

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ДРУЖБЫ НАРОДОВ
ИМЕНИ ПАТРИСА ЛУМУМБЫ»

На правах рукописи

Березин Андрей Эдуардович

**РОЛЬ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ
В ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ:
МИРОВОЙ ОПЫТ И РОССИЯ**

Специальность: 5.2.5. Мировая экономика
5.2.3. Региональная и отраслевая экономика
(экономика промышленности)

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени кандидата экономических наук

Научный руководитель:
доктор экономических наук, профессор
Матюшок Владимир Михайлович

Научный руководитель:
доктор экономических наук, доцент
Ратнер Светлана Валерьевна

Москва – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ	14
1.1. Теоретические основы энергоэффективности и ее динамика в мировой экономике	14
1.2. Типы государственно-частных партнерств как механизма повышения энергоэффективности мировой экономики	32
1.3. Теоретические и методические вопросы реализации ГЧП-проектов в области энергоэффективности	53
ГЛАВА 2. МИРОВОЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО- ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ	78
2.1. Факторы развития ГЧП в области повышения энергоэффективности в ЕС, США и Китае	78
2.2. Макроэкономические факторы развития ГЧП в секторе энергетики в развивающихся странах	93
2.3. Оценка вклада ГЧП-проектов в рост энергоэффективности: сравнение показателей стран ЕАЭС и других развивающихся стран	102
ГЛАВА 3. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ НА БАЗЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ	116
3.1. Особенности реализации российских энергоэффективных ГЧП-проектов в условиях санкционного давления и их прогнозирование в секторе природного газа	116
3.2. Возможности реализации российского внешнеэкономического потенциала в сфере энергоэффективности в форматах БРИКС и ЕАЭС с использованием механизмов ГЧП	130
3.3. Рекомендации по повышению энергоэффективности экономики РФ с использованием механизмов ГЧП	145
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	157
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	159
ПРИЛОЖЕНИЕ	172

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Проблема повышения энергоэффективности мировой экономики в последние годы приобрела особую остроту что связано, с растущими потребностями человечества в энергоресурсах, а также необходимостью повышения конкурентоспособности продукции, снижения затрат на топливо на транспорте и для энергетических компаний, коммунальных расходов для населения. Согласно прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), увеличение темпов улучшения энергоемкости ВВП, как показателя энергоэффективности в мире, с 2 до 4 % к 2030 г. позволит сократить глобальное потребление энергии в объеме, эквивалентном годовому потреблению энергии Китаем, суточное потребление нефти в мире – на 30 млн баррелей, что примерно в три раза больше суточной добычи нефти в России, а годовое потребление газа – на 650 млрд куб метров. Кроме того, это позволит сократить выбросы углерода в атмосферу на 5 Гт в год, что составляет около трети от объема, необходимого для достижения нулевых выбросов в 2050 г.¹ На повышение энергоэффективности направлены такие инициативы, как Закон США о снижении инфляции, План ЕС REPowerEU, японский план зеленой трансформации (GX) и др. По оценкам МЭА, глобальные инвестиции в энергоэффективность в 2022 г. достигли очередного рекорда и составили 560 млрд долл. США².

Особую остроту проблема энергообеспеченности и энергоэффективности приобретает для развивающихся стран, в которых, по данным МЭА, 1,2 млрд человек не имеют доступа к электричеству и к другим современным видам энергии. Энергетический голод и низкая

¹ IEA, 7th Annual Global Conference on Energy Efficiency: The value of urgent action on energy efficiency, June 2022. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ed712b4-32a3-4934-9050-d97a83a45a80/Thevalueofurgentaction-7thAnnualGlobalConferenceonEnergyEfficiency.pdf>.

² Energy Efficiency 2022 // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022>.

энергоэффективность экономики в Африке и других развивающихся странах не позволяют использовать их богатый потенциал для целей развития.

Усилия различных государств по повышению энергоэффективности на практике чаще всего реализуются при помощи крупных проектов в форме государственно-частного партнерства (ГЧП), которые имеют ряд особенностей и оказывают серьезное воздействие как на экономику отдельных стран, так в целом и на систему мирохозяйственных связей. В частности, на африканском континенте механизмы ГЧП активно используются для роста энергообеспеченности и энергоэффективности в 43 странах в проектах по солнечной генерации, развитию газовой инфраструктуры, ветровой генерации и гидрогенерации. Проекты ГЧП по повышению энергоэффективности способствуют развитию международного научно-технического сотрудничества, так как часто реализуются с участием крупных международных высокотехнологичных компаний, в том числе корпораций стран БРИКС, включая российские энергетические компании, которые уже осуществляют проекты в развивающихся странах.

Для России в современных условиях экономической нестабильности, внешних вызовов и угроз, жесточайших экономических санкций повышение энергетической эффективности имеет особое значение. В Комплексной государственной программе (КГП) РФ «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности», утвержденной Постановлением Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. № 1473, отмечается, что «в 2015-2021 гг. среднегодовые темпы снижения энергоемкости ВВП РФ составили 0,6 %, отставая от среднеевропейских темпов в 5,4 раза и от среднемировых в 3,1 раза». В КГП установлена цель по снижению энергоемкости ВВП РФ на 35 % в 2035 г. по отношению к уровню 2019 г. Для реализации проектов в области энергосбережения и энергоэффективности в КГП предусматривается устранение барьеров для активизации ГЧП, привлечения внебюджетных инвестиций, в том числе посредством увеличения концессий и энергосервисных контрактов. Рост энергоэффективности производства и

повышение конкурентоспособности ряда отраслей промышленности, как ожидается, создаст условия для расширения участия отечественных энергетических компаний в реализации проектов ГЧП в развивающихся странах.

Все вышеизложенное обусловило *актуальность* выбранной темы научного исследования.

Степень научной разработанности темы исследования.

Теоретические основы ГЧП были заложены Н. Leibenstein в 1966 г. и развиты F. Ahwireng-Obeng, S. U. Bajwa, M. Beck, J. Delmon, R. Ma, J. P. Mokgohlwa, G. Sheppard, E.R. Yescombe, О. В. Ивановым, М. В. Клиновой и др.

Проблемы повышения энергетической эффективности были изучены в работах С. Blumstein, S. DeCanio, A. Jaffe, J. Painuly, B. Reddy, R. Stavins, S. Sorrell, И. А. Башмакова, Л. Ю. Богачковой, В. В. Бушуева, М. В. Черняев, О. В. Иншакова, Е. Ю. Камчатовой, С. В. Ратнер и др.

Большой вклад в развитие проблематики финансового сопровождения проектов энергосферы, в том числе и с государственным софинансированием, внесли такие авторы, как И. В. Андропова, В. Г. Варнавский, Е. Г. Гущина, Н. Ю. Бадрак, Е. Б. Завьялова, О. В. Иванов, Т. Н. Седаш, И. Н. Ткаченко, П. А. Левчаев, М. Ф. Яковина, Е. И. Васильева, М. В. Минина, О. Б. Скрипник, А. В. Фролов, И. З. Ярыгина, С.А. Некрасов и др.

Несмотря на широкий перечень научных трудов и специальной литературы, посвященных решению проблемы энергосбережения и энергетической эффективности, проблема повышения энергоэффективности с использованием механизмов ГЧП исследована недостаточно. В условиях санкций против Российской Федерации и государственной политики импортозамещения эта проблема вообще пока не была рассмотрена.

Глубина, масштабность, актуальность рассматриваемой проблемы, ее возрастающая практическая значимость в системе мирохозяйственных связей и в современных российских условиях определили цель, задачи, объект и предмет настоящего исследования.

Целью диссертационного исследования является исследование и обобщение международного опыта повышения энергоэффективности национальных экономик с использованием механизмов ГЧП для выработки предложений по повышению энергоэффективности экономики РФ.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие **задачи**:

1) раскрыть сущностные характеристики энергоэффективности, ее динамику и влияние на систему мирохозяйственных связей;

2) на основе опыта реализации ГЧП проектов в США, ЕС, Китае, Швеции и других странах уточнить теоретические вопросы и механизмы реализации проектов государственно-частного партнерства в области зеленой энергетики и энергоэффективности; показать основные барьеры для их реализации;

3) исследовать макроэкономические факторы, стимулирующие развитие ГЧП в области энергоэффективности, исследовать влияние проектов ГЧП в энергетической сфере на динамику энергоэффективности мировой экономики;

4) провести разбиение развивающихся стран на кластеры по схожести технологической структуры ГЧП проектов; определить наиболее вероятные стратегии формирования ГЧП проектов для каждого кластера;

5) раскрыть роль международного сотрудничества в повышении результативности проектов ГЧП в энергетической сфере; разработать методику оценки уровня развития ГЧП с учетом качества и результативности интеграционных процессов и других факторов для сравнения уровней развития ГЧП в странах с различными нормативно-правовыми системами;

6) раскрыть особенности реализации российских энергоэффективных ГЧП-проектов в условиях санкционного давления;

7) разработать сценарную модель прогноза реализации новых российских энергоэффективных ГЧП-проектов на примере сектора природного газа;

8) предложить рекомендации по стимулированию развития энергоэффективных технологий в России на базе государственно-частного партнерства;

9) предложить рекомендации по совершенствованию интеграционного сотрудничества в рамках БРИКС и ЕАЭС в области отбора и реализации ГЧП-проектов в сфере энергоэффективности.

Объект исследования – мировой опыт реализации ГЧП-проектов в рамках национальных и международных программ повышения энергоэффективности.

Предмет исследования – современные национальные и международные механизмы регулирования энергоэффективности на основе ГЧП и международного технологического сотрудничества и их влияние на систему мирохозяйственных связей.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности. Область исследования соответствует следующим пунктам паспорта специальности ВАК 5.2.5. Мировая экономика: п. 18 «Роль технологических факторов в развитии мирохозяйственных процессов»; п. 22 «Соотношение национальных и международных механизмов регулирования экономических процессов. Международная координация экономической политики» и пунктам паспорта специальности ВАК 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности): п. 2.12 «Государственно-частное партнерство в промышленности»; п. 2.14 «Проблемы повышения энергетической эффективности и использования альтернативных источников энергии».

Теоретической и методической основами научного исследования являются общенаучная методология, предусматривающая системный и междисциплинарный подход к исследованию, современные концепции экономической теории, такие как концепция «разрыва энергоэффективности» и концепция глобального энергетического перехода. Для решения поставленных в диссертационной работе задач были использованы методы сравнительного анализа и синтеза, системного анализа, эконометрического моделирования, дескриптивной и непараметрической статистики и др.

Нормативно-правовую базу исследования составили международные и региональные договоры, нормативно-правовые акты различных стран, серия

международных стандартов ISO 50000, а также указы Президента и постановления Правительства РФ, нормативно-правовые акты министерств и ведомств России.

Информационную базу исследования составили опубликованные официальные отчеты о развитии мировой энергетики и энергоэффективности МЭА; международные доклады об индексах устойчивого развития и экологических достижениях; отчеты о состоянии окружающей среды, содействующие развитию устойчивой и «зеленой» экономики (ЮНЕП, ООН); доклады, а также статистические данные Всемирного банка; нормативные и правовые документы по энергоэффективности и энергосбережению стран ЕС, США, Канады, Китая, России и других стран; отчеты и доклады международного партнерства по сотрудничеству в области энергоэффективности; государственные отчеты, доклады и проекты по состоянию энергосбережения и энергоэффективности Министерства энергетики России. Кроме того, это специальная научная литература: книги, монографии, научно-прикладные доклады и материалы международных научно-практических конференций, статьи в российских государственных газетах, статьи в отраслевых и специализированных научных журналах.

Научная новизна полученных результатов исследования определяется тем, что на основе обобщения мирового опыта повышения энергоэффективности национальных экономик с использованием механизма ГЧП предложен комплекс мер, направленных на повышение энергоэффективности национальной экономики Российской Федерации и на расширение участия отечественных энергетических компаний в реализации проектов ГЧП в развивающихся странах в форматах БРИКС и ЕАЭС.

Наиболее существенные научные результаты исследования, отражающие его научную новизну **по специальности 5.2.5. Мировая экономика**, состоят в следующем:

1. **Выявлены и систематизированы** сущностные характеристики мер повышения энергоэффективности в современных условиях, состоящих в

разработке национальных и наднациональных программ и стратегий повышения энергоэффективности с использованием механизмов ГЧП, активном стимулировании в этих целях научных разработок, широком использовании инновационных материалов, оборудования и технологий, внедрении международных стандартов по энергоэффективности. **Показано**, что повышение энергоэффективности приводит к существенным сдвигам в энергетических и торговых балансах стран – экспортеров и импортеров энергоресурсов, оказывает заметное влияние на мирохозяйственные процессы: темпы экономического роста, решение глобальной экологической и энергетической проблем.

2. На основе исследования опыта реализации ГЧП-проектов в рамках национальных и наднациональных программ и стратегий повышения энергоэффективности в США, Китае, ЕС, Швеции и других странах, **уточнены** теоретические и методические вопросы реализации и механизмы регулирования проектов ГЧП в области энергоэффективности и зеленой энергетики; **выявлены** основные барьеры по их реализации, для преодоления которых рекомендованы четыре основные модели реализации партнерства между государством, бизнесом и населением (ГЧНП-проекты): совместного инвестирования, информационного сотрудничества, формирования новых стимулирующих политик и смешанная модель (совместное инвестирование и информационное сотрудничество) .

3. **Выявлены и обоснованы** факторы, оказывающие влияние на интенсивность и технологическую структуру проектов ГЧП в секторе электроэнергетики и природного газа в развивающихся странах, к которым отнесены: 1) уровень дохода страны; 2) интенсивность международного сотрудничества при реализации проектов ГЧП; установлен характер зависимости между уровнем дохода страны и интенсивностью ее участия в проектах ГЧП; *выделены* кластеры развивающихся стран по схожести ГЧП-проектов по типу электрогенерации; определены наиболее вероятные стратегии формирования ГЧП-проектов для каждого кластера стран.

4. **Разработана методика** оценки уровня развития ГЧП в странах мира с учетом степени благоприятности окружающей среды, качества и результативности интеграционных процессов, степени подготовленности органов государственной власти, представителей частного сектора и уровня поддержки населения, которая в отличие от методики, рекомендованной правительством РФ, и методики расчета индекса Infrascopre, позволяет сравнивать уровни развития ГЧП в странах с различными нормативно-правовыми системами и соотносить национальные и международные механизмы регулирования экономических процессов, связанных с применением ГЧП для повышения энергоэффективности.

5. **Выявлены** возможности расширения участия отечественных энергетических компаний в реализации проектов ГЧП в развивающихся странах в форматах БРИКС и ЕАЭС в сфере энергетики и энергоэффективности. В связи с недостаточностью во многих развивающихся странах инвестиционных ресурсов и платежеспособного спроса на основе опыта Всемирного банка и ЕБРР **разработано** предложение о необходимости создания в структуре Нового банка развития БРИКС Центра компетенций ГЧП, который, не только используя свои финансовые ресурсы, но и привлекая частный капитал, поможет увеличить количество ГЧП-проектов по повышению энергоэффективности в развивающихся странах с использованием энергоэффективных технологий, разработанных в России и других странах БРИКС.

По специальности 5.2.3. Региональная и отраслевая экономика (экономика промышленности) новые научные результаты состоят в следующем:

6. **Выявлены** особенности реализации российских энергоэффективных ГЧП-проектов в секторе природного газа в условиях санкционного давления и риски реализации ГЧП-проектов в секторе. **Разработана** сценарная модель прогноза реализации новых российских энергоэффективных ГЧП-проектов в секторе природного газа для определения

потенциального объема производства и реализации СПГ. **Разработан** программный модуль для проведения анализа чувствительности российских энергоэффективных ГЧП-проектов в данном секторе к санкционным ограничениям.

7. **Предложены** рекомендации по повышению энергоэффективности экономики РФ с использованием механизмов ГЧП, мобилизующих частных инвесторов для реализации проектов по повышению энергоэффективности с учетом мирового опыта реализации ГЧП-проектов для снижения долговой нагрузки, разделения рисков осуществления проектов по повышению энергоэффективности, с учетом особенностей банковского сектора РФ, интеграции программ повышения энергоэффективности в систему Национальных проектов, нормативно-правового стимулирования энергосервисных контрактов, кластеризации банковских продуктов, создания кадрового резерва и баз знаний в области энергоэффективности.

Теоретическая значимость диссертационного исследования состоит в развитии и уточнении методологического аппарата реализации и механизмов регулирования проектов государственно-частного партнерства в сфере повышения энергоэффективности и декарбонизации национальной экономики, осуществляемых по схеме государственно-частного партнерства в условиях нарастания геополитических вызовов для реализации международного технологического сотрудничества. Отдельные теоретические положения диссертационного исследования могут быть использованы при разработке учебно-методической литературы по курсам «Мировая экономика», «Проектный анализ», спецкурсам по энергоэффективности.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования результатов федеральными и региональными органами власти в процессе инициирования проектов по поддержке развития энергоэффективных технологий по схеме государственно-частного партнерства, а также энергетическими компаниями, занимающимися

внедрением новых энергетических технологий, в том числе в областях, требующих непосредственного взаимодействия с конечными потребителями энергии.

Апробация результатов диссертационного исследования. Ключевые положения, результаты и выводы, полученные в ходе диссертационного исследования, были апробированы в выступлениях соискателя на следующих конференциях: Новые тренды, стратегии и структурные изменения в развивающихся рынках. VII Международная научная конференция. Москва, 29–31 мая 2018 г.; Oil and Gas Industry's Technological and Sustainable Development: Where Does Russia Stand?. “New Reality” and Emerging Markets at Harvard University Davis Center for Russian and Eurasian Studies 10th. Cambridge Massachusetts, 2017, April; Risk Analysis of Public-private Partnerships. The Assessment Methodology of Management's Training of Public-private Partnerships. The 10th International Days of Statistics and Economics. Prague, Czech Republic, 2016, September 8–10.

