных энергетических технологий, низкий общий инновационный потенциал не позволит данному субъекту успешно ее развивать в будущем.

В итоговой матрице субъекты приведены в порядке убывания их общего инновационного потенциала (представлены «пироговыми» диаграммами), а группы технологий, развитие которых наиболее перспективно в определенном субъекте РФ, указаны соответствующими пиктограммами (*рис. 10*).

Результаты проведенного исследования в целом соответствуют проанализированным академическим работам по данной тематике. Наибольший инновационный потенциал имеют те регионы, где развита инфраструктура и сосредоточен инвестиционный капитал, а также действуют крупные научные, образовательные и промышленные центры.

Важность результатов заключается в том, что в отличие от множества других исследований и рейтингов они не только содержат информацию об общем инновационном потенциале отдельного региона, но и отражают возможности развития конкретных групп энергетических технологий в регионах-лидерах. Это позволяет выявить «точки роста» для развития инновационных энергетических технологий, принимая во внимание не только перспективность технологии как таковой, но также готовность и способность конкретного региона ее развивать, внедрять и потреблять результаты инновационной деятельности.

Проведенное исследование отражает информацию о регионах — потенциальных потребителях результатов инновационной деятельности в разрезе конкретных технологий, что может быть отправной точкой для формирования целостной цепочки создания инновационных продуктов и услуг (преодоления так называемой «долины смерти»). Также полученные результаты отражают, какие специальности и где будут наиболее востребованы для развития конкретных технологий, где потенциально необходимо совершенствовать научно-техническую политику для развития конкретной области (включая необходимые изменения нормативных правовых актов), где необходима и какая финансовая (бюджетное и внебюджетное финансирование) и нематериальная (нематериальные активы — включая патенты и лицензии) поддержка развития той или иной технологии.

Таблица 2 / Table 2

**Оценка наличия инфраструктуры для развития перспективных групп энергетических технологий
в субъектах Российской Федерации / Assessment of the availability of the infrastructure for the
development of perspective groups of energy technologies within the subjects of the Russian Federation**

Регион / Region	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Алтайский край	+		+				+				+
Амурская область	+	+		+		+	+				
Архангельская область	+					+	+				
Астраханская область	+	+					+				
Белгородская область	+						+				
Брянская область	+		+				+		+		
Владимирская область	+	+					+			+	
Волгоградская область	+			+		+	+				+
Вологодская область	+						+				
Воронежская область		+					+	+		+	
г. Санкт-Петербург	+					+	+	+		+	+
г. Севастополь							+				
г. Москва	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Еврейская автономная область						+	+				
Забайкальский край							+				
Ивановская область			+				+				
Иркутская область		+		+			+	+		+	+
Кабардино-Балкарская Республика				+		+	+				
Калининградская область		+				+	+				
Калужская область	+			+			+			+	
Камчатский край		+		+		+	+				
Карачаево-Черкесская Республика				+		+	+				
Кемеровская область			+				+				+
Кировская область							+				+
Костромская область							+				
Краснодарский край		+				+	+	+			+
Красноярский край	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Курганская область							+			+	
Курская область							+		+	+	
Ленинградская область	+					+	+	+		+	
Липецкая область		+					+		+		
Магаданская область			+			+	+				
Московская область	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
Мурманская область						+	+		+		+
Ненецкий автономный округ		+					+				+
Нижегородская область				+	+	+	+				
Новгородская область							+				
Новосибирская область				+		+	+			+	+
Омская область	+				+		+				+
Оренбургская область						+	+	+	+		+
Орловская область	+						+	+			

Окончание табл. 2 / End of Table 2

Регион / Region	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пензенская область	+	+					+				
Пермский край				+		+	+				+
Приморский край	+	+	+			+	+				
Псковская область							+				
Республика Адыгея						+	+				
Республика Алтай							+				+
Республика Башкортостан	+	+		+	+	+	+	+			+
Республика Бурятия						+	+				
Республика Дагестан	+	+		+	+	+	+	+			+
Республика Ингушетия		+		+		+	+	+			+
Республика Калмыкия	+						+				
Республика Карелия			+	+		+	+				
Республика Коми	+	+					+	+	+		+
Республика Крым		+				+	+				
Республика Марий Эл	+				+		+	+	+		
Республика Мордовия	+	+					+	+	+		
Республика Саха (Якутия)				+		+	+				+
Республика Северная Осетия – Алания				+		+	+				
Республика Татарстан	+	+		+	+		+				+
Республика Тыва		+					+				
Республика Хакасия	+	+		+		+	+		+		
Ростовская область	+					+	+			+	
Рязанская область	+						+	+			+
Самарская область				+		+	+	+	+		+
Саратовская область				+		+	+	+		+	+
Сахалинская область		+				+	+				+
Свердловская область		+			+	+	+			+	+
Смоленская область	+					+	+		+	+	
Ставропольский край				+		+	+	+			+
Тамбовская область							+				
Тверская область						+	+			+	
Томская область	+	+					+	+		+	+
Тульская область					+		+				
Тюменская область	+	+	+				+	+	+		+
Удмуртская Республика	+						+	+		+	+
Ульяновская область	+					+	+		+		+
Хабаровский край	+	+				+	+				+
Ханты-Мансийский автономный округ – Югра	+	+	+				+		+		+
Челябинская область		+					+				
Чеченская Республика	+	+		+			+	+			+
Чувашская Республика	+			+		+	+	+	+		
Чукотский автономный округ	+	+				+	+			+	
Ямало-Ненецкий автономный округ		+					+	+	+		+
Ярославская область				+		+	+		+		+

Примечание 1 / Note 1: номера групп технологий соответствуют табл. 1 / Numbers of groups of technologies correspond to tab. 1.