Публикации. Основные научные положения исследования отражены в 13 научных работах по теме диссертационного исследования, за последние 5 лет опубликовано 12 научных работ общим объёмом в 23,65 п.л., в том числе 4 – в ведущих журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией РФ (8,97 п.л.), 8 – в изданиях, индексируемых в WoS и SCOPUS (14,68 п.л.). Авторский вклад 67%.

Структура работы. Диссертация состоит из введения, трех глав, включающих 9 параграфов, заключения, списка использованной литературы из 189 источников и 1 приложения. Работа изложена на 175 страницах.

ГЛАВА 1. КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ

1.1 Теоретические основы энергоэффективности и ее динамика в мировой экономике

В Федеральном законе от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» приводится определение понятия энергетической эффективности как «...характеристики, отражающие отношение полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта, применительно к продукции, технологическому процессу, юридическому лицу, индивидуальному предпринимателю». В этом же документе приводится и понятие энергосбережения как «реализации организационных, правовых, технических, технологических, экономических и иных мер, направленных на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования (в том числе объема произведенной продукции, выполненных работ, оказанных услуг).

Для измерения энергоэффективности экономического агента или системы как правило используется показатель, представляющий собой отношение объема произведенной полезной продукции на единицу потребляемого энергетического ресурса (например, долл. ВВП на тонну нефтяного/угольного эквивалента или мегаджоуль). Обратным показателем к показателю энергоэффективности является показатель энергоемкости, определяемый как количество первичного потребления энергии в расчете на единицу производимой продукции.

Энергоэффективность в современной экономической ситуации является важным фактором повышения конкурентоспособности, снижения нагрузки на окружающую среду и стимулирования инновационного развития. На протяжении последних 15-20 лет практически все технологически развитые страны, в том числе и Россия, приняли государственные программы повышения энергоэффективности своих национальных экономик, стимулирующие предприятия, жилищно-коммунальный комплекс и население к активному внедрению инновационных технологий, направленных на рост энергоэффективности.

Усилия государств, компаний и населения по повышению энергоэффективности и структурной перестройке экономики привели к тому, что энергоемкость ВВП во многих странах за последние десятилетия заметно снизилась. В частности, с 1990 по 2022 г. в Китае она уменьшилась с 543 кг н.э. на тыс. долл. США ВВП до 150 кг, в США – со 189 до 99 кг, России – с 276 до 190 кг, странах ЕС – со 161 до 92 кг (рис. 1).

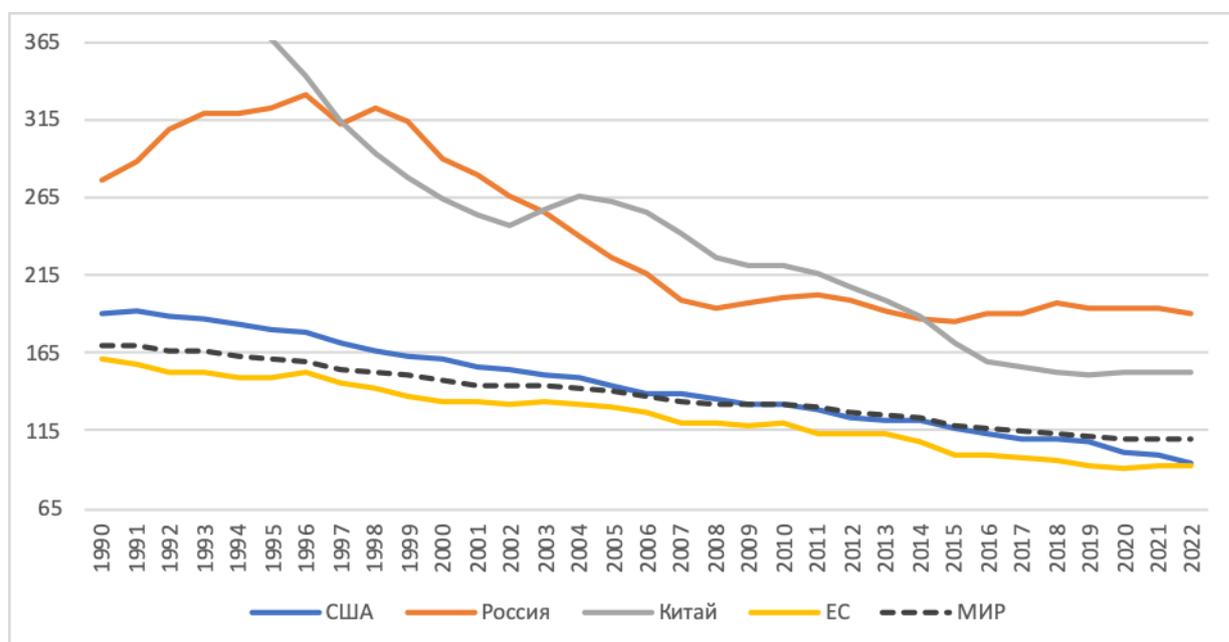


Рисунок 1 – Динамика энергоемкости ВВП США, России, Китая, ЕС и мира с 1990 по 2022 гг., кг н.э. на тыс. долл. ВВП (ППС в постоянных ценах 2017)

Источник: построено автором на основе данных Всемирного банка и МЭА. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.GD.PP.KD>

В большинстве стран – членах ЕС наблюдается рост ВВП при одновременном снижении первичного потребления энергии (рис. 2).

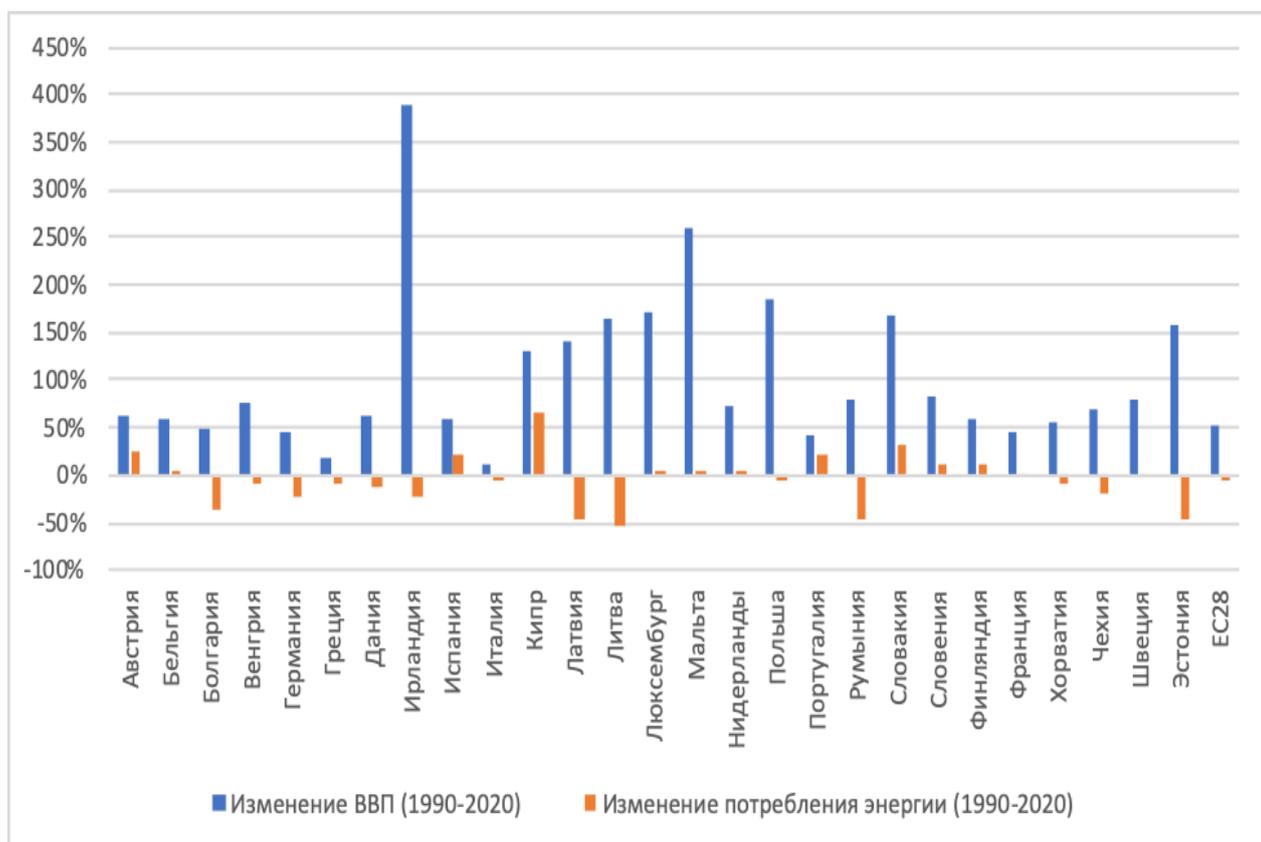


Рисунок 2 – Изменения в первичном потреблении энергии и ВВП в европейских странах и ЕС в целом в 1990–2020 гг., %

Источник: Составлено автором на основе данных World Bank Database и IEA Energy Balances.

URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.GD.PP.KD> (accessed: 15.06.2023).

Повышение энергоэффективности оказывает заметное влияние на рынок энергоресурсов. В результате расходы на потребляемую энергию, в том числе на ее импорт, существенно сокращаются. Это приносит значительные финансовые выгоды импортерам. Наибольший эффект от этих мер заметен в Китае, где экономия ресурсов в 2021 г. по сравнению с 2001 г. составила более 10 млрд т н. э., в США – 1,9 млрд т н. э., ЕС – 1,1 млрд т н. э. и в России 0,37 млрд т н. э. (рис. 3). При средней цене нефти в 85 долл. США за баррель эти

страны потратили бы дополнительно на энергоресурсы в 2021 г. по сравнению с 2001 г. более 1 трлн долл. США.

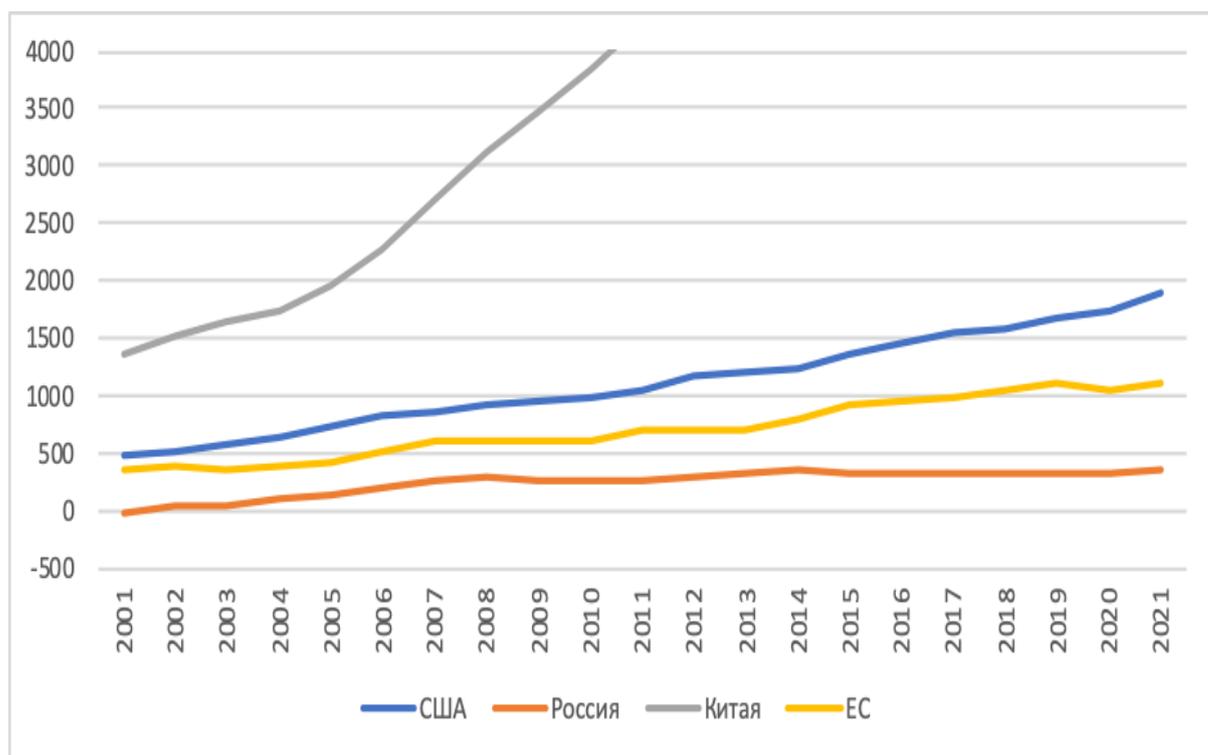


Рисунок 3 – Объем сэкономленных энергоресурсов в США, России, Китае и ЕС 2001–2021 из-за структурных изменений и энергоэффективности, млн т н.э.

Источник: составлено автором на основе данных World Bank Database и IEA Energy Balances. URL: <https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.GD.PP.KD> (accessed: 15.06.2023).

Однако динамика снижения энергоемкости ВВП в последние десятилетие была очень нестабильной (рис. 4). На это повлиял ряд факторов. Важнейший среди них, по мнению МЭА³, недостаток инвестиций в энергетику. Этот факт, а также непродуманные решения западных правительств сделали энергетическую систему гораздо более уязвимой к потрясениям, наблюдавшимся в 2022 г.

Анализ корреляции между энергоемкостью ВВП и темпами его роста показывает, что присутствует сильная обратная зависимость: для США она

³ World Energy Outlook 2022 // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (accessed: 20.06.2023).

равна (-0,99), России (-0,92), Китая (-0,82) и ЕС (-0,96). Это указывает на наличие тесной связи между повышением эффективности использования энергии и темпами экономического роста как в обозначенных странах, так и в мире в целом.

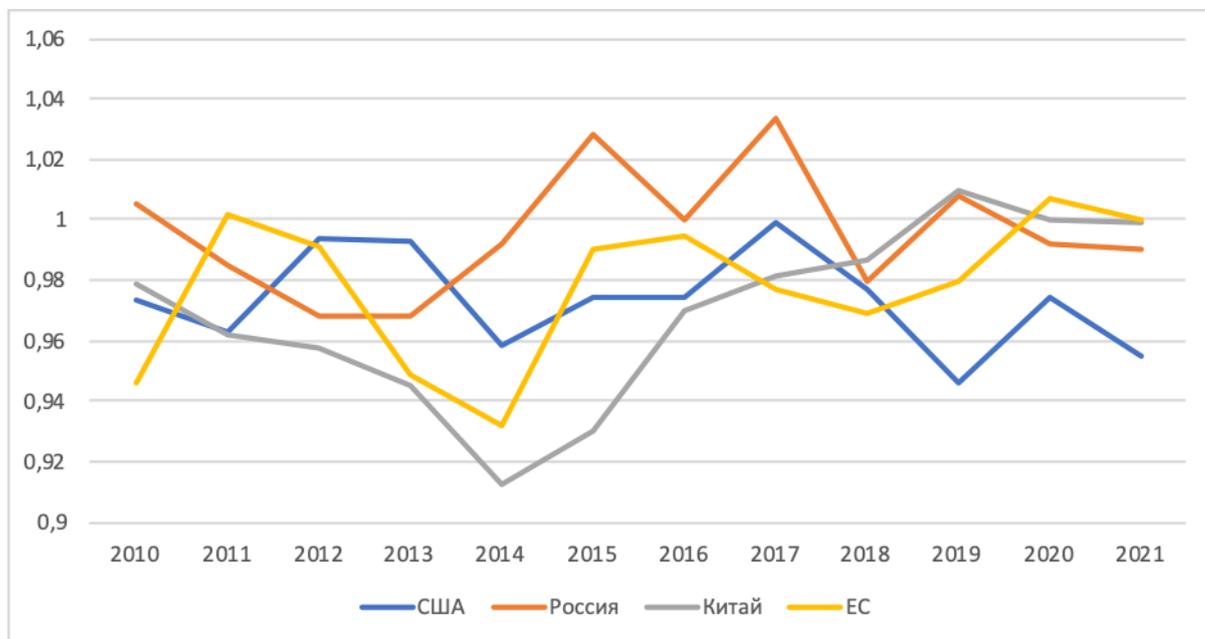


Рисунок 4 – Темпы изменения энергоёмкости ВВП России, Китая, ЕС и США в 2010–2021 гг.

Источник: построено автором на основе данных Всемирного банка и Международного Энергетического Агентства. URL:

<https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.COMM.GD.PP.KD>
(accessed: 15.06.2023).

Эффективное использование энергии также ведет к снижению выбросов углерода в атмосферу. По мнению экспертов МЭА, для перехода в энергетике к сценарию нулевого углеродного следа (NZE) до 2030 г. потребуется утроить расходы на экологически чистую энергию и инфраструктуру, а также сместиться в сторону гораздо более высоких инвестиций в страны с формирующимся рынком и развивающиеся страны⁴. На наш взгляд, плавный и безопасный переход в энергетике к этому сценарию потребует значительного увеличения потоков инвестиций как в переходную энергетику (природный газ, атомная энергетика), так и в чистую энергетику.

⁴ World Energy Outlook 2022 // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (accessed: 20.06.2023).

В последние годы поиск наиболее результативных механизмов повышения энергоэффективности актуализировался благодаря Парижскому соглашению по климату, а также амбициозным целям декарбонизации мировой экономики к 2050 году.

Высокая энергоёмкость национальной экономики в современном мире представляет собой серьёзную проблему. Сохранение тенденций экстенсивного развития ресурсоемких, в том числе, энергоёмких производств, является серьёзным препятствием на пути инновационного развития, сдерживает инновационную активность предприятий в сфере разработки и внедрения эко-инноваций, являясь антистимулом экологически-ответственного и инновационно-ориентированного поведения⁵. В свете обозначенной проблемы энергоёмкости анализ экономических и организационных аспектов для повышения энергоэффективностью является важной и динамичной областью исследований. При этом исследования путей повышения энергоэффективности связан с разными сферами научных исследований, так как эффективное использование энергоресурсов и их сбережение важны для разных уровней нашего общества и экономической системы⁶.