Примечание 2 / Note 2: субъекты приведены в алфавитном порядке / Subjects are brought in alphabetical order.

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

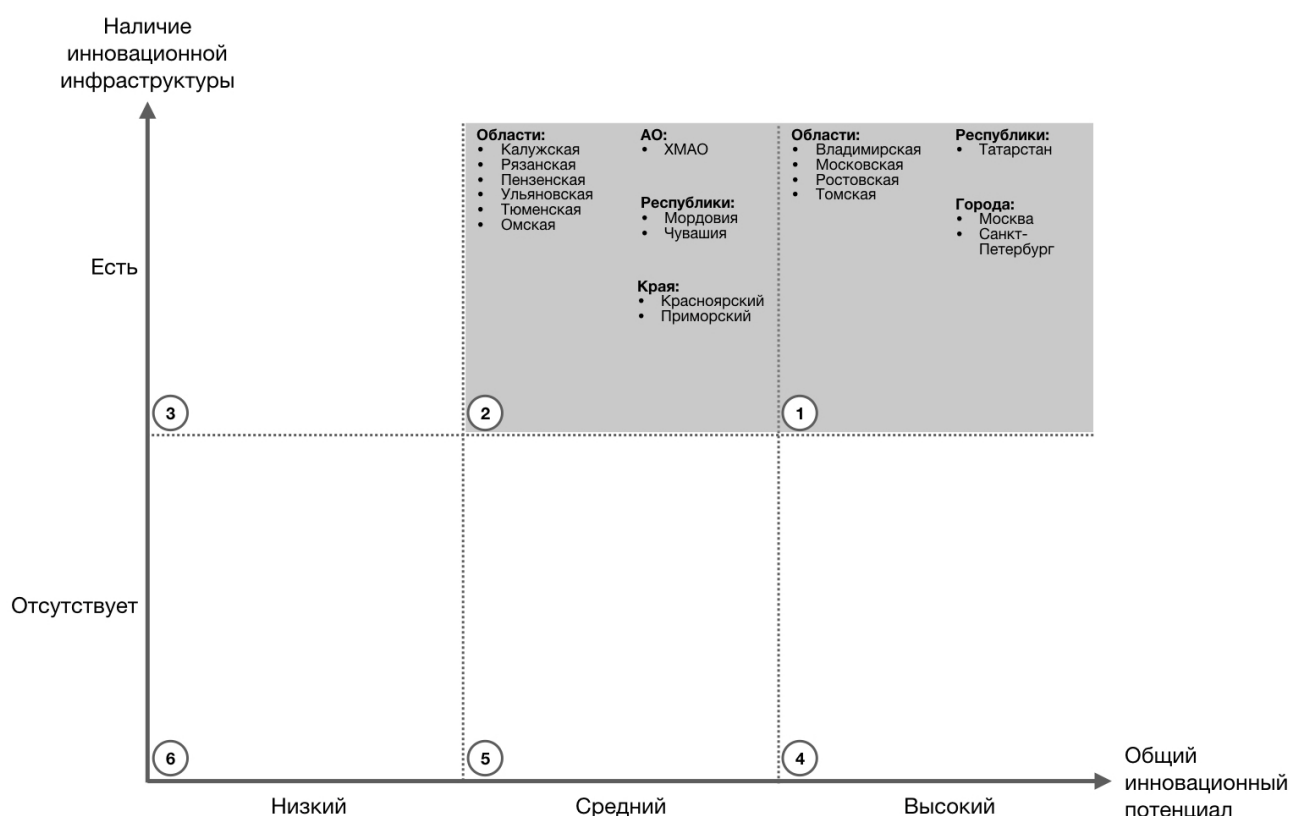


Рис. 7. / Fig. 7. Оценка перспективности развития группы «Общие технологии ТЭК» /
Perspective assessment of the development of "General FEC technologies" group

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

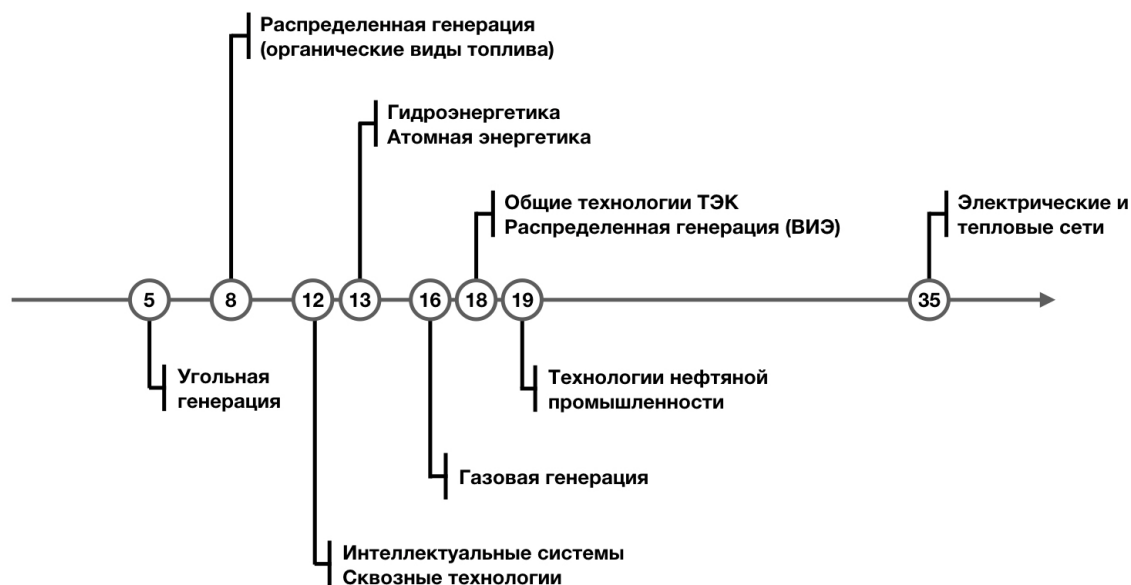


Рис. 8. / Fig. 8. Рейтинг групп инновационных энергетических технологий (составлен по количеству субъектов РФ, готовых обеспечить развитие определенной группы) / Rating of the groups of perspective energy technologies (developed by the number of RF constituents who are ready to develop a particular group)

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

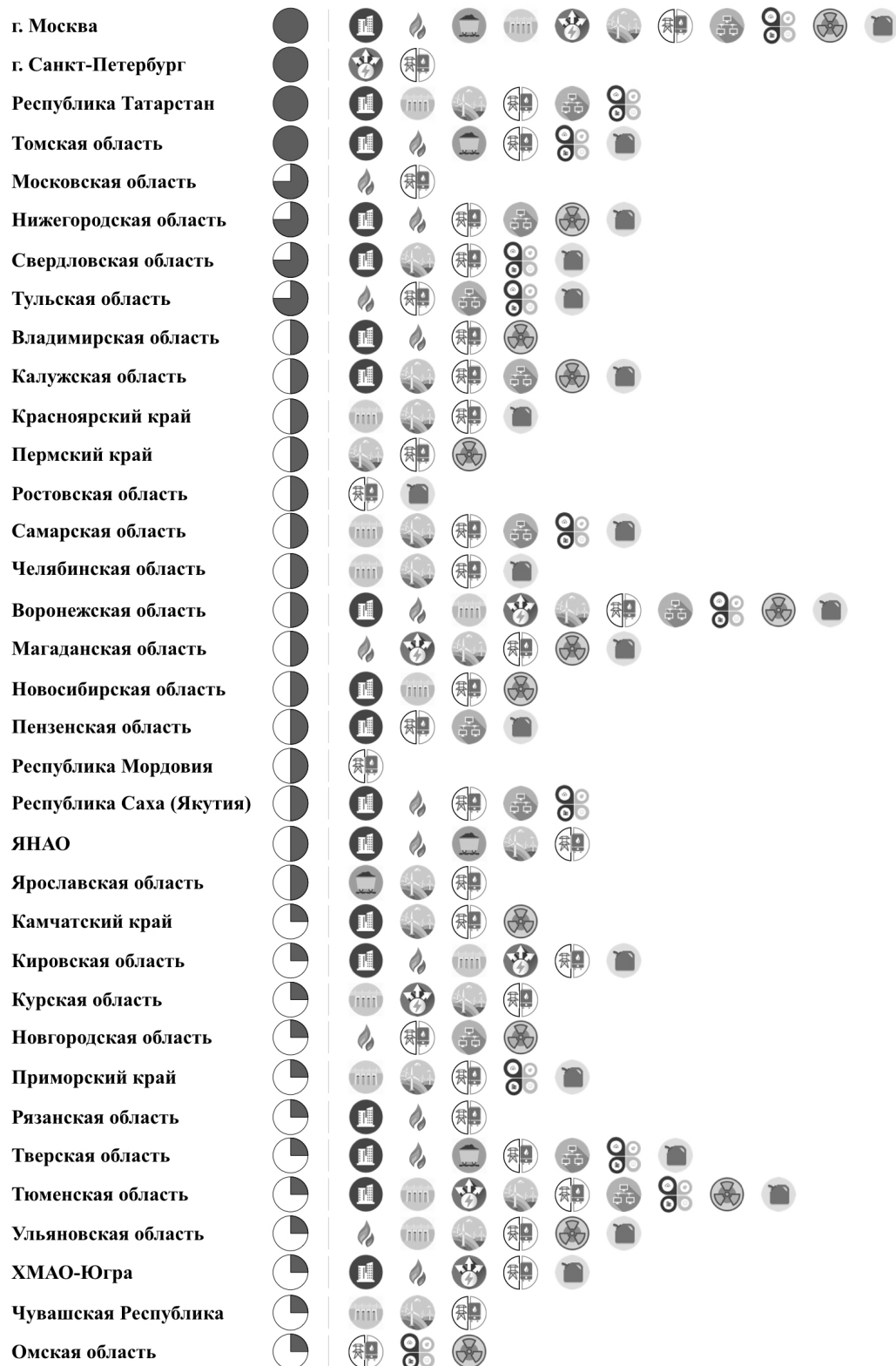


Рис. 9. / Fig. 9. Оценка потенциала субъектов РФ с точки зрения развития перспективных групп технологий / Assessment of the potential of RF constituents in the context of the development of perspective groups of technologies

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.



Рис. 10. / Fig. 10. Легенда к рисунку 9 / The legend for the figure 9

Источник / Source: разработано авторами / developed by the authors.