Концепция разрыва энергоэффективности является наиболее часто используемой теорией для описания проблемы эффективного использования энергоресурсов. Основной предпосылкой данной концепции является допущение, что в экономике может возникать разрыв между реальным и потенциальным уровнем эффективного использования энергоресурсов. В зарубежной литературе используется термин «Energy Efficiency Gap Theory». Согласно данной концепции, даже при наличии экономических стимулов и наличия необходимой энергетической базы, рыночные механизмы не всегда

⁵ Ратнер С. В., Нижегородцев Р. М. Барьеры энергоэффективности: эмпирическое исследование // Экономическая наука современной России. 2017. № 4 (79). С. 103–117.

⁶ Schumacher E. F., Kirk G. Schumacher on energy: Speeches and writings of EF Schumacher // (No Title). 1982.

могут обеспечить оптимальный уровень эффективности использования энергоресурсов⁷.

Причины, которые создают «разрыв энергоэффективности», могут иметь различную природу возникновения. Например: недостаточная конкуренция, издержки, связанные с недостатком информации обо всех заинтересованных сторонах, государственные программы поддержки с высоким уровнем бюрократизации – все вышеперечисленные причины принято называть «барьерами энергоэффективности»⁸.

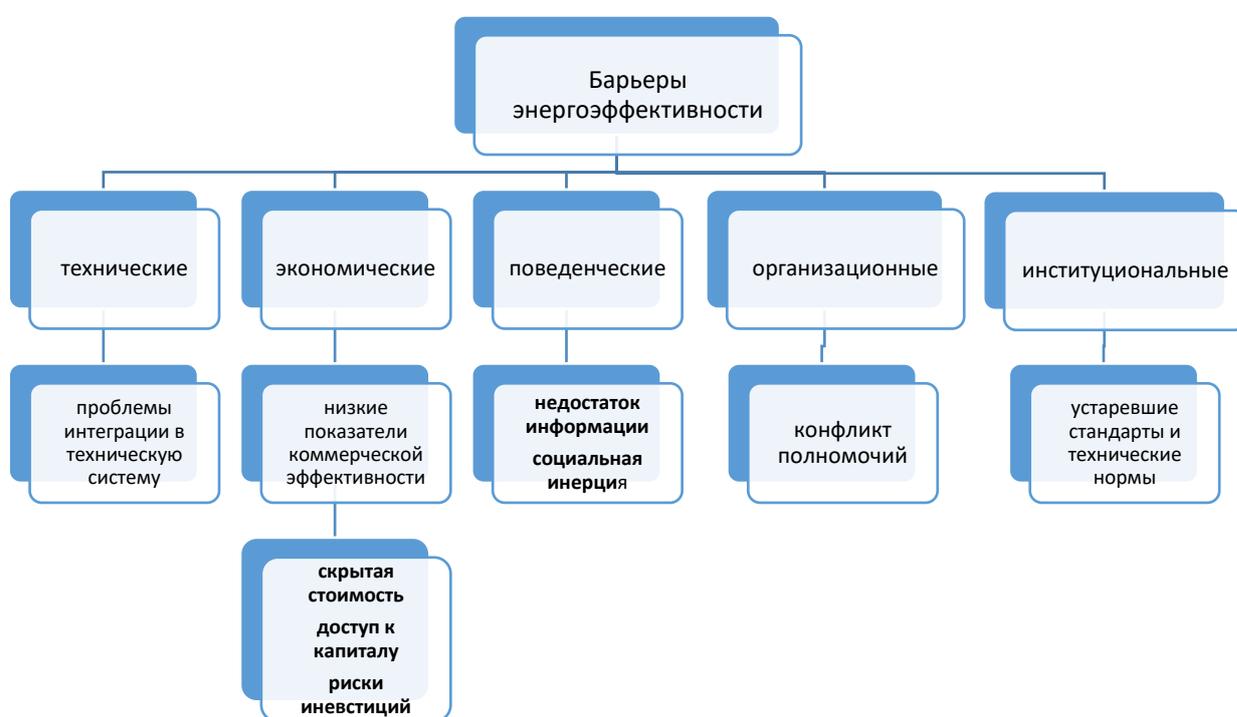


Рисунок 5 – Классификация барьеров энергоэффективности

Источник: составлено автором

В контексте проблемы диффузии энергоэффективных технологий и технологий возобновляемой энергетики к настоящему времени в литературе

⁷ Jaffe A. B., Stavins R. N. The energy-efficiency gap: what does it mean? // Energy Policy. 1994. Vol. 22, no. 10. P. 804–810.

⁸ Ratner S., Berezin A., Gomonov K., Serletis A., Sergi B. S. What is stopping energy efficiency in Russia? Exploring the confluence of knowledge, negligence, and other social barriers in the Krasnodar Region // Energy Research and Social Science. 2022. Vol. 85. P. 102412.

сложился подход, при котором все барьеры разделяют на технические, экономические, институциональные, поведенческие и организационные⁹.

К *техническим барьерам* (помимо низкой эффективности самой технологии, которая, как правило уже преодолена к моменту возникновения ситуации разрыва энергоэффективности) относят сложности интеграции новой энергоэффективной технологии в уже существующую систему энергоснабжения. Например, интеграция некоторых технологий возобновляемой энергетики в общую энергетическую систему требует значительных усовершенствований электросетей и изменений в системе энергоменеджмента¹⁰.

К *экономическим барьерам* на пути к энергоэффективности относят такие очевидные факторы, как высокие прямые затраты на энергоэффективные технологии, показатели рентабельности внедряемых новых технологий, сроки окупаемости¹¹. Некоторые авторы считают, что к экономическим барьерам стоит относить и менее очевидные факторы, такие как латентная (скрытая) стоимость внедрения технологий, неоднородность экономических агентов по модели потребления энергии, предпочтениям и финансовые возможности, а также информационный разрыв между продавцами и покупателями энергоэффективных товаров и технологий или другими словами информационную асимметрию¹²¹³¹⁴.

Понятие «Скрытой стоимости внедрения» энергоэффективных технологий связано с тем, что часть затрат, использованная при реализации

⁹ Barriers, Opportunities, and Market Potential of Technologies and Practices // The Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg3/chapter-5-barriers-opportunities-and-market-potential-of-technologies-and-practices/> (accessed: 20.06.2020).

¹⁰ Ratner S. V., Nizhegorodtsev R. M. Analysis of the World Experience of Smart Grid Deployment: Economic Effectiveness Issues // Thermal Engineering. 2018. Vol. 65, no. 6. P. 387–399.

¹¹ Mind the Gap: Quantifying Principal-Agent Problems in Energy Efficiency // OECD Library URL: https://www.oecd-ilibrary.org/energy/mind-the-gap_9789264038950-en (accessed: 02.03.2022).

¹² Nichols A. L. Demand-side management overcoming market barriers or obscuring real costs? // Energy Policy. Vol. 22, no. 10. P. 840–847

¹³ Golove W. H., Eto J. H. Market barriers to energy efficiency: a critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, 1996.

¹⁴ Jaffe A. B., Stavins R. N. The energy-efficiency gap: what does it mean? // Energy Policy. 1994. Vol. 22, no. 10. P. 804–810.

проектов, связанных с энергетической системой, может не учитываться в экономических, или инженерных исследованиях, что приводит к необходимости дополнительных расходов, которые не были учтены при составлении проекта¹⁵. Как правило, со скрытой стоимостью внедрения часто сталкиваются организации, которые занимаются реализацией проектов, связанных с возобновляемыми источниками энергии, особенно если в проекте используются новые технологии. В скрытую стоимость внедрения энергоэффективных технологий можно отнести затраты на переобучение персонала, модернизацию инфраструктуры, издержки использования новых технологий.

Ещё одна важная проблема связана с финансированием подобных проектов. Наиболее чувствительным является средний и малый бизнес, который зачастую вынужден прибегать к инструментам кредитования для реализации программ по внедрению энергосберегающих технологий, или иных программ, связанных с улучшением технологической базы предприятия.

Также необходимо учитывать, что на рынке энергоэффективных технологий может возникать такая проблема, когда одна из сторон недостаточно осведомлена о характеристиках, которые обладают те, или иные технологические решения. Подобная проблема снижает темпы прироста инвестиций на рынок энергоэффективных технологий¹⁶¹⁷. В исследовании М. Хьюитта выделяется ещё один фактор, который приводит к некорректному с рациональной точки зрения выбору энергоэффективных продуктов – это частота закупок подобных решений. А именно, предприятия производят закупки достаточно редко, поэтому осведомлённость ответственных за внедрения подобных проектов лиц со временем снижается¹⁸.

¹⁵ Nichols A. L. Demand-side management overcoming market barriers or obscuring real costs? // *Energy Policy*. Vol. 22, no. 10. P. 840–847

¹⁶ Jaffe A. B., Stavins R. N. The energy-efficiency gap: what does it mean? // *Energy Policy*. 1994. Vol. 22, no. 10. P. 804–810.

¹⁷ Curtin J. et al. Quantifying stranding risk for fossil fuel assets and implications for renewable energy investment: a review of the literature // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 116. P. 109402.

¹⁸ Hewett M. J. Achieving energy efficiency in a restructured electric utility industry // Report prepared for Minnesotans for an Energy Efficient Economy, Centre for Energy & Environment. Minneapolis, MN, 1998.

В качестве *поведенческих барьеров* стоит отметить ограничения для людей принимать полностью рациональные решения (ограниченная рациональность), ограниченный доступ к информации и как следствие - недостаток информации о новых технологиях, отсутствие доверия к источникам, предоставляющим информацию о новых энергоэффективных технологиях, ведет к неохотному внедрению новых технологий (барьер доверия)¹⁹²⁰²¹²².

Общая сложность рынка энергетических услуг приводит к тому, что ценообразование в нём не является очевидным из-за того, что на итоговую стоимость реализации проекта влияет множество факторов, характерных для конкретного рынка, или организации. Поэтому добиться оптимальных решений в полной мере невозможно, но можно снизить долю нерациональных затрат и иных издержек до удовлетворительного уровня.

Также стоит учитывать разность рыночного поведения экономических агентов в зависимости от восприятия риска или инерцию экономического поведения. Например, какие-то организации могут предпочитать инвестиции в достаточно перспективные проекты, но обладающие повышенной долей риска в сравнении с классическими решениями на рынке, которые хоть и несут в себе меньше неизвестности, но в итоге могут обойтись организации намного дороже. Подобную модель поведения важно учитывать и производителям энергоэффективных продуктов, чтобы понимать, с какой целевой аудиторией им нужно взаимодействовать наиболее активно для снижения уровня инерции у потенциальных заказчиков услуг²³.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Sorrell S. et al. Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations // Science and Policy Technology Research (SPRU), University of Sussex. Sussex, UK, 2000.

²¹ Ebrahimiagharehbaghi S., Qian Q. K., Meijer F. M., Visscher H. J. Unravelling Dutch homeowners' behaviour towards energy efficiency renovations: What drives and hinders their decision-making? // Energy Policy. 2019. Vol. 129. P. 546–561.

²² Sovacool B. K., Griffiths S. The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2019. P. 109569.

²³ Barriers, Opportunities, and Market Potential of Technologies and Practices // The Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg3/chapter-5-barriers-opportunities-and-market-potential-of-technologies-and-practices/> (accessed: 20.06.2020)

К *организационным барьерам* чаще всего относят конфликт полномочий, который не дает внедрять инновации на предприятиях с необходимой скоростью, как правило, подобные ситуации возникают при конфликте подразделения, ответственного за внедрение энергоэффективных технологий, с топ-менеджментом организации, который не всегда способен определить важность тех изменений, на которых настаивает подразделение²⁴²⁵²⁶.

Институциональные барьеры могут частично пересекаться с организационными и поведенческими. Как примеры «чистых» институциональных барьеров, выделим отставание законодательной базы, которая может регламентировать внедрение и использование классических энергетических технологий, но не учитывает новые, что может приводить к тому, что даже при наличии средств и необходимых технологий их внедрение останется под вопросом²⁷²⁸.

Преодоление барьеров энергоэффективности часто сильно затруднено или практически невозможно без формирования стимулирующих политик. Целью государственной политики в области энергоэффективности, как правило, является «...создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности»²⁹. Примеров государственных политик в области энергоэффективности на сегодняшний день достаточно много. Большинство из них комбинируют административные и рыночные меры стимулирования энергоэффективности, а также увязывают рост энергоэффективности со

²⁴ Morgan G. Images of organisation. 2nd ed. London, UK: Sage, 1997.

²⁵ Hatch M. J. Organization theory: modern, symbolic, and postmodern perspectives. Second ed. Oxford, USA: Oxford University Press, 2006.

²⁶ Maiorano J. Beyond technocracy: Forms of rationality and uncertainty in organizational behaviour and energy efficiency decision making in Canada // Energy Research & Social Science. 2018. Vol. 44. P. 385–398.

²⁷ Blumstein C. et al. Overcoming social and institutional barriers to energy conservation // Energy. 1980. Vol. 5, no. 4. P. 355-371.

²⁸ Painuly J., Reddy B. Electricity conservation programs: barriers to their implementation // Energy Sources. 1996. Vol.18, no. 3. P. 257-267

²⁹ Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (дата обращения: 15.06.2023).

снижением выбросов парниковых газов (снижением углеродоемкости). Примерами административных мер стимулирования могут быть стандарты по снижению энергопотребления, стандарты на выбросы CO₂ и стандарты энергетического портфолио³⁰. Примерами рыночных мер могут быть налогообложение «грязных» источников энергии, налогообложение выбросов и системы торговли квотами³¹.

Так, примером энергоэффективной политики может быть National Action Plan for Energy Efficiency Vision for 2025 или Национальный план действий по энергоэффективности до 2025 года (США)³², который является государственно-частной инициативой, направленной на создание устойчивой национальной приверженности к энергоэффективности посредством совместных усилий газовых и электрических компаний, регулирующих органов коммунальных служб и других организаций.

Существует множество стандартов, которые регулируют выбросы и иную антропогенную деятельность, но если рассмотреть энергетический рынок США, то можно обнаружить, что конкретные цели по сокращению потребления электроэнергии существуют только у 40% штатов, а именно речь идёт про стандарты эффективного использования энергетических ресурсов (EERS). Если мы рассмотрим стандарт портфеля ВИЭ (Renewable Portfolio Standards, RPS), то уже 58% всех штатов используют их для того, чтобы устанавливать цели по минимальным долям использования ВИЭ в каждом из штатов³³. Ещё 20% штатов прибегают к регулированию выбросов CO₂ с помощью специальной системы, которая предполагает наличие квот и налогов на выбросы. Также в США существуют и другие стандарты, которые ещё

³⁰ Ратнер С. В., Алмастьян Н. А. Рыночные и административные методы управления негативным воздействием объектов электроэнергетики на окружающую среду // Экономический анализ: теория и практика. 2015. № 16. С. 2-15.

³¹ Kruger J., Oates W. E., Pizer W. A. Decentralization in the EU emissions trading scheme and lessons for global policy. 2007.

³² National Action Plan for Energy Efficiency Vision for 2025: A Framework for Change // National Action Plan for Energy Efficiency Leadership Group. URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/vision.pdf> (accessed: 20.06.2023).

³³ Coffman M. G., Griffin J. P., Bernstein P. An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards // Energy Policy. 2012. Vol. 45. P. 122-132.

находятся в разработке, например стандарт чистой энергетики (Clean Energy Standards, CES), суть которого сводится к учёту не только возобновляемых источников электроэнергии, но также и другие источники достаточного чистой электроэнергии, которые хоть и не являются до конца зелёными, но всё же способны внести свой вклад в уменьшение антропогенного воздействия на состояние воздушной среды – атомная и газовая электроэнергия.

Примером энергоэффективной политики на территории ЕС является реализация Директивы по энергоэффективности с изменениями и дополнениями 2018 года. В рамках реализации Директивы об энергоэффективности на всей территории ЕС был принят ряд важных мер, в том числе:

- Количество зданий, которые должны ежегодно быть отремонтированы с учётом использования энергоэффективных технологий, должно быть не меньше 3% от общего государственных и муниципальных площадей
- для продажи и аренды зданий потребуется наличие сертификата об энергоэффективности;
- Раз в три года необходимо разрабатывать стратегию и план по показателям, направленным на увеличение степени энергоэффективности
- план по установке более 200 млн и 45 млн умных счётчиков для экономии потребления электроэнергии и газа;
- ежегодная экономия электроэнергии энергетическими компаниями должна находиться на уровне в 1,5% от годового объёма её продаж потребителям;
- раз в четыре года каждая крупная организация должна проходить энергоаудит;
- потребителям важно предоставлять доступ к информации о потреблении электроэнергии в текущих и прошлых периодах, информировать их о мерах, направленных на увеличение энергоэффективности;

Также ярким примером национальной программы по повышению энергоэффективности является Программа повышения энергоэффективности в Китае. Согласно данным в 2017 году более 60% энергопотребления Китая охватывалось обязательной политикой энергоэффективности - больше, чем в любой другой стране мира³⁴. Большинство пятилетних планов с 1980-х годов включали цели по энергоемкости китайской экономики. 11-й пятилетний план (на период 2006–2010 гг.) Содержал особенно строгие положения с обязательной национальной задачей по снижению энергоемкости на 20% ниже уровня 2005 г. к 2010 г.³⁵ 12-й пятилетний план (на период 2011–2015 гг.) содержал обязательную национальную цель по снижению энергоемкости на 16% ниже уровня 2010 г. к 2015 г.³⁶ 13-й пятилетний план (на период 2016–2020 гг.) содержит обязательную национальную задачу по снижению энергоемкости на 15% ниже уровня 2015 г. к 2020 г.³⁷ 14-й пятилетний план (на период 2021–2025 гг.) содержит обязательную национальную задачу по снижению энергоемкости на 13,5% ниже уровня 2020 г. к 2025 г.³⁸

Эти цели реализуются с помощью четырех основных инструментов политики: (1) годовые цели, (2) провинциальные цели, (3) государственные расходы и (4) нормативные акты и стандарты.

В рамках процесса реализации пятилетних планов Китая каждая провинция должна выполнять определенные задачи по энергоемкости. В соответствии с 13-м пятилетним планом эти цели варьируются от 17% (для восьми провинций, включая Пекин, Шанхай и Гуандун) до 10% (для Синьцзяна, Тибета и Цинхая). Процесс определения целевых показателей

³⁴ Energy Efficiency 2018 // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018> (accessed: 20.06.2020).

³⁵ CHINA: 11th Five-Year Plan (2006-2010) for National Economic and Social Development // China's National People's Congress. URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/115> (accessed: 20.06.2020).

³⁶ CHINA: 12th Five-Year Plan (2011-2015) for National Economic and Social Development // China's National People's Congress. URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/37> (accessed: 20.06.2020).

³⁷ 13th Five-Year Plan (2016–2020) for National Economic and Social Development // National Reform and Development Commission. URL: <https://en.ndrc.gov.cn/policies/202105/P020210527785800103339.pdf> (accessed: 20.06.2020).

³⁸ 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and Outline of the Vision for 2035 // National Reform and Development Commission. URL: <https://en.ndrc.gov.cn/policies/202203/P020220315511326748336.pdf> (accessed: 20.06.2020).

энергоёмкости контролируется и отражается в планах, выпускаемых советом провинции. Власти отслеживают прогресс в достижении этих целей, публикуя квартальные отчеты о результатах. Эти результаты используются для оценки эффективности работы провинциальных чиновников и включаются в систему управления эффективностью центрального правительства.

Примером международных действий по формированию согласованной энергоэффективной политики может служить Парижское соглашение по климату, рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН), подписанное в 2016 году. Формулировки соглашения обсуждались представителями 196 государств-участников на 21-й Конференции РКИК ООН в Ле Бурже (Франция) и приняты консенсусом 12 декабря 2015 года³⁹. Это соглашение по структуре является составным документом, включающем как юридические обязательства протокола ООН, так и отдельно принятые решения конвенции.

Парижское соглашение стало ответом на необходимость обновления долгосрочных стратегий стран-участниц по сокращению выбросов и достижению целей устойчивого развития; после Киотского протокола важность климат-контроля только возросла. Именно по этой причине Парижское соглашение имеет главную цель – снизить темпы повышения глобальной среднегодовой температуры и удержать ее в пределах 1,5 градусов по Цельсию от доиндустриальных значений. При превышении диапазона превышение не должно составлять более 2 градусов. Для достижения глобальной цели каждый из участников должен постараться, поэтому обязательства для каждой страны находятся на индивидуальном уровне.

По данным Мирового Института Ресурсов (World Resource Institute), большинство стран, входящих в Парижское соглашение, берут на себя определенные обязательства по сокращению выбросы парниковых газов (ПГ), которые напрямую связаны с увеличением энергоэффективности экономики,

³⁹ “Paris agreement” // United Nations. URL: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf (accessed: 20.06.2020).

а также с внедрением технологий возобновляемые источники энергии⁴⁰. В табл. 1 приводятся формулировки содержания мероприятий в области энергетики и транспорта отдельных стран группы G20, из Intended nationally determined contributions, которые свидетельствуют о том, что повышение энергоэффективности должно сыграть ключевую роль в достижении этими странами целей своих национальных климатических политик.

Таблица 1 – Мероприятия по снижению выбросов стран группы G20 в наиболее углеродоемких секторах экономики

Страна	Заявленные меры
Австралия	Исследование возможностей повысить эффективность легких и тяжелых транспортных средств
Аргентина	Более активное внедрение возобновляемой энергетики, переход на биотопливо. Развитие инфраструктуры железнодорожного транспорта, современных сервисов по контролю и взаимодействию с пассажирами и товарами, технологий, которые можно было бы использовать для оптимизации затрат, увеличения пропускной способности, скорости и качества перевозок.
Индия	Переход на энергоэффективное освещение, введение механизмов стимулирования энергоэффективных технологий в промышленности, введение стандартов энергоэффективности зданий Введение стандартов корпоративного среднего расхода топлива для автомобилей (в 2017 и 2022 гг.)
Канада	Полный отказ от угля как источника энергии, переход на природный газ и возобновляемую энергетику. Стандарты содержания биотоплива в топливной смеси. Стандарты потребления топлива для транспортных средств большой грузоподъемности после 2018 модельного года
Саудовская Аравия	Развитие системы энергоэффективного общественного транспорта в городских районах (преимущественно, метро)
Турция	Стимулирование внедрения энергоэффективных технологий в рамках национальной стратегии энергоэффективности

Источник: составлено автором по: URL:
<https://www.climatewatchdata.org/>

В России государственная политика в области энергоэффективности начала формироваться в конце нулевых годов и вошла в активную фазу с

⁴⁰ Climate Watch // United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). URL: <https://www.climatewatchdata.org/> (accessed: 01.02.2023).

принятием Федерального Закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности» в 2009 году. К настоящему времени сформирован каркас системы управления энергоэффективностью (табл.2).

Таблица 2 – Обзор нормативно-правовых актов, регламентирующих поддержку мер по повышению энергетической и экологической эффективности в РФ.

Нормативно-правовой акт	Краткое пояснение
Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики»	Определена цель — снизить к 2020 г. энергоёмкость ВВП не менее чем на 40 % от уровня 2007 г.
Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»	Создание правовых, экономических и организационных основ стимулирования энергосбережения и повышения энергетической эффективности.
Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р. В 2014 году включена в качестве подпрограммы в государственную программу «Энергоэффективность и развитие энергетики», утвержденную постановлением Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 г. № 321	Программа направлена на значительное снижение энергопотребления в экономике Российской Федерации. Первоначально планируется снизить ее на 13,5% (после коррекции и прекращения действия программы общее снижение энергоёмкости должно быть на уровне 9,41%). Не только программные инициативы должны пройти стадию успешной реализации, но и структурные изменения в экономике могут оказать существенное влияние на достижение цели, установленной в Указе Президента №889.
Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к Правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов»	С 2018 года вводится обязательное использование энергетически эффективного освещения и индивидуальных тепловых пунктов с автоматическим погодным регулированием при строительстве, реконструкции и капитальном ремонте для ряда типов зданий, строений и сооружений.

<p>Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июня 2015 г. № 600 «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности»</p>	<p>Утвержден перечень объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности. В соответствии с утвержденным перечнем предоставляются льготы в рамках налогового законодательства, способствующие более широкому использованию современных технологий в строительстве. Предусмотрены меры по стимулированию внедрения наилучших доступных технологий в производстве строительных материалов, что способствует повышению качества продукции и снижению негативного воздействия на окружающую среду.</p>
<p>Комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики в Российской Федерации, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2018 г. № 703-р</p>	<p>Устанавливает целевые показатели по динамике энергоемкости ВВП за счет технологического фактора, динамике потерь в распределительных сетях теплоснабжения и водоснабжения, динамике удельного расхода топлива при производстве тепловой и электрической энергии, динамике совокупных расходов бюджетной системы на тепловую и электроэнергию (в сопоставимых ценах) к уровню 2016 г., динамике потребления тепловой и электроэнергии многоквартирными домами (без учета нового строительства), динамике количества энергосервисных договоров в бюджетных организациях, динамике коэффициента использования мощности тепловых и электрогенерирующих объектов к уровню 2016 г. Предусматривает совершенствование нормативно-правовой базы (уточнение полномочий ведомств, показателей отчетности, порядка формирования региональных программ и т.д.) и организационно-финансовых механизмов (упрощение процедур заключения энергосервисных контрактов, (подготовка предложений по типовым банковским решениям по привлечению "зеленых финансов")</p>

Источник: составлено автором

Анализ приведенных примеров государственных политик в области энергоэффективности показывает, что они направлены на минимизацию всех

видов барьеров от технических до поведенческих и организационных. Основная цель этих мер – стимулировать частные компании к активному участию в проектах и программах, направленных на повышение энергоэффективности, инициируемых правительством. Одним из популярных способов участия бизнеса в государственных программах развития является использование механизма государственно-частного партнерства.

1.2 Типы государственно-частных партнерств как механизма повышения энергоэффективности мировой экономики

Государственно-частное партнерство часто представляется в литературе как некая организационная инновация, возникшая в Великобритании в 80-е годы прошлого века. На самом деле оно имеет более длительную историю и получило широкое распространение еще в XIX веке при реализации крупных инфраструктурных проектов. В последние десятилетия ГЧП получило широкое распространение во многих странах мира и в различных отраслях экономики. Понятия ГЧП имеют различные модификации, но наибольшее распространение получило определение ГЧП, данное Всемирным банком: «Долгосрочный договор между частной стороной и публичной стороной для предоставления государственного имущества или услуг, в которых частная сторона несет ответственность за риск и управление, и получает вознаграждение за достижение целевых показателей»⁴¹. В Федеральном законе от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»⁴² ГЧП определено как юридически оформленное на определенный срок и основанное на объединении ресурсов, распределении рисков сотрудничества публичного

⁴¹ Public-Private Partnerships Reference Guide: Version 2.0. // World Bank URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/public-private-partnerships-reference-guide-version-20> (accessed: 20.06.2023).

⁴² Федеральный закон от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/ (дата обращения: 20.06.2023).

партнера, с одной стороны, и частного партнера, с другой стороны, которое осуществляется на основании соглашения о ГЧП, заключенного в соответствии с указанным выше Федеральным законом в целях привлечения в экономику частных инвестиций, обеспечения органами государственной власти и органами местного самоуправления доступности товаров, работ, услуг и повышения их качества.

Теоретические основы ГЧП были заложены еще в работе Лейбенштейна⁴³, который ввел понятие «X-эффективности» для объяснения разницы в производительности между государственными и частными фирмами с неосязаемыми «X-факторами», такими как трудовые отношения, организационные структуры, системы стимулирования и подбор персонала. ГЧП может быть необходим правительствам и государственным фирмам для элиминирования неэффективности, возникающей в их организационных структурах. ГЧП могут повысить как объем капитала для инвестиций в инфраструктуру, так и эффективность деятельности за счет передачи опыта частного сектора⁴⁴.

Юридическая фирма DLA Piper в докладе о европейском опыте ГЧП утверждает, что структуры, используемые для ГЧП, варьируются: в некоторых странах концепция ГЧП приравнивается только к концессии, где это услуги, предоставляемые в рамках концессии, и оплачиваются населением⁴⁵. В других странах ГЧП может включать все виды аутсорсинга и совместного предприятия между государственным и частным секторами. Схожий подход к ГЧП отражен и в законодательстве РФ в уже указанном выше Федеральном законе от 13.07.2015 № 224-ФЗ и Федеральном законе от 21.07.2005 № 115-ФЗ «О концессионных соглашениях».

⁴³ Leibenstein H. Allocative efficiency vs. "X-efficiency" // The American economic review. 1966. Vol. 56, no. 3. P. 392-415.

⁴⁴ Ahwireng-Obeng F. Mokgohlwa J. P. Entrepreneurial risk allocation in public-private infrastructure provision in South Africa // South African Journal of Business Management. 2002. Vol 33, no. 4. P. 709.

⁴⁵ The European PPP report 2009 // DLA Piper. URL: <https://www.minfin.bg/upload/8976/European+PPP+Report+2009.pdf> (accessed: 20.06.2020).

ГЧП обычно включает договор между публичным и частным партнерами, в котором частная сторона создает за счет собственных капитальных вложений государственную инфраструктуру или проект и принимает на себя существенную часть финансовых, технических и операционных рисков в проекте. В некоторых типах ГЧП стоимость пользования услугой ложится исключительно на пользователя услуги, а не на налогоплательщиков. В других типах капитальные вложения производятся частным сектором на основании договора с государственным органом для обеспечения согласованных услуг. В этом случае стоимость предоставления услуги покрывается полностью или частично правительством⁴⁶.

В дополнение к государственным контрактам и концессиям эта правовая форма лучше всего подходит для крупных проектов, в которых оказанные услуги не могут быть оплачены пользователями этих услуг. ГЧП имеет преимущество в содействии быстрой реализации проектов без обременения для государственных финансов и может обеспечить более выгодное соотношение цены и качества для госсектора. Это позволяет федеральным или региональным органам власти привлекать частные фирмы для финансирования и управления государственными услугами. Как правило, государственный сектор отвечает за мониторинг и оценку качества, в то время как частный сектор несет ответственность за реализацию проекта, а также оказание услуг.

Важным международным образованием, которое способствует применению ГЧП для целей повышения энергоэффективности, является International Partnership for Energy Efficiency Cooperation⁴⁷ и целевая группа по финансированию энергоэффективности Energy Efficiency Finance Task Group (EEFTG). Согласно заявлению ООН, ГЧП является инструментом для целей

⁴⁶ An Introduction to Public-Private Partnerships 2003 // Partnerships British Columbia. URL: <http://www.partnershipsbc.ca/pdf/An%20Introduction%20to%20P3%20-June03.pdf> (accessed: 20.06.2020).

⁴⁷ About // International Partnership for Energy Efficiency Cooperation. URL: <https://www.ipeec.org/> (accessed: 20.06.2020).

устойчивого развития, в частности ЦУР 7.3 – удвоения темпа роста энергоэффективности использования энергии⁴⁸⁴⁹.

В работе EEFTG использует три принципа для определения приоритетов и увеличения инвестиций в повышение энергоэффективности в рамках ГЧП. Первый экономический принцип отмечает, что эффективное использование энергии находится в основе экономического развития так как снижаются затраты на энергетические ресурсы при сохранении товарного выпуска и создаются стимулы для повышения уровня занятости. Второй принцип сохранения окружающей среды выделяет энергоэффективность как первое топливо необходимое для 50% сокращения выбросов парниковых газов до 2035 г. для выполнения сценария сдерживания повышения температуры на уровне 2° С. Третий принцип связан с 7-й целью устойчивого развития ООН (ЦУР) – «обеспечения доступа к доступной, надежной, устойчивой и современной энергии для всех».

По инициативе EEFTG по добровольному инвестированию в повышение энергоэффективности для стран – участниц G20, основное внимание уделялось выявлению передовых методов работы с 14 странами-членами для проведения политики, стимулирующей и поддерживающей инвестиции в повышение энергоэффективности. Параллельно EEFTG сотрудничала со своими партнерами, в частности с (United Nations Environment Program – Finance Initiative, UNEP – FI)⁵⁰, в целях расширения и углубления инвестиционных обязательств в области энергоэффективности от 117 банков, которые управляют инвестиционным портфелем в размере 4 трлн. долл., включающим проекты по повышению энергоэффективности.

Деятельность EEFTG направлена на увеличение объема инвестиций в энергоэффективность. EEFTG также работает параллельно с

48 United Nations (2017) Resolution adopted by the General Assembly on 6 July 2017, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313)

49 Wang N., Ma M. Public-private partnership as a tool for sustainable development – what literatures say? // Sustainable Development, 2020. Vol 29, no. 1. P. 243–258. <https://doi.org/10.1002/sd.2127>

50 Environment Programme Finance Initiative // United Nations. URL: <https://www.unepfi.org/> (accessed: 20.06.2020).

государственными и частными финансовыми учреждениями напрямую и через партнеров для повышения осведомленности о возможных инвестициях в повышение энергоэффективности и поиска новых возможностей для добровольных инвестиций в энергоэффективность. EEF TG отмечает важность для каждого сектора экономики использовать дополнительные финансовые ресурсы, а также возможности проектного финансирования для создания синергетического эффекта за счет обмена опытом.

Другим международным институтом, продвигающим применение ГЧП для снижения барьеров энергоэффективности является Международное энергетическое агентство (МЭА). В своем докладе по «Управлению энергоэффективностью»⁵¹ МЭА отмечает важность привлечения частного сектора для реализации энергоэффективной политики и программ и подчеркивает, что государственно-частные партнерства наиболее эффективны тогда, когда они фокусируются на конкретной проблеме (т.е. являются программными), вовлекают частный сектор, а также включают формы совместного финансирования разработки и внедрения новых технологий⁵².

Согласно МЭА, основные характеристики ГЧП для финансирования энергоэффективности включают:

- договорные отношения (или соглашение) между государственным органом и частными организациями;
- распределение рисков между публичным партнером и частными партнерами, согласующееся с готовностью и способностью публичного партнера нести возлагаемые риски для того, чтобы поощрять частного партнера к привлечению финансирования;
- увеличение объема финансирования проектов по энергоэффективности;

⁵¹ Energy Efficiency Governance // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-governance> (accessed: 20.06.2020).!

⁵² Там же.

- платежи частному сектору за предоставление услуг государственному сектору.

При этом государству следует требовать от крупных промышленных предприятий и поощрять других потребителей энергии соблюдать ISO 50001⁵³ или аналогичные стандарты по энергоменеджменту, принимать меры по обеспечению экономически выгодного сбережению энергии, а предприятия промышленности должны периодически отчитываться о принятых мерах.

Меры по энергоменеджменту должны включать:

- выявление и оценку возможностей энергосбережения посредством сравнительного анализа, измерения и документирования энергопотребления;
- энергоаудит для выявления возможностей энергосбережения.

Государство должно поощрять инвестиции в энергоэффективное промышленное оборудование и процессы, вводя целевые финансовые стимулы, такие как налоговые льготы для энергоэффективных инвестиций в разных секторах экономики. Содействовать частному финансированию через ГЧП для повышения энергоэффективности в промышленности за счет разделения рисков или гарантий по кредитам с частными инвесторами и финансовыми институтами и создания условий для заключения энергосервисных контрактов.

Поскольку повышение энергоэффективности стало одним из приоритетов правительств, государственный сектор становится все более осведомленным о специфических барьерах, связанных с разработкой, финансированием и реализацией проектов по повышению энергоэффективности. Многие проекты по энергоэффективности имеют отрицательный денежный поток в течение всего срока их реализации (экономические барьеры), но у правительства нет возможности инвестировать и направлять большие объемы государственного финансирования в проекты с длинным жизненным циклом. Партнерство правительства с локальными

⁵³ISO 50001 Energy management // ISO. URL: <https://www.ipeec.org/en.html> (accessed: 01.02.2023).