Выводы

Современные исследования показывают, что формирование комплексной инновационной инфраструктуры является одним из важнейших условий для развития отдельного региона. Для того чтобы инновационная инфраструктура эффективно функционировала, необходимо, чтобы все ее компоненты — производственные, финансовые, кадровые, организационные и проч., были сбалансированы. Хотя можно отметить высокий уровень интереса к данной проблеме в России, тем не менее инновационная инфраструктура используется с низкой отдачей, что связано также и с низким спросом на результаты НИОКР [51]. Рост конкурентоспособности субъекта Российской Федерации определяется уровнем его инновационного развития, что, в свою очередь, зависит от своевременного хеджирования инвестиционных и прочих видов рисков [56]. В практике известны случаи, когда недостаточное понимание готовности территории к внедрению инновационных энергетических технологий приводило к отрицательным

результатам, в том числе для местного населения и окружающей среды [57]. Благоприятная экономическая и правовая среда и серьезные инвестиции в совершенствование региональных инновационных систем способны обеспечить устойчивое развитие экономики региона [58].

В настоящем исследовании были определены сильные и слабые стороны регионов с точки зрения их инновационного потенциала и задела в сфере новых энергетических технологий, что должно не только способствовать развитию направлений государственной поддержки, но и позволит избежать необоснованных и неоправданных инвестиций. Как крупный бизнес, так и малые и средние предприятия могут опираться на результаты проведенного исследования при определении направления инвестиций и принятии решений по организации производства инновационной продукции в энергетике, поскольку результаты позволяют определить, где достаточно развита соответствующая инфраструктура и сосредоточен потенциальный спрос на те или иные группы технологий.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Bauer N., Calvin K., Emmerling J., Frisko O., Fujimori S. et al. Shared socio-economic pathways of the energy sector — Quantifying the narratives. *Global Environmental Change*. 2017;42:316–330. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.07.006
2. Порфирьев Б. Новые глобальные тенденции развития энергетики — вызовы и риски интеграции России в мировую экономику. *Проблемы прогнозирования*. 2015;(1):45–52.
3. Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*. 2015;49(5):733–751. DOI: 10.1080/00343404.2014.959481
4. Uyarra E., Flanagan K. From regional systems of innovation to regions as innovation policy spaces. *Environment and Planning C: Government and Policy*. 2010;28(4):681–695. DOI: 10.1068/c0961
5. Uyarra E., Flanagan K., Margo E., Wilson E., Sotarauta M. Understanding regional innovation policy dynamics: Actors, agency and learning. *Environment and Planning C: Politics and Space*. 2017;35(4):559–568. DOI: 10.1177/2399654417705914
6. While A., Gibbs D. From sustainable development to carbon control: eco-state restructuring and the politics of urban and regional development. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 2010;35(1):76–93. DOI: 10.1111/j.1475–5661.2009.00362.x

7. Dudin M., Frolova E., Kucherenko P., Vernikov V., Voykova N. China in innovative development of alternative energy advanced industrial technologies. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2016;6(3):537–541.
8. Абдрахманова Г., Городникова Н., Гохберг Л., Грачева Г., Забатурина И., Заиченко С., Ковалева Г., Ковалева Н., Кузнецова В., Кузнецова И., Озерова О., Ратай Т., Росовецкая Л., Сагиева Г., Фридлянова С., Фурсов К., Шува-лова О. Экономика знаний в терминах статистики: наука, технологии, инновации, образование, информа-ционное общество. М.: Экономика; 2012. 240 с.
9. Голова И., Суховой А. Инновационно-технологическое развитие промышленных регионов в условиях соци-ально-экономической нестабильности. *Экономика региона*. 2015;(1):131–144.
10. Кармышев Ю. Новые инструменты в системе государственного управления региональным инновационным развитием. *Социально-экономические явления и процессы*. 2013;(8):49–57.
11. Пашенко Ф., Дургарян И., Пашенко А. Эффективность инвестиций и инновационное развитие. *Вестник Фи-нансового университета*. 2014;(2):6–12.
12. Asheim B. T., Isaksen A. Regional innovation systems: The integration of local ‘sticky’ and global ‘ubiquitous’ knowledge. *The Journal of Technology Transfer*. 2002;27(1):77–86. DOI: 10.1023/A:1013100704794
13. Frank A., Gerstlberger W., Paslauskis W., Lerman L., Ayala N. The contribution of innovation policy criteria to the development of local renewable energy systems. *Energy Policy*. 2018;115:353–365. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.01.036
14. Isaksen A., Normann R., Spilling O. Do general innovation policy tools fit all? Analysis of the regional impact of the Norwegian Skattefunn scheme. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2017;6(6). DOI: 10.1186/s13731–017–0068-x
15. Müller M., Stämpfli A., Dold A., Hammer T. Energy autarky: A conceptual framework for sustainable regional development. *Energy Policy*. 2011;39(10):5800–5810. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.04.019
16. Rondé P., Hussler C. Innovation in regions: What does really matter? *Research Policy*. 2005;34(8):1150–1172. DOI: 10.1016/j.respol.2005.03.011
17. Александров В. Программы инновационного развития госкомпаний электроэнергетической отрасли: инициация, формирование, реализация. *Экономический журнал Высшей школы экономики*. 2013;17(2):301–322.
18. Епифанов В., Назаренко Д., Карпова В. Формирование инновационной инфраструктуры как фактор разви-тия энергетических предприятий. *Транспортное дело России*. 2013;(6–2):49–50.
19. Капитонов И., Шулу А. Внедрение современных технологий в отечественном ТЭК как фактор инновацион-ного развития российской экономики. *Вестник НИИЭИ*. 2016;(11):58–65.
20. Ahmad S., Mat Tahar R. Selection of renewable energy sources for sustainable development of electricity generation system using analytic hierarchy process: A case of Malaysia. *Renewable Energy*. 2014;63:458–466. DOI: 10.1016/j.renene.2013.10.001
21. Kyriakopoulos G., Arabatzis G. Electrical energy storage systems in electricity generation: Energy policies, innovative technologies, and regulatory regimes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;56:1044–1067. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.046
22. Ozturk M., Emre Yuksel Y. Energy structure of Turkey for sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;53:1259–1272. DOI: 10.1016/j.rser.2015.09.087
23. Sidorova N., Repina I., Timchenko V. Priority directions of innovative development of Russian fuel and energy complex on global investment market. *SHS Web of Conferences*. 2017;35(01066). DOI: 10.1051/shsconf/20173501066
24. Безруков Л. Институциональный фактор межрегиональных диспропорций России (на примере Сибири). *Ре-гиональные исследования*. 2018;(2):79–88.
25. Клещ В. Социально-экономическая неравномерность развития субъектов Северо-западного Федерального округа в 2000–2015 годах. *Региональные исследования*. 2018;(1):126–134.
26. Мяззлец А., Черкашин А. Пространственные и временные индикаторы для сравнения условий развития экономики регионов России. *Региональные исследования*. 2018;(3):22–31.
27. Орлова И. Дифференциация Сибирских регионов по уровню агроэкономического потенциала и интенсив-ности аграрного развития. *Региональные исследования*. 2016;(3):40–49.
28. Волощенко К., Федоров Г. Перспективные направления институциональных изменений в сельском хозяй-стве Калининградской области. *Региональные исследования*. 2018;(2):89–100.