финансовыми институтами (ЛФИ) и компаниями по предоставлению энергетических услуг (ЭУ) позволяет структурировать ГЧП для предоставления рыночных инструментов, ориентированных на конкретные рыночные барьеры, без необходимости применения программ прямого государственного субсидирования. Данная схема также позволяет правительствам достигать своих целей по повышению энергоэффективности, используя лишь часть государственного финансирования, которое могло бы потребоваться в случае, если бы частный сектор принимал на себя полностью финансовые и операционные риски.

На основе анализа реализованных проектов и программ повышения энергоэффективности с использованием механизмов государственно-частного партнерства в 105 странах, включая США, странах ЕС, Китае и Канаде можно утверждать, что наиболее эффективными формами взаимодействия государства и бизнеса на национальном и международном уровнях для привлечения как внешних, так и внутренних инвестиций в проектах государственно-частного партнерства являются следующие их типы:

- 1) специальные кредитные линии;
- 2) механизм распределения рисков проектов;
- 3) перформанс-контракты по энергосбережению, или энергосервисные контракты (ЭСК).

Эти три типа ГЧП используются для преодоления барьеров энергоэффективности.

Специальные кредитные линии (СКЛ) используют государственные, международные финансовые институты (МФИ) или донорские фонды для привлечения средств в локальные финансовые институты (ЛФИ) для кредитования проектов по повышению энергоэффективности. СКЛ помогают преодолеть недостаток (или отсутствие) капитала для проектов по повышению энергоэффективности. Недостаток или отсутствие капитала связаны с нехваткой опыта у ЛФИ в проектах, связанных с энергоэффективностью, а также понимания характеристик и выгод энергоэффективных проектов.

Предоставляя средства с низкой процентной ставкой для ЛФИ, государственный партнер мотивирует ЛФИ частного сектора на кредитование проектов по повышению энергоэффективности. Поскольку ЛФИ будет предоставлять кредитные средства под более высокий процент для конечного получателя, ЛФИ может получать прибыль по кредитным операциям. Соглашение между государственным и частным партнерами, как правило, требует от ЛФИ софинансировать кредиты, чтобы увеличивать объем доступных финансовых средств⁵⁴.

СКЛ означают большую степень финансирования государственного сектора, заключающуюся в том, что правительство, МФИ или донорское агентство предоставляет финансирование для частных партнеров (ЛФИ). В случае применения механизмов по разделению рисков государственный сектор обеспечивает меньшее количество финансирования, больше внимания уделяется условиям покрытия рисков.

Специальные кредитные линии наиболее применимы тогда, когда финансовый рынок не развит и ЛФИ не имеют большого портфеля проектов по энергоэффективности из-за недостатка знаний и понимания особенностей и преимуществ проектов по повышению энергоэффективности и/или ограниченной ликвидности. Программы распределения рисков становятся полезными тогда, когда финансовый рынок является более зрелым и ЛФИ готовы рассмотреть финансирование проектов по повышению энергоэффективности, но обеспокоены потенциальными рисками таких проектов. Гарантии покрытия рисков, предоставляемые государственным партнером, помогают преодолеть восприятие высокого риска и мотивируют ЛФИ осуществлять финансирование проектов по повышению энергоэффективности.

⁵⁴ Project Appraisal Document on a Proposed Loan in the Amount of US \$200 Million and a Proposed Grant from the Global Environment Facility Trust Fund in the Amount of US \$13.5 Million to the People's Republic of China in Support of the Energy Efficiency Financing Project // World Bank. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/630521468214508629/pdf/386410PAD0P08417369B01off0use0only1.pdf> (accessed: 20.06.2020).

Соглашение между государственными и частными партнерами определяет типы проектов, претендующих на финансирование. Соглашение также содержит требования по софинансированию проектов для увеличения общего размера доступного кредитного фонда.

Государственный партнер обеспечивает специальную кредитную линию по низкой процентной ставке для частных партнеров (одного или нескольких ЛФИ) (рис. 6).

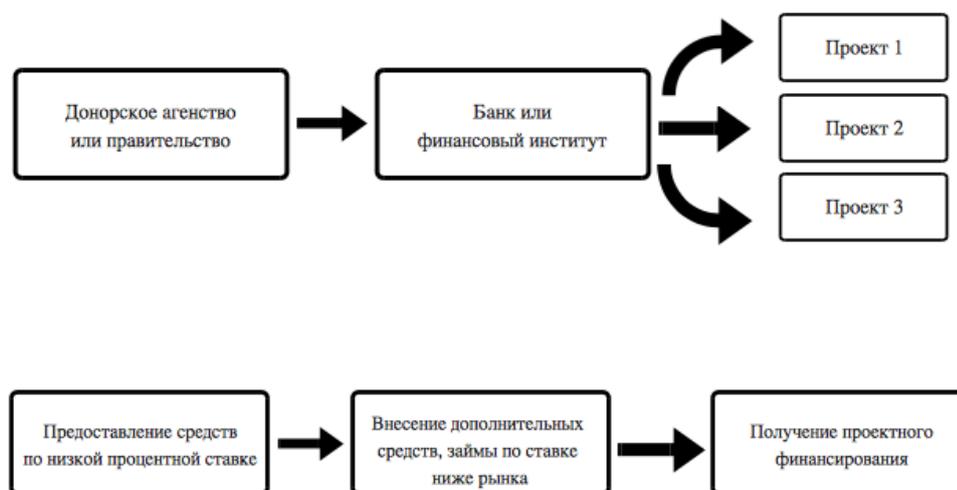


Рисунок 6 – Схема работы специальной кредитной линии
Источник: составлено автором на основании World Bank China Energy Efficiency Financing.

Так, согласно китайской программе финансирования энергоэффективности China Energy Efficiency Financing (Cheef)⁵⁵, где банки предоставляют долю средств, равную доле доноров / правительственных фондов в соотношении 1:1, а также требуют 30% инвестиционного капитала для каждого проекта. Государственный партнер имеет возможность получить коэффициент кредитного плеча в 286% в отношении средств, предусмотренных в общем объеме инвестиций в энергоэффективные проекты.

⁵⁵ China Energy Efficiency Financing II // World Bank. URL: <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P113766> (accessed: 20.06.2020).

Механизм распределения рисков проектов помогает преодолеть стереотип ЛФИ о том, что энергоэффективные проекты более рискованные, чем обычное кредитование. Восприятие высоких рисков препятствует ЛФИ осуществлять крупномасштабное коммерческое финансирование проектов по повышению энергоэффективности. При разделении рисков государственный орган предоставляет частичную гарантию, которая покрывает часть потерь при дефолте. Принимая часть рисков, государственный партнер снижает риск для ЛФИ частного сектора, тем самым мотивируя ЛФИ увеличить кредитование проектов по повышению энергоэффективности⁵⁶.

Специальные кредитные линии и механизм распределения рисков включают также техническую поддержку и наращивание потенциала для ЛФИ, чтобы расширить базу знаний для понимания проектов по повышению энергоэффективности, создать большую заинтересованность ЛФИ, с целью увеличить кредитование таких проектов, а также помочь идентифицировать проектные риски и возможности и управлять ими.

Механизм распределения рисков помогает ЛФИ частично покрыть риски кредитов проектов по повышению энергоэффективности. Распределение рисков напрямую способствует увеличению финансирования проектов по повышению энергоэффективности путем преодоления барьеров для структурирования сделок и создания потенциала ЛФИ для финансирования энергоэффективных проектов на коммерчески устойчивой основе.

Наиболее распространенными примерами разделения рисков объектов являются государственные гарантии частичного риска или частичного предоставления кредитных гарантий.

Распределение рисков помогает исполнителям энергоэффективного проекта в следующем:

- обеспечении доступа к финансированию со стороны

⁵⁶ Publicly-Backed Guarantees as Policy Instruments to Promote Clean Energy // UNEP Sustainable Energy Finance. URL: <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P113766> (accessed: 20.06.2020).

коммерческих ЛФИ;

- сокращении стоимости финансовых средств благодаря снижению уровня риска для кредитора;
- расширению грейс-периода в соответствии с проектом потоков денежных средств;
- создании долгосрочного устойчивого рынка для финансирования энергоэффективных проектов.

В целом разделение рисков обеспечивает целенаправленную техническую помощь, чтобы стимулировать поток сделок (скорость, с которой новые инвестиционные предложения предоставляются кредиторам) и поглощение финансовых продуктов. Исполнительные агентства, которые работают с механизмом распределения рисков, поддерживают ЛФИ в области маркетинга и предоставления финансовых услуг в сфере энергоэффективности, а также девелоперов проектов в подготовке проектов и инвестиционных программ. Распределение рисков используется для обеспечения коммерческого финансирования проектов энергоэффективности и снижения рисков для ЛФИ.

Разделение рисков происходит путем подписания Соглашения о гарантийном фонде (GFA) между государственным партнером (правительством или донорским агентством) и участвующими ЛФИ. GFA предназначен для покрытия части потенциальных убытков ЛФИ, и включает программы технической помощи тем самым способствуя повышению осведомленности и обучению персонала ЛФИ (рис. 7). Под GFA государственный партнер предоставляет частичную гарантию, покрывая потери по кредиту в случае дефолта. Хотя фактическая сумма или процент потери покрываемой гарантией может варьироваться, как правило, применяется гарантия 50–50 («наравне») или совместное покрытие потерь между частным и государственным партнерами. Некоторые GFA также включают «первый убыток» проекта, который поглощает высокий процент потерь (до 100%) по определенной сумме.

Участники ЛФИ подписывают соглашения с девелоперами проекта с указанием целей и условий кредитования. ЛФИ несут ответственность за обработку и оформление кредитов, а также проверку платежеспособности девелопера проекта. Государственный партнер может указывать определенные сроки, а также условия для оценки проекта. Государственный партнер в целом одобряет индивидуальный проект (или портфель проектов) для каждого ЛФИ. В случае невозврата кредита гарантия покрывает указанную часть потери.

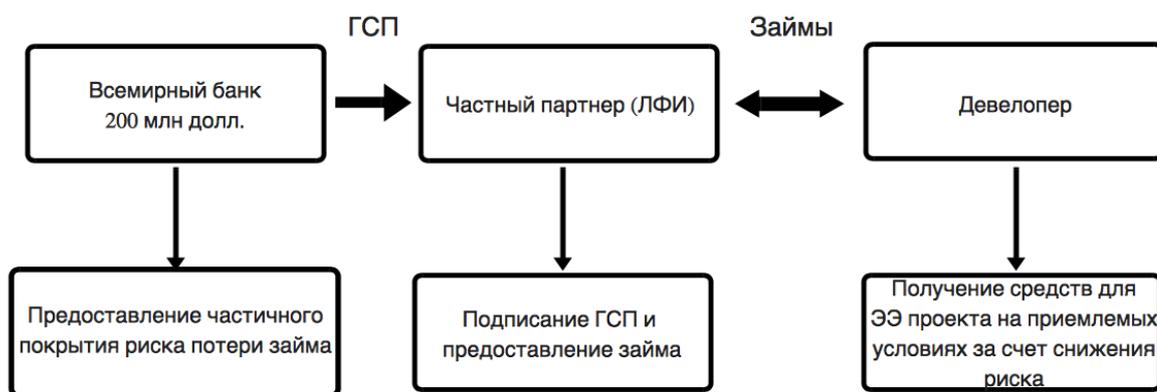


Рисунок 7 – Схема работы механизма распределения рисков
 Источник: составлено автором на основании программ World Bank.

Программа распределения рисков может предложить индивидуальные гарантии по одному или портфелю проектов. В случае гарантий по индивидуальным проектам государственный партнер участвует в каждой отдельной сделке о параллельной гарантии вместе с ЛФИ, оценке платежеспособности девелопера проекта. В случае гарантий по портфелю проектов государственный партнер оценивает все кредиты от ЛФИ к классу заемщиков (портфелю).

ЛФИ несет ответственность за оценку рисков проекта, следовательно, частный партнер разделяет риски проекта с государственным партнером и покрывает убытки по кредитам согласно достигнутым соглашениям. Как правило, программы разделения рисков предназначены для предоставления частичных гарантий риска проектов.

Пропорциональная гарантия предусматривает распределение потерь между частным и государственным партнерами в соответствии с заранее определенной формулой. Как правило, процентная доля государственного партнера находится в диапазоне 50–80%.

Энергосервисные контракты возникли с контрактами на энергоснабжение во Франции в 1950-х гг. Позже в 1980–1990-х гг. энергосервисные контракты активно использовались в Северной Америке, а также они были успешно внедрены во многих странах Европы, а также в Японии и Южной Корее. Энергосервисные контракты позволяют преодолеть ряд барьеров, связанных с осуществлением энергоэффективных проектов в государственном секторе. В соответствии с их концепцией энергосервисные компании (ЭСКО) или другие виды поставщиков энергетических услуг предоставляют широкий спектр услуг, в том числе обеспечивают коммерческое финансирование для государственных учреждений, промышленных предприятий, товариществ собственников жилья и т.д. по соглашению о выработке, в котором предусмотрены гарантии на достижение экономии энергии. В контексте ГЧП энергосервисные контракты применимы для реализации проектов по повышению энергоэффективности в государственном секторе. Государственный орган осуществляет платежи ЭСКО только после выполнения гарантий, перенося тем самым большую часть технических и эксплуатационных рисков на ЭСКО⁵⁷.

⁵⁷ Public Procurement of Energy Efficiency Services // World Bank. URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/987001468138267837/pdf/524560PUB0publ101Official0Use0Only1.pdf> (accessed: 20.06.2020).

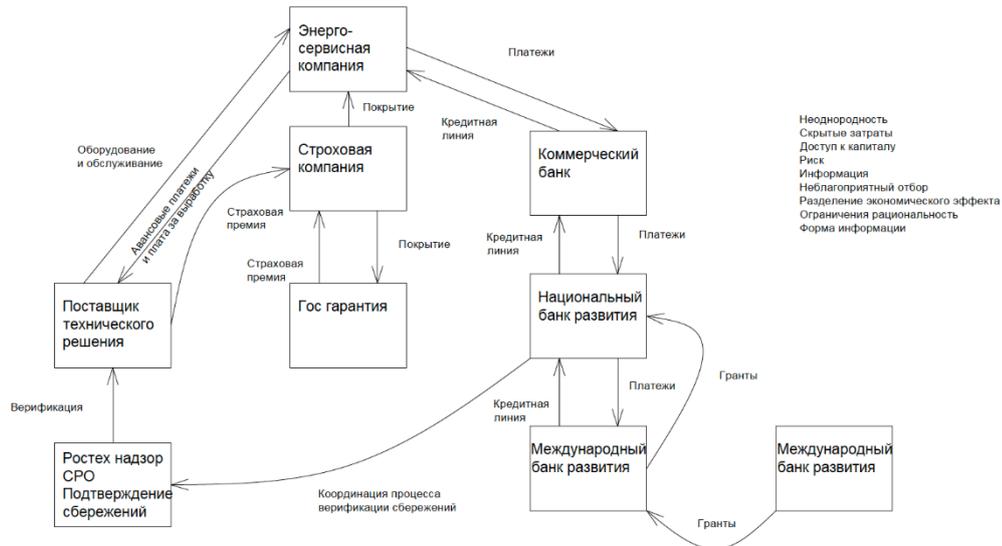


Рисунок 8 – Схема работы энергосервисной компании
 Источник: составлено автором на основании программ World Bank.

В случае использования энергосервиса, государственный сектор не обеспечивает прямое финансирование, но создает благоприятные базы - законодательные и нормативно-правовую, - облегчая проведение переговоров по контрактам между государственными учреждениями и ЭСКО, которые приводят к финансированию со стороны частного сектора.

Сравнительный анализ типов ГЧП (табл. 3) показывает, что они не являются взаимоисключающими, возможны их комбинации. Например, выделенная кредитная линия или механизм распределения рисков может сочетаться с политикой и нормативными инициативами по содействию энергосервису.

Таблица 3 – Наиболее эффективные формы взаимодействия государства и бизнеса в рамках ГЧП

Тип ГЧП	Краткое описание	Особенности ГЧП			
		Соглашение между государственными и частными структурами	Распределение рисков между партнерами	Мобилизация финансирования частного сектора	Оплата частному сектору за предоставленные услуги
Специальные кредитные линии	Механизм, с помощью которого правительства или доноры предоставляют низкопроцентные кредиты ЛФИ для стимулирования кредитования девелоперам проектов	Кредитный договор между сторонами	Риски проектного финансирования распределены между участниками партнерства	Частный партнер обеспечивает софинансирование	ЛФИ получает плату путем кредитования средств по более высокой процентной ставке
Механизм разделения рисков	Механизм, при котором правительственные агентства или банки предоставляют гарантии для частичного покрытия рисков энергоэффективного проекта и стимулируют участие ТФИ в финансировании за счет сокращения их рисков	Гарантийное соглашение проекта (GFA)	Государственный партнер несет часть финансовых рисков	Снижение рисков стимулирует дополнительное финансирование со стороны частного сектора	ЛФИ зарабатывает проценты на привлечении дополнительных кредитных средств
Энергосервисные контракты (ESPCs)	ЭСКО заключает долгосрочное соглашение с государственным органом на предоставление услуг с платежами, зависящими от продемонстрированной производительности	Соглашение на предоставление энергетических услуг (ECC)	Операционные риск в целом несет ЭСКО	ЭСКО привлекает финансирование частного сектора	Оплата ЭСКО зависит от результатов исполнения услуг

Источник: Policy pathway Joint Public-Private Approaches for Energy Efficiency Finance // International Energy Agency URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/finance.pdf> (дата обращения: 02.03.2020).

Основные особенности энергосервисных контрактов, предлагаемых поставщиками энергетических услуг или энергосервисными компаниями

(ЭСКО), весьма многочисленны. ЭСКО могут предложить полный комплекс обслуживания проектов по повышению энергоэффективности, включая проектирование, строительство, ввод в эксплуатацию, эксплуатацию и техническое обслуживание (О и М) инновационного оборудования, которое обеспечивает повышенную энергоэффективность, обучение и измерение, а также проверку (М и В) результатов экономии энергии и затрат. Услуги ЭСКО также включают предоставление или обеспечение финансирования.

Часто существует зависимость между выплатами ЭСКО и результатами проекта; клиенты платят за энергетические услуги из фактически достигнутой экономии энергии.

ЭСКО реализуют проекты по повышению энергоэффективности с помощью энергосервисных контрактов (ЭСК). Энергосервисные контракты исполняются по одной из моделей: *разделение сбережений, гарантия сбережений и поставки энергии*. Во всех трех моделях энергосервисных контрактов ЭСКО предоставляет широкий спектр услуг по внедрению инноваций, генерации энергии и достижению целевых показателей повышения энергоэффективности. Различия заключаются в проектном финансировании: выплаты производятся от клиента к ЭСКО, энергия и экономия распределяются между ЭСКО и клиентом.

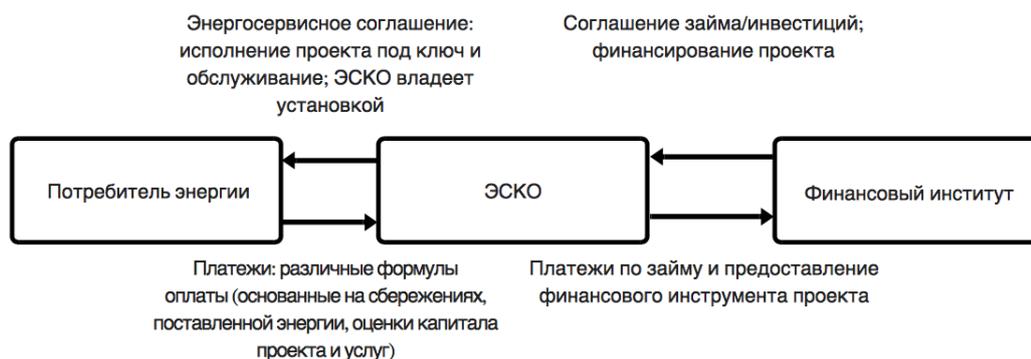


Рисунок 9 – Модель разделения сбережений
Источник: составлено автором на основании: URL
<https://www.worldbank.org/en/results/2017/12/01/energy-efficiency>

В модели разделения сбережений (рис. 10) ЭСКО обеспечивает и/или организует все финансирование или большую его часть, необходимую для проекта, и берет на себя кредитный риск клиента, определяет распределение экономии средств между ЭСКО и клиентом, принимающим объект на определенный период времени. Совместное использование платежей построено таким образом, что ЭСКО получает возмещение расходов на реализацию, а также получает доход на инвестиции за период реализации проекта.



Рисунок 10 – Модель гарантирования сбережений

Источник: составлено автором на основании: URL:

<https://www.worldbank.org/en/results/2017/12/01/energy-efficiency>

В модели гарантирования сбережений (рис. 10) клиент берет кредит на свой баланс. ЭСКО гарантирует определенные параметры производительности (такие как эффективность, экономия энергии, стоимость сбережения и/или другие параметры производительности) в ЭСК, определяя методы для проверки результатов экономии энергии и затрат, а выплаты производятся, как только рабочие параметры проекта были подтверждены.

В модели поставки энергии ЭСКО берет на себя эксплуатацию и техническое обслуживание энергетического оборудования на объекте клиента и продает произведенную энергию (например, пар, нагрев/охлаждение, освещение) клиенту по согласованной цене (рис. 11).

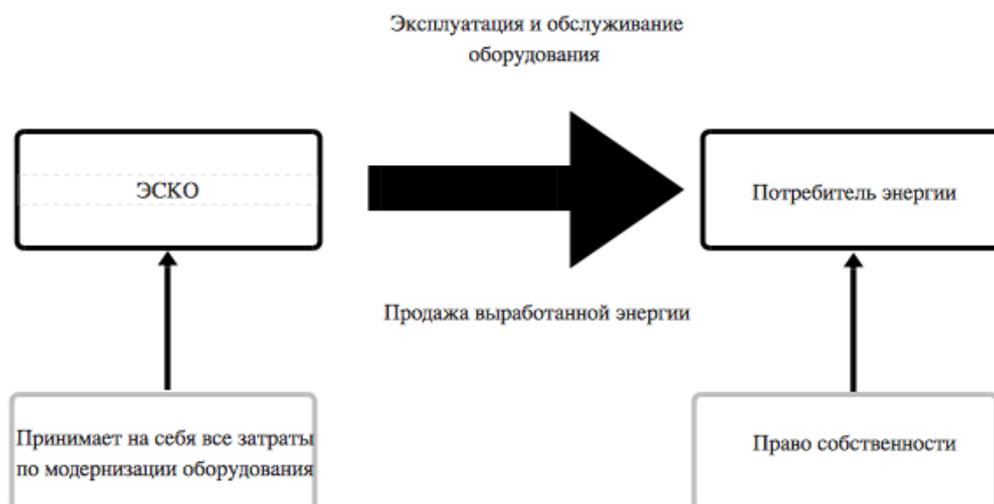


Рисунок 11 – Модель контрактования поставок энергии

Источник: составлено автором на основании: URL:

<https://www.worldbank.org/en/results/2017/12/01/energy-efficiency>

Эта модель представляет собой форму «аутсорсинга», где затраты на модернизацию оборудования, ремонт и т.д. несет поставщик энергетических услуг, но объект, как правило, остается на балансе клиента. Вознаграждение, выплачиваемое клиентом по договору поставки, рассчитывается на основании существующих счетов за энергию минус определенный процент экономии (часто в диапазоне от 3–10%), или плата может взиматься за квадратный метр пространства. Таким образом, в рамках энергосервисного договора, клиенту гарантируется повышение эффективности использования энергии. Контракты по данному типу, как правило, значительно более продолжительны, чем другие, и составляют период от 10-ти до 30-ти лет.

Во многих развивающихся странах ЭСКО до сих пор находятся на стадии развития и не предоставляют энергосервисные услуги в крупном масштабе из-за ряда ограничений. Большинство независимых ЭСКО имеют незначительный финансовый капитал и испытывают трудности с доступом к финансированию проектов с привлечением ЛФИ. Как только капитал ЭСКО

инвестируется в проект, ЭСКО не имеет возможности использовать данный капитал в своей деятельности, поэтому необходим способ рециркуляции капитала, например, посредством выпуска облигаций.

Концепция проектного финансирования проектов ЭСКО обычно не применяется ЛФИ в развивающихся странах. Проекты, как правило, небольшие по сравнению с другими инвестиционными проектами, рассматриваемыми ЛФИ, и они также имеют относительно большую долю «мягких издержек», которые сложно обеспечить.

Из-за незрелости рынка энергосервисных услуг в развивающихся странах затраты на разработку проекта относительно высоки, большинству малых ЭСКО трудно финансировать разработку таких проектов.

Модель ЭСКО является новой для развивающихся стран, и из-за ограниченного опыта успешных проектов по повышению энергоэффективности ЭСКО еще не приобрели позитивной репутации у пользователей энергии.

Персонал ЛФИ обычно имеет ограниченные знания и недостаточное понимание проектов по повышению энергоэффективности и концепции энергосервиса. ЛФИ рассматривает проекты по повышению энергоэффективности как более рискованные, чем другие инвестиции.

Сочетание высоких затрат на разработку проектов, ограниченный доступ к долгосрочному и недорогому проектному финансированию, высокие требования к капиталу для финансирования проектов и отсутствие доверия к клиентам привели к тому, что можно считать «неудачей рынка» в отношении возможностей ЭСКО по внедрению энергоэффективных инноваций в больших масштабах.

Для преодоления барьеров ЭСКО эволюционировали в государственные ЭСКО. Примером может служить НЕР ЭСКО в Хорватии. Преимуществом такого государственного ЭСКО является то, что облегчается заключение договоров с другими государственными органами, уменьшаются регуляторные проблемы и высокие затраты по сделке, связанные со

сложностью закупок государственного сектора, появляется возможность получать финансирование ЭСК от международных донорских агентств, а также проводить экспертизу в области энергосервиса и энергоэффективности.

Тем не менее, потенциальным недостатком государственных ЭСКО является то, что они не могут предоставлять услуги столь же эффективно, как полностью частные ЭСКО из-за недостатка конкуренции и могут препятствовать развитию частных ЭСКО в секторе государственных монополий.

Концепция супер-ЭСКО в последнее время является одним из механизмов для преодоления некоторых ограничений и барьеров, препятствующих крупномасштабной реализации проектов в сфере энергоэффективности. Супер-ЭСКО создаются государством и функционируют как ЭСКО на рынке государственного сектора (больницы, школы, муниципалитеты, правительственные здания, другие общественные объекты и даже объекты частного сектора в некоторых случаях), а также поддерживают развитие потенциала и деятельность по разработке проектов существующих ЭСКО частного сектора, в том числе помогая создавать новые ЭСКО и финансировать проекты⁵⁸.

Государство предоставляет необходимые финансовые средства для супер-ЭСКО с целью реализации проектов через энергосервисные контракты и использования коммерческого финансирования для проектов супер-ЭСКО и финансирования ЭСКО. Супер-ЭСКО могут также облегчить доступ к финансированию для проектов через развитие взаимоотношений с ЛФИ или международными финансовыми институтами. Супер-ЭСКО могут даже предоставить кредит или гарантии для местных проектов ЭСКО либо выступать в качестве лизинговой или финансовой компании, чтобы обеспечить местные ЭСКО и/или пользователей энергоэффективного оборудования лизингом или выгодами совместного использования.

⁵⁸ Limaye D. R., Limaye E. S. Scaling up energy efficiency: The case for a Super ESCO // Energy Efficiency. 2011. No. 4 (2). P. 133–144. doi:10.1007/s12053-011-9119-5.

Примером супер-ЭСКО является Energy Efficiency Services Limited (EESL), созданная правительством Индии в виде государственной корпорации, которая принадлежит четырем государственным структурам. Цель супер-ЭСКО – развитие рынка, а также исполнение функции Индийской национальной миссии повышения энергетической эффективности (India’s National Mission for Enhanced Energy Efficiency)⁵⁹.

Результаты, достигнутые с исполнением ЭСК в ряде стран (табл. 4), позволяют говорить о том, что механизм энергосервисных услуг является одним из наиболее перспективных подходов к ГЧП для реализации мер по повышению энергоэффективности, особенно в государственном секторе.

Таблица 4 – Результаты деятельности ЭСКО в США, Канаде, Германии, Японии и Южной Корее

Страна	Размер рынка	Проекты	Результаты
США	3,8 млрд. долл.	500+	Энергосбережение – 30 трлн. ВТУ Экономия – 11,7 млрд. долл.
Канада	320 млн. канадских долларов	85	Снижение энергоемкости – 20% Экономия – 40 млн. канадских долл.
Германия	200 млн. долл.	2000	Снижение энергоемкости – 20–30% Сбережение на издержках – 30–45 млн. долл.
Япония	10 млрд. иен	50	Снижение энергоемкости – 12%
Южная Корея	223 млрд. KRW	1400	Нет данных

Источник: Policy pathway Joint Public-Private Approaches for Energy Efficiency Finance // International Energy Agency. URL: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/finance.pdf> (accessed: 02.03.2020).

ГЧП в сфере энергоэффективности получило развитие из-за нехватки финансовых и технических компетенций в государственном секторе и

⁵⁹ National mission for enhanced energy efficiency // Bureau of Energy Efficiency. URL: https://envfor.nic.in/wp-content/uploads_3/2018/01/Mission-SAPCC-NMEEE.pdf (accessed: 20.06.2020).

продemonстрировало способность использовать дополнительные финансовые ресурсы и операционную эффективность, присущую частному сектору.

В то же время, мировой опыт реализации проектов ГЧП в сфере энергоэффективности свидетельствует о том, что зачастую для их успешной реализации недостаточно партнёрства только между государством и бизнесом. Такая ситуация возникает, когда энергоэффективное оборудование устанавливается у населения. Например, это могут быть солнечные водонагреватели, теплонасосы или микрогенерирующее оборудование на основе возобновляемых источников энергии, умные счетчики, дома «с нулевой эмиссией» и т.д. Во всех этих случаях кардинальным образом меняется модель поведения конечного пользователя: из обычного потребителя он превращается в просьюмера (объекта, как потребляющего, так и генерирующего энергию), что может создавать дополнительные трудности в управлении проектом. Поэтому теоретические и методические вопросы управления энергоэффективными ГЧП проектами нуждаются в совершенствовании и развитии.

Таким образом, анализ различных проектов ГЧП проектов, реализуемых (прямо или косвенно) в целях повышения энергоэффективности позволяет предложить их следующую классификацию по конечному результату:

- 1) *Инфраструктурные проекты* – проекты по строительству крупных объектов энергетической инфраструктуры, в которых главной целью является удовлетворение существующего или прогнозируемого спроса на энергию. Рост энергоэффективности экономики в такого рода проекта часто является неявной (подразумеваемой целью), достигаемой за счет внедрения более современных энергетических технологий. К данному классу проектов, очевидно, относятся все проекты, включенные в базу данных Мирового банка.
- 2) *Проекты по производству инновационных энергетических продуктов* – это высокотехнологичные проекты, основанные на использовании объектов интеллектуальной собственности (патентов, ноу-хау,

лицензированных технологий), которая может принадлежать зарубежным компаниям. Примерами таких проектов могут быть проекты по строительству заводов СПГ, биоэнергетических установок и т.д. Такие проекты также, как правило, не имеют первоочередной целью повышение энергоэффективности экономики региона, в котором они реализуются, но способствуют росту энергоэффективности косвенным образом.

- 3) *Проекты по внедрению инновационных энергоэффективных технологий* – это проекты, реализуемые, преимущественно по модели энергосервисного контракта или по модели ГНЧП. Явным образом направлены на повышение энергоэффективности и снижение энергоёмкости экономики территории реализации (региона, муниципалитета и т.д.)

Третий тип ГЧП проектов в области энергоэффективности обладает рядом особенностей, рассмотрению которых будет посвящен следующий параграф.

1.3 Теоретические и методические вопросы реализации ГЧП-проектов в области энергоэффективности

Анализ литературы по особенностям практической реализации энергоэффективных проектов ГЧП показывает, что на принятие энергоэффективных технологий влияют различные заинтересованные стороны и их сотрудничество⁶⁰. Как правило, на рынке энергоэффективного оборудования основными заинтересованными сторонами являются правительственные ведомства, связанные с энергетикой, финансовые учреждения, поставщики энергоэффективного оборудования, консалтинговые компании, квалифицированные рабочие и конечные потребители. Их можно разделить на три сектора: государственный (учреждение), частные

⁶⁰ Bao Q. et al. A human-centered design approach to evaluating factors in residential solar PV adoption: A survey of homeowners in California and Massachusetts // Renewable Energy. 2020. Vol. 151. P. 503-513.

(коммерция) и люди (жители)⁶¹. Государственный сектор представлен департаментами, определяющими политику, и связанными с ними учреждениями, поддерживаемыми муниципалитетами или правительством⁶². К частному сектору относятся частные компании, участвующие в солнечных проектах, такие как финансовые учреждения, управляющие компании, компании-поставщики и консалтинговые агентства⁶³. Конечные потребители – это просто люди, в домах которых размещается энергоэффективное оборудование.

Разные сектора по-разному оценивают влияние энергоэффективных технологий и систем на общество, экономику и окружающую среду и имеют разные ожидания. Государственный сектор, как правило, фокусируется на достижении энергетических целей, эффективности своих стимулирующих мер по продвижению зеленых источников энергии⁶⁴, в то время как частный сектор имеет тенденцию сосредотачиваться на прибыли, времени окупаемости и рисках⁶⁵. Люди основное внимание уделяют сумме кредита, которую ни могут получить на установку энергоэффективного оборудования, окупаемости, а также финансовым и экологическим преимуществам⁶⁶. Партнерские отношения между различными секторами могут не только использовать ресурсы различных секторов⁶⁷, но и облегчают обмен информацией между различными секторами, что приводит к новому совместному производству знаний в области солнечной энергетики и ее развития⁶⁸. Наконец, партнерство может расширить возможности для реализации энергоэффективных проектов,

⁶¹ Mah D. N. et al. Barriers and policy enablers for solar photovoltaics (PV) in cities: Perspectives of potential adopters in Hong Kong // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018. Vol. 92. P. 921-936.

⁶² Pádriv. About Pádriv. URL: <https://paadriv.no/about-padriv/> (accessed: 27.06.2022).

⁶³ Perjo L., Fredricsson C., Costa S. Public-private-people partnerships in Urban Planning. Baltic Urban Lab, 2016

⁶⁴ Shuai J., Cheng X., Ding L., Yang J., Leng Z. How should government and users share the investment costs and benefits of a solar PV power generation project in China? // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 104. P. 86–94

⁶⁵ Gorjian S., Zadeh B. N., Eltrop L., Shamshiri R. R., Amanlou Y. Solar photovoltaic power generation in Iran: development, policies, and barriers // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. Vol. 106. P. 110–123.

⁶⁶ Qureshi T. M., Ullah K., Arentsen M. J. Factors responsible for solar PV adoption at household level: a case of Lahore, Pakistan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017. Vol. 78. P. 754–763.

⁶⁷ Xue Y. et al. Multi-sector partnerships in the urban development context: A scoping review // *Journal of cleaner production*. 2020. Vol. 268. P. 122291.

⁶⁸ Overholm H. Collectively created opportunities in emerging ecosystems: the case of solar service ventures // *Technovation*. 2015. Vol. 39. P. 14-25.

поскольку оно позволяет партнерам разделить высокие затраты, делая их более доступными и снижая индивидуальный риск⁶⁹. Участие в партнерстве населения (P – people) добавляет третью букву P в аббревиатуру партнерства и расширяется его до следующего формата: партнёрство государство-частный сектор-население (ГЧН-партнёрство или ГЧНП).

Анализируя кейсы энергоэффективных проектов с участием населения, описанные в национальных аналитических обзорах по США ⁷⁰, Китаю⁷¹, Швеции⁷² и Испании⁷³, можно выделить несколько основных барьеров, препятствующих их успешной реализации (табл. 5).