29. Abas N., Kalair A., Khan N. Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*. 2015;69:31–49. DOI: 10.1016/j.futures.2015.03.003
30. Aneke M., Wang M. Energy storage technologies and real life applications — A state of the art review. *Applied Energy*. 2016;179:350–377. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.06.097
31. Cho J., Jeong S., Kim Y. Commercial and research battery technologies for electrical energy storage applications. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2015;48:84–101. DOI: 10.1016/j.pecs.2015.01.002
32. Gungor V., Sahin D., Kocak T., Ergut S., Bucella C., Cecati C., Hancke G. Smart grid technologies: Communication technologies and standards. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2011;7(4):529–539. DOI: 10.1109/TII.2011.2166794
33. Krishnamurti T., Schwartz D., Davis A., Fischhoff B., de Bruin W., Lave L., Wang J. Preparing for smart grid technologies: A behavioral decision research approach to understanding consumer expectations about smart meters. *Energy Policy*. 2012;41:790–797. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.11.047
34. Lombardi L., Carnevale E., Corti A. A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste. *Waste Management*. 2015;37:26–44. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.11.010
35. Luo X., Wang J., Dooner M., Clarke J. Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. *Applied Energy*. 2015;137:511–536. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.09.081
36. Tuballa M., Abundo M. A review of the development of Smart Grid technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;59:710–725. DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.011
37. Uihlein A., Magagna D. Wave and tidal current energy — A review of the current state of research beyond technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;58:1070–1081. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.284
38. Wang J., Huang A., Sung W., Liu Y., Baliga J. Smart grid technologies. *IEEE Industrial Electronics Magazine*. 2009;3(2):16–23. DOI: 10.1109/MIE.2009.932583
39. Zhang F., Zhao P., Niu M., Maddy J. The survey of key technologies in hydrogen energy storage. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2016;41(33):14535–14552. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2016.05.293
40. Romer P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 1986;94(5):1002–1037. DOI: 10.1086/261420
41. Hansen M., Birkinshaw J. The innovation value chain. *Harvard Business Review*. 2007;85(6):121–130.
42. Маркова Е. Кластеризация как фактор инновационного развития региона. *Социально-экономические явления и процессы*. 2013;(12):87–89.
43. Parakhina V., Boris O., Midler E. Evaluation of innovative regional development Russia. *Asian Social Science*. 2015;11(5):201–207. DOI: 10.5539/ass.v11n5p201
44. Егоров Н., Ковров Г., Павлова С. Инновационное развитие регионов северо-востока России. *Инновации*. 2010;(10):65–76.
45. Агаметова О. Региональная инновационная инфраструктура: актуальные проблемы развития. *Проблемы развития территории*. 2013;(3):42–51.
46. Бельченко О., Кожевникова Т., Саяпин А. Подходы к оценке инновационного уровня развития регионов. *Социально-экономические явления и процессы*. 2012;(4):10–14.
47. Беляева Ю., Тимонин А. Сравнительная характеристика методик анализа инновационного развития региона. *Вестник Костромского государственного университета им. Н.А. Некрасова*. 2013;19(4):49–53.
48. Герасимов А. Инновационный потенциал как основа экономического развития регионов России. *Бизнес в законе*. 2011;(6):296–299.
49. Киселева Н., Иванов Н. Оценка уровня инновационного развития региона. *Terra Economicus*. 2013;11(2–2):76–79.
50. Образцова Н. Методика оценки эффективности развития инновационной инфраструктуры региона (оценка потенциала инновационной деятельности субъектов малого и среднего предпринимательства). *Вестник Ленинградского государственного университета им. А.С. Пушкина*. 2012;6(3):100–106.
51. Терехова С. Инновационная инфраструктура в регионе: проблемы и направления развития. *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2014;(6):199–212.
52. Gossling T., Rutten R. Innovation in regions. *European Planning Studies*. 2007;15(2):253–270. DOI: 10.1080/09654310601078788