Таблица 5 – Основные барьеры, препятствующие успешной реализации проектов по установке энергоэффективного оборудования на стороне конечного потребителя

Сектор	Барьер	Описание барьера
Население	Высокая начальная стоимость, недостаток финансовой поддержки	Из-за отсутствия информации о финансовой устойчивости заемщиков и высоких затрат на ее сбор и анализ кредитные организации часто отказываются выдавать долгосрочные кредиты физическим лицам и небольшим фирмам. Это связано с тем, что банки испытывают трудности с оценкой кредитоспособности потенциальных заемщиков из-за недостаточной информации об их финансовом положении.
	Удовлетворение существующей системой энергоснабжения	Проявляется в странах, где существует надежная система энергоснабжения от традиционных источников с высокой степенью централизации и относительно низкими ценами на энергию
	Недостаток информации о выгодах	Нет доступных источников информации, в которых бы доступно и четко обосновывались преимущества и возможности установки различных типов энергоэффективного оборудования
	Неопределенность	Неуверенность в достаточном уровне инсоляции (для северных стран), неуверенность в поддержке со

⁶⁹ Tang Y. et al. Study on the impacts of sharing business models on economic performance of distributed PV-Battery systems // Energy. 2018. Vol. 161. P. 544-558.

⁷⁰ Anderson C., Feldman D., Tinker L. National survey report of photovoltaic applications in United States of America 2017 // International Energy Agency. 2018. P. 28.

⁷¹ Lv F, Xu H, Wang S, Li H. National survey report of PV power applications in China 2018 // International Energy Agency. 2018. P. 19–20

⁷² National survey report of PV power applications in Sweden 2018 // International Energy Agency. URL: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/NSR_Sweden_2018.pdf (accessed: 20.06.2020).

⁷³ Donoso J. National survey report of PV power applications in Spain // International Energy Agency. 2018. P. 1–24.

		стороны государства (будут ли продолжаться бонусные программы), опасения по поводу непредвиденных расходов на сервис и обслуживание
Бизнес	Ограниченный доступ к капиталу	Долгий период окупаемости энергоэффективных проектов ведет к необходимости долгосрочных займов, которые часто не предоставляются банками
	Ограниченное количество выполненных успешных пилотных проектов	Данные о производительности энергоэффективного оборудования, стоимости проекта и выгодах, полученных от существующих проектов, являются базовой основой, необходимой для инвестирования для частных компаний.
	Неопределённость сопутствующих рисков	Многие инвесторы, в том числе уже вовлеченные в энергоэффективный проект, не уверены, сколько электроэнергии они будут экономить/генерировать и, как следствие, не уверены в окупаемости и в том, смогут ли они найти решения для борьбы с непредвиденными событиями, такими как снижение выработки. Кроме того, частные компании не уверены в долгосрочности и устойчивости государственной системы поддержки.
	Отсутствие коммуникации между различными заинтересованными сторонами	Для развития энергоэффективных технологий требуется общение между различными типами участников, такими как финансовые учреждения, строительные компании, консалтинговые компании, энергетические компании, квалифицированные рабочие и потребители. Принятие, понимание и передача знаний являются ключевыми факторами для раннего распространения энергоэффективных технологий, чего необходимо достичь посредством коммуникации. Однако большинство акторов недостаточно общаются и не умеют эффективно передавать свои знания. Для проектов с большими объемами информации отсутствие связи может привести к провалу.
Государство	Недостаток эффективных стимулов	Недостаточные или неэффективные политики стимулирования

Источник: составлено автором

Для преодоления этих барьеров можно предложить четыре основных моделей реализации ГЧНП на практике: 1) модель совместного инвестирования; 2) модель информационного сотрудничества; 3) модель формирования новых стимулирующих политики; 4) смешанная модель совместного инвестирования и информационного сотрудничества (рис. 12).

Рассмотрим каждую из них подробнее. Решение о совместном инвестировании с ГЧНП можно рассматривать как способ преодоления финансовых барьеров. В частности, это барьеры высокой начальной стоимости, барьер ограниченного доступа к капиталу для частного сектора, и барьер финансовой неопределенности, связанный с высокими рисками для частного сектора. Привлечение населения к инвестированию позволяет расширить существующие варианты финансирования. Также участие населения позволяет снизить сопротивление распространению данного типа инноваций и сформировать социальное одобрение и социальную устойчивость. Включение различных типов частных компании позволяет снизить инвестиционное давление на людей и государственный сектор, а кроме того, увеличить приток коммерческих знаний в проект.



Рисунок 12 – Модели привлечения конечных потребителей к проектам ГЧП в области энергоэффективности.

Источник: составлено автором

Помимо устранения вышеперечисленных барьеров, люди могут получить финансовые и экологические выгоды от солнечных фотоэлектрических систем за счет доступного формата инвестиций, а также получать политическую поддержку со стороны государственного сектора и

опыт работы в частном секторе. Частный сектор может привлечь соинвесторов не только из государственного сектора, но и из числа населения, что может смягчить проблемы, недостаточности капитала⁷⁴. Он также может извлечь выгоду из государственной политики и, возможно, предоставлять услуги по установке фотоэлектрических систем для жителей. Для государственного сектора, если общая модель разработана хорошо, это возможность с большей вероятностью добиться своих климатических целей и целей по декарбонизации мировой экономики.

Вторая модель реализации ГЧН-партнерства заключается в разработке различных типов платформ для обмена информацией как онлайн, так и офлайн. Приток знаний с государственного, частного и общественного сектора потенциально позволяет устранить барьеры недостатка информации о преимуществах (в том числе, финансовых) использования различных энергоэффективных технологий для домохозяйств, снизить риск неопределенности для домохозяйств, и преодолеть барьеры отсутствия связи между различными заинтересованными сторонами для частного сектора.

Для преодоления барьера ограниченной информации и осведомленности о возможных преимуществах просьюмеризма, решением может быть создание онлайн-платформы для обмена информацией и знаниями между всеми тремя секторами – государством, бизнесом и домохозяйствами⁷⁵. Характер такой обмениваемой информации может быть разным: информация о финансовых затратах и выгодах, объемах и режимах производства энергии, стимулах и потенциальных выгодах для окружающей среды на локальном и глобальном уровнях и т.д.⁷⁶. От государственного сектора должна поступать информация о финансовой поддержке и поощрениях, в то время как знания о финансовых затратах и выгодах, а также ожидаемых объемах производства/экономии

⁷⁴ Sihombing L., Adiwijaya S. A. J., Wibowo A., Sihombing L. B., Santos A. J. Publicprivate-people partnership as a new financing model for infrastructure development: a conceptual framework // The 7th Engineering International Conference. 2018. P. 2–4.

⁷⁵ Janssen M., Estevez E. Lean government and platform-based governance-Doing more with less // Government Information Quarterly. 2013. Vol. 30 (Suppl. 1). P. S1–8.

⁷⁶ Palm J., Eriksson E. Residential solar electricity adoption: how households in Sweden search for and use information //Energy, Sustainability and Society. 2018. Vol. 8. P. 1-9.

энергии должны поступать от частного сектора⁷⁷. Потребности, отзывы и вопросы потребителей должны поступать от населения. С онлайн-платформой для обмена информацией, граждане могут легко получить информацию об энергоэффективных технологиях из надежных источников.

В отличие от барьера ограниченной информации и осведомленности о возможных выгодах, с барьером неопределенности, в основном, сталкиваются люди, у которых уже есть некоторый интерес и понимание преимуществ энергоэффективных технологий, но недостаточно знаний о том, как это реализовать⁷⁸. Поэтому для них нужна такая платформа, где можно задавать конкретные вопросы различным секторам и получать надежные ответы от соответствующих секторов.

А вот для преодоления барьера отсутствия связи между различными заинтересованными сторонами в частном секторе онлайн-платформы недостаточно. Для этого необходимы офлайн-мероприятия, которые способствовали бы развитию коммуникаций между различными заинтересованными сторонами. Встречи, семинары, реклама, опросы являются потенциальными каналами для улучшения связи и распространения информации о солнечной энергетике⁷⁹. Консультанты из государственного и частного секторов, которые обладают соответствующими знаниями о стимулирующих политиках и реальным опытом работы, на таких мероприятиях могут прояснить любое замешательство граждан.

Третье потенциальное решение ГЧН-партнерства заключается в создании новых стимулов, которые могут устранить барьеры, связанные с неопределенностью рисков и отсутствием эффективных мер государственной поддержки. Новые стимулы должны включать некоторые гарантии риска, которые помогут избежать больших потерь со стороны инвесторов. Гарантии

⁷⁷ Lo C. C., Wang C. H., Huang C. C. The national innovation system in the Taiwanese photovoltaic industry: a multiple stakeholder perspective // *Technology Forecasting and Social Change*. 2013. Vol. 80, no. 5. P. 893–906.

⁷⁸ Westskog H. et al. Strøm fra folket? Drivkrefter og barrierer (English: power from the people? Driving forces and barriers) // *Center for International Climate Research*. 2018.

⁷⁹ Snyder J., Eng Lee-Partridge J. Understanding communication channel choices in team knowledge sharing // *Corporate Communications: An International Journal*. 2013. Vol. 18, no. 4. P. 417-431.

могут стимулировать продажи и повысить доверие клиентов, например, гарантии производительности и фиксированный льготный тариф⁸⁰. В случае налаженных партнёрских отношений, все эти стимулы могут лучше соответствовать потребностям населения и частного сектора.

Преимущества создания стимулов с помощью ГЧН-партнерства для фотоэлектрических проектов можно увидеть в трех аспектах. Во-первых, это может помочь государственному сектору лучше понять конкретные барьеры и потребности частного сектора и населения⁸¹. Во-вторых, государственный сектор может оценить преимущества и недостатки новых стимулов с точки зрения участников⁸². В-третьих, стимулы, разработанные с помощью ГЧН-партнерства, с большей вероятностью получают широкую поддержку и будут приняты частным и общественным секторами на практике⁸³.

Наконец, для преодоления таких барьеров как удовлетворенность существующими параметрами энергоснабжения и ограниченное количество пилотных энергоэффективных проектов, можно предложить смешанную модель совместного инвестирования и информационного сотрудничества. В рамках этой модели совместное инвестирование расширит возможности для пилотных фотоэлектрических проектов, которые после завершения могут служить доказательством жизнеспособности для будущих инвесторов. Платформа для обмена информацией будет способствовать всестороннему пониманию проекта.

Информация должна включать финансовый анализ энергоэффективных проектов и анализ эффективности частного сектора, анализ социального и экологического воздействия государственного сектора, а также подробные отзывы людей, вовлеченных в проект.

⁸⁰ Wand R., Leuthold F. Feed-in tariffs for photovoltaics: learning by doing in Germany? // *Applied Energy*. 2011. Vol. 88, no. 12. P. 4387–4399.

⁸¹ Grissemann U.S. Stokburger-Sauer N. E. Customer co-creation of travel services: the role of company support and customer satisfaction with the co-creation performance // *Tourism Management*. 2012. Vol. 33, no. 6. P. 1483–1492.

⁸² Piller F. T., Ihl C., Vossen A. A typology of customer co-creation in the innovation process // *SSRN Electronic Journal*. 2010.

⁸³ Tseng F. M. Chiang L. L. Why does customer co-creation improve new travel product performance? // *Journal of Business Res.* June 2016. Vol. 69, no. 6. P. 2309–2317.

Для преодоления барьера удовлетворенности существующей системой электроснабжения (в случае, когда все другие барьеры будут преодолены) уже будут сформированы условия, при которых преимущества солнечной фотоэлектрической энергии будут широко приняты общественностью, частными компаниями и домохозяйствами. Таким образом, удовлетворенность традиционными системами энергоснабжения больше не будет препятствием.

Примеров практической реализации принципов ГЧН-партнерства в сфере развития различных энергоэффективных технологий пока что мало. Однако, в литературе можно встретить некоторые прототипы разработанных моделей. Например, в тематическом исследовании Куронена⁸⁴ показано, что применение ГЧН-партнерства способно стимулировать разработку новой конструкции более эффективной фотоэлектрической системы за счет применения знаний накопленных государством, частным бизнесом и населением, и использования их различных ресурсов секторов. Процесс также дал всем участникам хорошее понимание проекта благодаря обмену информацией.

Предложенные модели для реализации принципов ГЧНП могут быть обобщены на случаи реализации проектов по внедрению любых энергоэффективных технологий, требующих изменение модели потребительского поведения населения как конечного пользователя технологии. Учитывая тот факт, что глобальные тренды декарбонизации мировой экономики охватывают не только промышленный сектор, но также жилой и коммерческий⁸⁵, использование моделей ГЧНП в ближайшем будущем станет жизненной необходимостью для успешной реализации

⁸⁴ Kuronen M., Junnila S., Majamaa W., Niiranen I. Public-private-people partnership as a way to reduce carbon dioxide emissions from residential development // *International Journal Strategy Property Management*. 2010. Vol. 14, no. 3. P. 200–216.

⁸⁵ Gielen D., Boshell F., Saygin D., Bazilian M. D., Wagner N., Gorini, R. The role of renewable energy in the global energy transformation // *Energy Strategy Reviews*. 2019. Vol. 24. P. 38–50.

проектов по внедрению энергоэффективных технологий и технологий возобновляемой энергетики.

В современной динамичной среде, где экономические и политические риски компаний особенно высоки, как для государственной, так и для частной стороны бывает сложно принять взвешенное решение об участии или не участии в проекте ГЧП. Поэтому в сегодняшних условиях неопределённости и экономической турбулентности актуализируется задача разработки новых методов и подходов к оценке уровней инноваций в проектах ГЧП, а также уровень соотношения рисков и потенциальных выгод в предложениях для государственных и частных партнеров.

Для оценки вероятности успешной реализации инновационных ГЧП проектах в области энергоэффективности и возобновляемой энергетики нами предложена методика, основанная на экспертных оценках основных факторов успешности инновационных ГЧП проектов, а именно качества институциональной среды, существующего опыта реализации инновационных проектов, степени готовности государственных органов, частных организаций и населения к успешной реализации государственно-частного партнерства. Показатели для измерения указанных факторов были предложены на основе передового опыта ряда зарубежных стран в области реализации инновационных проектов (в том числе Великобритании, США, Канады, Австралии и Китая)^{86,87}, а также комплексных исследований Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций по вопросам эффективного управления в сфере инновационного менеджмента⁸⁸.

Предлагаемые показатели, сгруппированные по направлениям оценки, приведены в табл. 6.

⁸⁶ Guidelines for Successful Public Private Partnerships // European Commission. URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/ppp_en.pdf (accessed: 20.06.2020).

⁸⁷ An Introductory Guide to Public Private Partnerships (PPPs) // Efficiency Office of Government of the Hong Kong Special Administrative Region. URL: https://www.effo.gov.hk/en/reference/archive/ppp_guide_2008.pdf (accessed: 20.06.2020).

⁸⁸ Guidebook on promoting good governance in public-private partnerships // United Nations Economic Commission for Europe. URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/ceci/publications/ppp.pdf> (accessed: 20.06.2020)..

Таблица 6 - Группы показателей оценки ожиданий успешной реализации проектов ГЧП в стране (регионе)

№ группы	Область оценки	Группа показателей	Направления оценки	Количество показателей
1	Оценить степень готовности органов государственной власти к успешной реализации проекта	Факторы влияния государства	Желание органов государственной власти находить решение в процессе реализации ГЧП проектов Способность представителей правительства внедрять инновации и внедрять новые модели управления Понимание прав и обязанностей участников в процессе реализации проекта	22
2	Оценить степень готовности представителей бизнес сообщества к успешной реализации проекта.	Факторы влияния частного сектора	Уровень доверия частного сектора к государственным органам, связанными с реализацией ГЧП проекта Готовность частного сектора к реализации энергоэффективных проектов Принятие рисков проекта	24
3	Измерить уровень поддержки проектов населением	Факторы влияния общества	Степень и наличие возможности участия и влияния населения на ключевые показатели и характеристики ГЧП проектов	9
4	Оценить степень благоприятной среды для успешной реализации проекта ГЧП	Факторы окружающей среды	Качество институциональной среды Благоприятность экономической среды Благоприятность финансовой среды Политическое влияние Баланс государственной поддержки Качество антикоррупционных мер	30

			Наличие финансовых ресурсов	
5	Уровень зрелости взаимодействия заинтересованных сторон в рамках ГЧП проектов	Факторы взаимодействия заинтересованных сторон	Баланс ответственности и принятия рисков (государственный и частный секторы) Экономическая и социальная эффективность проектов Качество реализации проекта Своевременность реализации проекта	20
Итого показателей				105

Источник: Составлено автором на основе Berezin A., Sergi B. S., Gorodnova N. Efficiency assessment of public-private partnership (PPP) projects: The case of Russia // Sustainability. 2018. Vol. 10, no. 10. P. 3713.