53. Cosmi C., Dvarioniene J., Marques I., Di Leo S., Gecevicius G. et al. A holistic approach to sustainable energy development at regional level: The RENERGY self-assessment methodology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;49:693–707. DOI: 10.1016/j.rser.2015.04.094
54. Luthra S., Kumar Mangla S., Kharb R. Sustainable assessment in energy planning and management in Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;47:58–73. DOI: 10.1016/j.rser.2015.03.007
55. Padmore T., Gibson H. Modelling systems of innovation: II. A framework for industrial cluster analysis in regions. *Research Policy*. 1998;26(6):625–641. DOI: 10.1016/S 0048–7333(97)00038–3
56. Фридман Ю., Речко Г., Алексеенко Э., Лямин А., Оськина Н. Инновационная модель развития регионов: идентификация рисков. *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2011;(6):101–107.
57. Katsaprakakis D., Christakis D. The exploitation of electricity production projects from Renewable Energy Sources for the social and economic development of remote communities. The case of Greece: An example to avoid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;54:341–349. DOI: 10.1016/j.rser.2015.10.029
58. Локтев А., Меньщикова В. Устойчивое развитие экономики региона: основные условия и механизм обеспечения. *Социально-экономические явления и процессы*. 2012;(10):115–122.

REFERENCES

1. Bauer N., Calvin K., Emmerling J., Frisko O., Fujimori S. et al. Shared socio-economic pathways of the energy sector — Quantifying the narratives. *Global Environmental Change*. 2017;42:316–330. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2016.07.006
2. Porfir'ev B. New global trends in energy power development — challenges and risks for the Russia integration into the world economy. *Problemy prognozirovaniya = Studies on Russian Economic Development*. 2015;(1):45–52. (In Russ.).
3. Boschma R. Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*. 2015;49(5):733–751. DOI: 10.1080/00343404.2014.959481
4. Uyarra E., Flanagan K. From regional systems of innovation to regions as innovation policy spaces. *Environment and Planning C: Government and Policy*. 2010;28(4):681–695. DOI: 10.1068/c0961
5. Uyarra E., Flanagan K., Margo E., Wilson E., Sotarauta M. Understanding regional innovation policy dynamics: Actors, agency and learning. *Environment and Planning C: Politics and Space*. 2017;35(4):559–568. DOI: 10.1177/2399654417705914
6. While A., Gibbs D. From sustainable development to carbon control: eco-state restructuring and the politics of urban and regional development. *Transactions of the Institute of British Geographers*. 2010;35(1):76–93. DOI: 10.1111/j.1475–5661.2009.00362.x
7. Dudin M., Frolova E., Kucherenko P., Vernikov V., Voykova N. China in innovative development of alternative energy advanced industrial technologies. *International Journal of Energy Economics and Policy*. 2016;6(3):537–541.
8. Abdrakhmanova G., Gorodnikova N., Gokhberg L., Gracheva G., Zabaturina I., Zaichenko S., Kovaleva G., Kovaleva N., Kuznetsova V., Kuznetsova I., Ozerova O., Ratay T., Rosovetskaya L., Sagieva G., Friedlianova S., Fursov K., Shuvalova O. Economics of knowledge in statistics terms: Science, technologies, innovations, education, information society. Moscow: Ekonomika; 2012. 240 p. (In Russ.).
9. Golova I., Sukhovey A. Innovative-technological development of the industrial regions under socio-economic instability. *Ekonomika regiona = Economy of Region*. 2015;(1):131–144. (In Russ.).
10. Karmishev Yu. New tools in the system of public administration for the regional innovative development. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy = Social and Economic Phenomena and Processes*. 2013;8(54):49–57. (In Russ.).
11. Pashchenko F., Durgaryan I., Pashchenko A. Return of investments and innovative development. *Vestnik Finansovogo universiteta = Bulletin of the Financial University*. 2014;(2):6–12. (In Russ.).
12. Asheim B.T., Isaksen A. Regional innovation systems: The integration of local 'sticky' and global 'ubiquitous' knowledge. *The Journal of Technology Transfer*. 2002;27(1):77–86. DOI: 10.1023/A:1013100704794
13. Frank A., Gerstlberger W., Paslauskis W., Lerman L., Ayala N. The contribution of innovation policy criteria to the development of local renewable energy systems. *Energy Policy*. 2018;115:353–365. DOI: 10.1016/j.enpol.2018.01.036
14. Isaksen A., Normann R., Spilling O. Do general innovation policy tools fit all? Analysis of the regional impact of the Norwegian Skattefunn scheme. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2017;6(6). DOI: 10.1186/s13731-017-0068-x

15. Müller M., Stämpfli A., Dold A., Hammer T. Energy autarky: A conceptual framework for sustainable regional development. *Energy Policy*. 2011;39(10):5800–5810. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.04.019
16. Rondé P., Hussler C. Innovation in regions: What does really matter? *Research Policy*. 2005;34(8):1150–1172. DOI: 10.1016/j.respol.2005.03.011
17. Aleksandrov V. Programs of innovative development of state-owned enterprises within electric power sector: Initiation, formation, implementation. *Ekonomicheskii zhurnal Vysshei shkoly ekonomiki = The HSE Economic Journal*. 2013;17(2):301–322. (In Russ.).
18. Epifanov V., Nazarenko D., Karpova V. Development of innovative infrastructure as a development factor for energy companies. *Transportnoe delo Rossii = Transport Business of Russia*. 2013;(6–2):49–50. (In Russ.).
19. Kapitonov I., Shulus A. Implementation of modern technologies in domestic FEC as a factor of innovative development of Russian economy. *Vestnik NGIEI = Herald of NGIEI*. 2016;(11):58–65. (In Russ.).
20. Ahmad S., Mat Tahar R. Selection of renewable energy sources for sustainable development of electricity generation system using analytic hierarchy process: A case of Malaysia. *Renewable Energy*. 2014;63:458–466. DOI: 10.1016/j.renene.2013.10.001
21. Kyriakopoulos G., Arabatzis G. Electrical energy storage systems in electricity generation: Energy policies, innovative technologies, and regulatory regimes. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;56:1044–1067. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.046
22. Ozturk M., Emre Yuksel Y. Energy structure of Turkey for sustainable development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;53:1259–1272. DOI: 10.1016/j.rser.2015.09.087
23. Sidorova N., Repina I., Timchenko V. Priority directions of innovative development of Russian fuel and energy complex on global investment market. *SHS Web of Conferences*. 2017;35(01066). DOI: 10.1051/shsconf/20173501066
24. Bezrukov L. Institutional factor of interregional disproportions in Russia (on the example of Siberia). *Regional'nye issledovaniya*. 2018;(2):79–88. (In Russ.).
25. Kleshch V. Socio-economic discrepancy of the development of Northwestern Federal District constituents in 2000–2015. *Regional'nye issledovaniya*. 2018;1(59):126–134. (In Russ.).
26. Myadzelets A., Cherkashin A. Spatial and time indicators for the comparison of the conditions of Russian regions' economy development. *Regional'nye issledovaniya*. 2018;(3):22–31. (In Russ.).
27. Orlova I. Differentiation of Siberian regions by the level of agricultural potential and intensity of agricultural development. *Regional'nye issledovaniya*. 2016;(3):40–49. (In Russ.).
28. Voloshenko K., Fedorov G. Perspective directions of institutional changes in agriculture of the Kaliningrad region. *Regional'nye issledovaniya*. 2018;(2):89–100. (In Russ.).
29. Abas N., Kalair A., Khan N. Review of fossil fuels and future energy technologies. *Futures*. 2015;69:31–49. DOI: 10.1016/j.futures.2015.03.003
30. Aneke M., Wang M. Energy storage technologies and real life applications — A state of the art review. *Applied Energy*. 2016;179:350–377. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.06.097
31. Cho J., Jeong S., Kim Y. Commercial and research battery technologies for electrical energy storage applications. *Progress in Energy and Combustion Science*. 2015;48:84–101. DOI: 10.1016/j.pecs.2015.01.002
32. Gungor V., Sahin D., Kocak T., Ergut S., Bucella C., Cecati C., Hancke G. Smart grid technologies: Communication technologies and standards. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2011;7(4):529–539. DOI: 10.1109/TII.2011.2166794
33. Krishnamurti T., Schwartz D., Davis A., Fischhoff B., de Bruin W., Lave L., Wang J. Preparing for smart grid technologies: A behavioral decision research approach to understanding consumer expectations about smart meters. *Energy Policy*. 2012;41:790–797. DOI: 10.1016/j.enpol.2011.11.047
34. Lombardi L., Carnevale E., Corti A. A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste. *Waste Management*. 2015;37:26–44. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.11.010
35. Luo X., Wang J., Dooner M., Clarke J. Overview of current development in electrical energy storage technologies and the application potential in power system operation. *Applied Energy*. 2015;137:511–536. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.09.081
36. Tuballa M., Abundo M. A review of the development of Smart Grid technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;59:710–725. DOI: 10.1016/j.rser.2016.01.011

37. Uihlein A., Magagna D. Wave and tidal current energy — A review of the current state of research beyond technology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;58:1070–1081. DOI: 10.1016/j.rser.2015.12.284
38. Wang J., Huang A., Sung W., Liu Y., Baliga J. Smart grid technologies. *IEEE Industrial Electronics Magazine*. 2009;3(2):16–23. DOI: 10.1109/MIE.2009.932583
39. Zhang F., Zhao P., Niu M., Maddy J. The survey of key technologies in hydrogen energy storage. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2016;41(33):14535–14552. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2016.05.293
40. Romer P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*. 1986;94(5):1002–1037. DOI: 10.1086/261420
41. Hansen M., Birkinshaw J. The innovation value chain. *Harvard Business Review*. 2007;85(6):121–130.
42. Markova E. Clusterization as a factor of innovative development of the region. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy = Social and Economic Phenomena and Processes*. 2013;(12):87–89. (In Russ.).
43. Parakhina V., Boris O., Midler E. Evaluation of innovative regional development Russia. *Asian Social Science*. 2015;11(5):201–207. DOI: 10.5539/ass.v11n5p201
44. Egorov N., Kovrov G., Pavlova S. Innovative development of the north-east regions of Russia. *Innovatsii = Innovations*. 2011;(10):65–76. (In Russ.).
45. Agametova O. Regional innovative infrastructure: Current issues of development. *Problemy razvitiya territorii = Problems of Territory's Development*. 2013;(3):42–51. (In Russ.).
46. Bel'chenko O., Kozhevnikova T., Sayapin A. Approaches to the assessment of the innovative level of the regions development. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy = Social and Economic Phenomena and Processes*. 2012;(4):10–14. (In Russ.).
47. Belyaeva Yu., Timonin A. Comparison of the methods for the analysis of innovative potential of the region. *Vestnik Kostromskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.A. Nekrasova = Vestnik of Kostroma State University*. 2013;19(4):49–53. (In Russ.).
48. Gerasimov A. Innovative potential as a basis for the economic development of Russian regions. *Biznes v zakone = Business in Law*. 2011;(6):296–299. (In Russ.).
49. Kiseleva N., Ivanov N. Assessment of the innovation region development level. *Terra Economicus*. 2013;11(2–2):76–79. (In Russ.).
50. Obratsova N. Methods for the assessment of the regional innovative infrastructure efficiency (assessment of the potential of innovative activity of SMEs). *Vestnik Leningradskogo gosudarstvennogo universiteta im. A.S. Pushkina = Vestnik of Pushkin Leningrad State University*. 2012;6(3):100–106. (In Russ.).
51. Terebova S. Innovative infrastructure in the region: Problems and directions for development. *Ekonomicheskie i sotsial'nye peremeny: fakty, tendentsii, prognoz = Economic and Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2014;(6):199–212. (In Russ.).
52. Gossling T., Rutten R. Innovation in regions. *European Planning Studies*. 2007;15(2):253–270. DOI: 10.1080/09654310601078788
53. Cosmi C., Dvarioniene J., Marques I., Di Leo S., Gecevicius G. et al. A holistic approach to sustainable energy development at regional level: The RENERGY self-assessment methodology. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;49:693–707. DOI: 10.1016/j.rser.2015.04.094
54. Luthra S., Kumar Mangla S., Kharb R. Sustainable assessment in energy planning and management in Indian perspective. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015;47:58–73. DOI: 10.1016/j.rser.2015.03.007
55. Padmore T., Gibson H. Modelling systems of innovation: II. A framework for industrial cluster analysis in regions. *Research Policy*. 1998;26(6):625–641. DOI: 10.1016/S 0048–7333(97)00038–3
56. Fridman Yu., Rechko G., Alekseenko E., Lyamin A., Os'kina N. Innovative model for development of the regions: risks identification. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta = Vestnik of Kuzbass State Technical University*. 2011;(6):101–107. (In Russ.).
57. Katsaprakakis D., Christakis D. The exploitation of electricity production projects from Renewable Energy Sources for the social and economic development of remote communities. The case of Greece: An example to avoid. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016;54:341–349. DOI: 10.1016/j.rser.2015.10.029
58. Loktev A., Men'shikova V. Sustainable development of the regional economy: Main conditions and facilitating mechanism. *Sotsial'no-ekonomicheskie yavleniya i protsessy = Social and Economic Phenomena and Processes*. 2012;(10):115–122. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Ирина Олеговна Волкова — доктор экономических наук, зав. кафедрой общего и стратегического менеджмента, НИУ ВШЭ, Москва, Россия

iovolkova@hse.ru

Егор Дмитриевич Бурда — ассистент кафедры общего и стратегического менеджмента, НИУ ВШЭ, Москва, Россия

yburda@hse.ru

Елизавета Владимировна Гаврикова — ассистент кафедры общего и стратегического менеджмента, НИУ ВШЭ, Москва, Россия

egavrikova@hse.ru

Алексей Викторович Конев — директор по инновациям, Российское энергетическое агентство Минэнерго России, Москва, Россия

Konev@rosenergo.gov.ru

ABOUT THE AUTHORS

Irina O. Volkova — Dr. Sci. (Econ.), Head of General and Strategic Management Department, NRU HSE, Moscow, Russia

iovolkova@hse.ru

Yegor D. Burda — Teaching Assistant of General and Strategic Management Department, NRU HSE, Moscow, Russia

yburda@hse.ru

Elizaveta V. Gavrikova — Teaching Assistant of General and Strategic Management Department, NRU HSE, Moscow, Russia

egavrikova@hse.ru

Alexey V. Konev — Director for Innovations, Russian Energy Agency of Minenergo of Russia, Moscow, Russia

konev@rosenergo.gov.ru

Заявленный вклад авторов:

Волкова И.О. — научное руководство исследованием, основанном на авторских моделях оценки условий для развития перспективных энергетических технологий и общего уровня инновационного потенциала субъектов Российской Федерации.

Бурда Е.Д. — сбор, анализ и обобщение данных для проведения исследования.

Гаврикова Е.В. — сбор, анализ и обобщение эмпирических данных.

Конев А.В. — интерпретация результатов исследования, выводы и рекомендации.

The declared contribution of the authors:

Volkova I.O. — scientific guidance based on the author's models for the assessment of conditions for the development of perspective energy technologies and general level of innovative potential of the constituents of Russian Federation.

Burda Y.D. — review, analysis and integration of the previous studies, data collection for the research.

Gavrikova E.V. — review, analysis and integration of the empirical data.

Konev A.V. — interpretation of the results of the study, conclusions and recommendations.

Статья поступила 04.11.2018; принята к публикации 10.01.2019.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

The article was received 04.11.2018; accepted for publication 10.01.2019.

The authors read and approved the final version of the manuscript.