Показатели каждой группы приведены в табл. 7

Таблица 7 – Показатели для экспертной оценки

Номер группы	Индикатор
1	Оценка эффективности государства, как участника ГЧП (государство)
1.1	Государственные гарантии и государственный заказ
1.2	Эффективное развитие инфраструктуры
1.3	Внедрение инноваций, информационных технологий, Smart-технологий и алгоритмов искусственного интеллекта
1.4	Развитие законодательной и нормативно-правовой базы ГЧП
1.5	Возможность передачи прав пользования частному бизнесу
1.6	Экономия при финансировании сырья и материалов высокого качества
1.7.	Повышение эффективности системы государственно-частного управления проектами
1.8	Способность государства обеспечить макроэкономическую стабильность, как партнера по ГЧП
1.9	Эффективность операционного взаимодействия с участниками партнёрства

1.10	Эффективность государственных механизмов привлечения инвестиций и сохранения
1.11	Совершенствование финансовых механизмов и моделей реализации ГЧП
1.12	Государственная поддержка ведения операционной деятельности ГЧП-проектов
1.13	Реализации концепции устойчивого развития
1.14	Долгосрочное сотрудничество с бизнес-структурами и общественными организациями
1.15	1.15 Эффективная переговорная политика, применение сценарных методов алгоритмов искусственного интеллекта
1.16	1.16 Уровень подготовленности и качество человеческого капитала
1.17	1.17 Совершенствование законодательства проведения конкурсов и подрядных торгов
1.18	1.18 Совершенствование процедур отбора представителей частных игроков ГЧП
1.19	1.19 Распределение риска и ответственности сторон в процессе реализации моделей ГЧП
1.20	1.20 Государственное финансирование приоритетных, инфраструктурных и энергоэффективных ГЧП-проектов
1.21	1.21 Обеспечение системы национальной безопасности в условиях санкций
1.22	1.22 Цифровые решения для реализации ГЧП-проектов
2	Оценка эффективности частного бизнеса, как участника ГЧП (частный сектор)
2.1	2.1 Способность управления рисками в рамках реализации ГЧП-проектов
2.2	2.2 Показатели доходности частного игрока в ГЧП-проектах
2.3	2.3 Системы управления ГЧП-проектами
2.4	2.4 Уровень открытости информации участников проектов ГЧП, включая государство
2.5	2.5 Уровень профессиональной подготовки менеджеров ГЧП-проектов
2.6.	2.6 Выполнение обязательств при реализации ГЧП-проектов
2.7.	2.7 Привлечение частного капитала в целях софинансирования ГЧП-проектов
2.8.	2.8 Повышение эффективности организации труда
2.9	2.9 Повышение эффективности планирования деятельности партнёрства
2.10	2.10 Повышение эффективности системы оплаты труда и мотивации человеческого капитала
2.11	2.11 Повышение эффективности мониторинга деятельности участников ГЧП
2.12	2.12 Повышение эффективности системы координации структурных подразделений ГЧП
2.13	2.13 Эффективность реализации стратегических целей ГЧП

2.14	2.14 Правовое сопровождение и охрана результатов интеллектуальной деятельности, патентное право
2.15	2.15 Конкурентоспособность частного бизнеса
2.16	2.16 Применение новейших технологических и технических решений
2.17	2.17 Финансовая устойчивость и ликвидность
2.18	2.18 Система непрерывного образования и повышения квалификации человеческого капитала
2.19	2.19 Совершенствование технологий, применение систем машинного обучения
2.20	2.20 Высокое техническое и технологическое качество основного капитала
2.21	2.21 Применение информационно-коммуникационных технологий (ИКТ)
2.22	2.22 Обеспечение системы национальной, экономической и энергетической безопасности деятельности
2.23	2.23 Повышение качества готовой продукции
2.24	2.24 Адаптивность и гибкость в условиях вызовов, риска и угроз санкционного давления
3	3 Оценка эффективности общественной поддержки ГЧП-проектов (общество)
3.1	3.1 Эффективность общественной поддержки новых инициатив ГЧП
3.2	3.2 Соблюдение интересов всего общества и отдельных заинтересованных групп
3.3	3.3 Уровень соответствия готового продукта ГЧП-проектов запросу общества
3.4	3.4 Участие общественности в процессах принятия решений по ГЧП-проектам
3.5	3.5 Уровень правовой активности общества в реализации ГЧП-проектов
3.6	3.6 Заинтересованность общества в реализации проектов ГЧП
3.7	3.7 Информированность и прозрачность информации проблемам ГЧП-проектов
3.8	3.8 Повышение качества жизни общества в результате реализации инфраструктурных проектов ГЧП
3.9	3.9 Реализация принципов справедливости и стабильности
4	4 Оценка эффективности развития окружающей среды в процессе реализации проектов ГЧП (окружающая среда)
4.1	4.1 Институциональная основа
4.2	4.2 Развитие законодательной нормативно-правовой базы, устранение правовых коллизий при реализации ГЧП-проектов
4.3	4.3 Защита прав инвесторов

4 .4	4.4 Повышение эффективности системы государственно-частного мониторинга соблюдения требований контрактов ГЧП
4 .5	4.5 Совершенствование законодательства в инвестиционно-строительной сфере
4 .6	4.6 Совершенствование инструментария защиты прав инвесторов и кредиторов
4 .7	4.7 Совершенствование тендерных процедур
4 .8	4.8 Совершенствование системы арбитражного судопроизводства
4 .9	4.9 Повышение уровня квалификации юристов
4 .10	4.10 Минимизация рисков
4 .11	4.11 Повышение эффективности процесса принятия управленческих решений на основе современных нейронных сетей
4 .12	4.12 Система справедливого и транспарентного отбора участников государственно-частного партнёрства
4 .13	4.13 Государственные гарантии возмещения затрат участников, принимающих различные риски
4 .14	4.14 Совершенствование механизма взаимодействия при реализации ГЧП-проектов
4 .15	4.15 Наличие прямых и обратных связей между государством и частным игроком
4 .16	4.16 Наличие методологических основ и методического обеспечения процесса реализации ГЧП-проектов
4 .17	4.17 Консалтинг частных структур при реализации проектов ГЧП
4 .18	4.18 Формирование специализированных, насыщенных информацией и технологиями мобильных подразделений, способствующих эффективному развитию ГЧП
4 .19	4.19 Адаптивность и гибкость подразделений ГЧП
4 .20	4.20 Приверженность подразделениями миссии, ценностей и принципов ГЧП
4 .21	4.21 Проведение независимой экспертизы качества и социально-экономической эффективности проектов ГЧП
4 .22	4.22 Сбалансированность и своевременность государственной поддержки ГЧП-проектов
4 .23	4.23 Развитие программ ГЧП с учётом специфики региона и отраслевой принадлежности (энергетика)
4 .24	4.24 Возможность применения практики стандартизации контрактов (смарт-контрактов и платформы блокчейн)
4 .25	4.25 Независимый государственно-частный аудит ГЧП-проектов

4.26	4.26 Эффективность государственно-частных мероприятий по предотвращению коррупционного проявления
4.27	4.27 Информационная доступность для общества и граждан России
4.28	4.28 Привлечение финансовых ресурсов для реализации ГЧП-проектов
4.29	4.29 Реализация принципов энергоэффективности ГЧП-проектов
4.30	4.30 Реализация принципов «зеленой» экономики и экологичности ГЧП-проектов
5	Оценка эффективности интеграционных процессов в стране (интеграция)
5.1	Степень включённости участников при реализации ГЧП-проектов
5.2	Согласованность привлечённых участников ГЧП
5.3	Соблюдение российского и международного законодательства
5.4	Система разрешения споров
5.5	Сбалансированность рисков участниками ГЧП
5.6	Оценка социально-экономической эффективности ГЧП-проектов
5.7	Обеспеченность социальных и экономических потребности в условиях параллельного импорта и санкций
5.8	Долгосрочность характера моделей ГЧП
5.9	Разнообразие форм контрактов, включая смарт-контрактов
5.10	Рост числа концессионных соглашений
5.11	Своевременность завершения процесса реализации ГЧП-проектов
5.12	Разработка эффективных мероприятий по устранению вызовов и угроз, связанных со сложной геополитической повесткой
5.13	Формирование эффективного портфеля ГЧП-проектов
5.14	Обеспечение долгосрочного консенсуса по проблемам и спорным вопросам ГЧП
5.15	Эффективность использования энергетических ресурсов
5.16	Достижение показателей ожидаемой окупаемости ГЧП-проектов
5.17	Доступность получения общественных благ
5.18	Повышение качества предоставления общественных услуг
5.19	Усиление процессов обновления инфраструктуры ГЧП-проектов
5.20	Вектор на технологический суверенитет в отраслях промышленности

Источник: разработано автором на основе: Berezin A., Sergi B. S., Gorodnova N. Efficiency assessment of public-private partnership (PPP) projects: The case of Russia // Sustainability. 2018. Vol. 10, no. 10. P. 3713.

Способ получения сравнительных оценок уровня партнерских отношений при реализации проектов ГЧП по повышению энергоэффективности обозначен в данной работе, как IP (индекс партнерства). Данный индекс определяется по множеству из 105 обозначенных выше показателей, по которым оценивается степень взаимодействия в рамках ГЧП в анализируемых нами странах. На этом этапе применен метод свертывания множества критериев в один интегральный показатель, который состоит из следующих шагов.

Шаг 1. Составление перечня показателя по 5 группам. Критерии первой группы характеризуют Эффективность государства, как участника ГЧП. Критерии второй группы характеризуют эффективность частного бизнеса как участника ГЧП. Третья группа характеризует общественную поддержку ГЧП проектов. Четвертая группа оценивает развитие окружающей среды в процессе реализации проектов ГЧП. Пятая группа характеризует интеграционные процессы в стране.

Шаг 2. Проведение опроса респондентов по 5 группам показателей с диапазоном оценок от 0 до 5.

Шаг 3. Приведение значения оценок групп показателей к диапазону значений от 0 до 1.

Шаг 4. Определение интегрального показателя по группе путем сложения всех значений показателей *в каждой группе*.

Шаг 5. Расчет уровня развития ГЧП после обработки собранной информации проводим через суммирование значения оценок по каждой из 5 групп.

Апробация предложенной методики была проведена на примере 14 стран (рис. 13) и показала, что уровень развития ГЧП в России почти в два раза

ниже, чем в Великобритании и Австралии и в 1,6 раза ниже, чем в США и Франции.

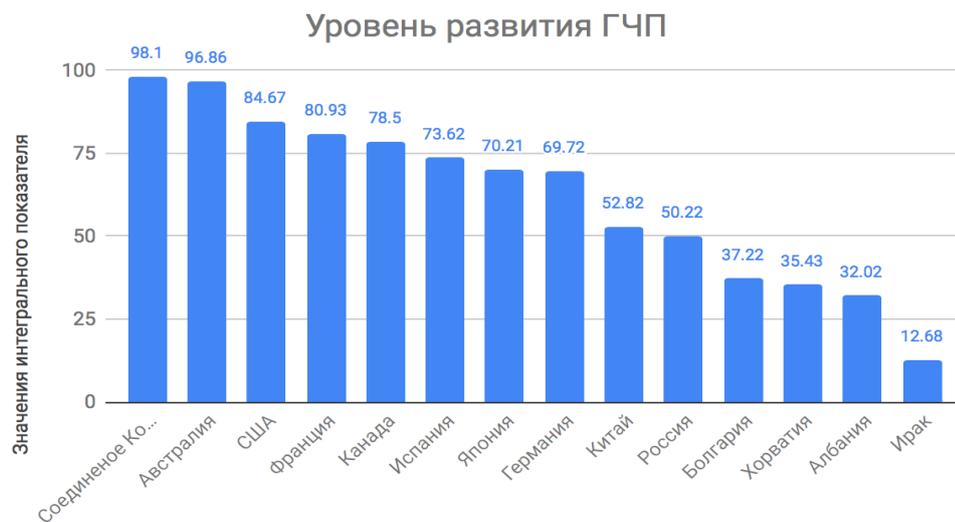


Рисунок 13 – Уровень развития ГЧП в странах мира, баллов
Источник: Разработано автором

Сравнение методик измерения уровня развития ГЧП

№ п/п	Критерии сравнения	Авторская методика	Методические рекомендации Правительства РФ	Методология расчета индекса Infrascopе
1	Цель методики	Повышение эффективности реализации приоритетных инновационных и инфраструктурных проектов ГЧП		
2	Критерий для ранжирования регионов	Уровень ожидания успешной реализации ГЧП проектов в регионе	Уровень развития взаимодействия государства и частного бизнеса в регионе	
3	Метод оценки показателей	Метод экспертных оценок, анкетирование и телефонный опрос		
4	Количество показателей оценки	105 показателей	22 показателя	66 качественных показателей, 12 количественных под-показателей
5	Основные группы показателей оценки	1) Эффективность развития окружающей среды для успешной реализации ГЧП проектов (30 показателей), Качество механизмов взаимодействия государства и частного сектора Уровень административных барьеров Качество антикоррупционных мер Наличие финансовых ресурсов	1) Развитость институциональной среды (10 показателей, оценивающих наличие и качество государственных органов, информационных ресурсов, специалистов, стратегию и программы региона, эффективность различных мер поддержки частного бизнеса	1. Развитость институциональной среды. 4 основные подгруппы: 2.1.) Институциональные рамки ГЧП 2.2.) Стабильность специализированного агентства ГЧП 2.3.) Средства подготовки проекта 2.4.) Прозрачность и подотчетность. Всего 15 качественных показателей, в том числе: специальное агентство ГЧП отчетность, независимость, координация, прозрачность, средства подготовки проектов, фонд развития проекта, наличие реестров ГЧП, национальный мониторинг и отчетность, регламент, периодическая отчетность, государственно-частный мониторинг результатов проекта. 2. Развитие нормативно-правового поля. (35 показателей, характеризующих контракты государственных закупок и ГЧП,
			2) Нормативно-правовое обеспечение реализации проектов (5 показателей,	

			оценивавших наличие и качество порядка межведомственного взаимодействия на всех этапах жизненного цикла проекта)	кодификацию, продолжительность апелляций в спорах по контракту, порядок проведения подрядных торгов, принципы отбора проектов ГЧП, (включая анализ затрат-выгод, анализ затрат и результатов, публичность, наличие нежелательных заявок, соотношение незапрашиваемых предложений, существование схем примирения, наличие арбитража, условные обязательства, Национальный план инфраструктуры, координация, процедуры пересмотра, прозрачность, независимый надзор, экологические последствия, консультация, инвестиции, чувствительные к риску стихийных бедствий, согласованность с национальной политикой
		2) Уровень зрелости взаимодействия заинтересованных сторон в рамках ГЧП проектов (20 показателей, Баланс ответственности и принятия рисков (государственный и частный секторы), Качество реализации проекта, Своевременность реализации проекта)	3) Опыт реализации проектов инновационных (интегральный показатель, состоящий из оценки 7 характеристик проектов: принадлежность проектов к двум или более отраслям, стадию проекта, объем частных инвестиций, длительность и сложность проектов)	3. Операционная зрелость (Опыт реализации проектов ГЧП). 3 подгруппы показателей: 3.1.) Опыт работы с инфраструктурными контрактами по ГЧП 3.2.) Риск экспроприации 3.3.) Прекращение договора. Всего 9 показателей (7 качественных, 2 количественных), в том числе: количество проектов ГЧП на транспорте, воде и энергетике, которые достигли финансового закрытия за последние пять лет, средний размер инвестиций ГЧП в транспорт, воду и энергию в процентах от ВВП за последние пять лет, отмена уровня бедствия, риск экспроприации, правительственные изменения цен, прекращение контракта.

	<p>3) Степень готовности органов государственной власти к успешной реализации проекта (20 показателей, оценивающих возможности органов государственной власти находить решение в процессе реализации ГЧП проектов, возможности представителей власти внедрять инновации и новые модели управления)</p>	-	-
	<p>4) Степень готовности представителей частного сектора к успешной реализации ГЧП проекта. (24 показателя, оценивающие уровень доверия частного сектора к государственным органам, связанными с реализацией ГЧП проекта Готовность частного сектора к реализации энергоэффективных проектов; Принятие рисков проекта)</p>	-	<p>4. Инвестиционный и деловой климат – 4 основных подгруппы показателей: 4.1.) Политическая эффективность 4.2.) Бизнес-среда 4.3.) Политическая воля 4.4.) Конкуренция в местной промышленности. Всего 6 показателей (4 качественных, 2 количественных), в том числе: политическая эффективность, бизнес-среда, политическая воля, отношение к ГЧП, уровень концентрации в отрасли).</p>

		5) Уровень поддержки ГЧП проектов населением (9 показателей) Степень и наличие возможности участия и влияния населения на ключевые показатели и характеристики ГЧП проектов Уровень соответствия предоставляемых услуг потребностям	-	5. Финансирование инфраструктурных проектов – 4 подгруппы показателей: 5.1.) Государственный платежный риск 5.2.) Рынок капитала для финансирования частной инфраструктуры 5.3.) Институциональные инвесторы и страховой рынок 5.4.) Валютный риск. Всего 11 показателей (5 качественных, 6 количественных), в том числе: суверенный риск, государственные платежи, государственные гарантии, государственная поддержка, рыночная задолженность, источник финансирования для ГЧП, наличие устойчивого финансирования, доступность устойчивого финансирования, институциональные инвесторы, (пенсионные фонды, страховые компании), гарантийный фонд, валютный риск).
--	--	--	---	--

Источник: разработано автором на основе: Berezin A., Sergi B. S., Gorodnova N. Efficiency assessment of public-private partnership (PPP) projects: The case of Russia // Sustainability. 2018. Vol. 10, no. 10. P. 3713.

Выводы по первой главе:

Проблема повышения энергоэффективности мировой экономики остается актуальной в контексте тренда на декарбонизацию и глобального энергетического перехода. Повышение энергоэффективности на макроуровне в современных условиях достигается за счет разработки национальных и наднациональных программ и стратегий повышения энергоэффективности, активном стимулировании в этих целях научных разработок, широком использовании инновационных материалов, оборудования и технологий, внедрении международных стандартов по энергоэффективности.

Повышение энергоэффективности ведет к снижению энергоемкости ВВП, приводит к существенным сдвигам в энергетических и торговых балансах стран экспортеров и импортеров энергоресурсов, оказывает заметное влияние на мирохозяйственные процессы: темпы экономического роста, решение глобальных экологической и энергетической проблем.

В современной социально-технической системе созданы условия для промышленного освоения широкого спектра энергоэффективных технологий, однако темпы их внедрения сдерживаются так называемыми «барьерами энергоэффективности» - техническими, экономическими и социальными факторами, затрудняющими диффузию инноваций в области энергоэффективности. Усилия различных государств по преодолению барьеров энергоэффективности на практике часто реализуются при помощи крупных проектов в форме государственно-частного партнёрства (ГЧП). Такие проекты могут быть разбиты на три большие группы – инфраструктурные проекты, проекты по производству инновационных энергетических продуктов и проекты по внедрению инновационных энергоэффективных технологий.

Каждая из выделенных групп проектов имеет свои особенности. *Инфраструктурные проекты* ставят главной целью является удовлетворение

существующего или прогнозируемого спроса на энергию, а рост энергоэффективности экономики в такого рода проекта часто является неявной (подразумеваемой целью), достигаемой за счет внедрения более современных энергетических технологий. *Проекты по производству инновационных энергетических продуктов* основаны на использовании объектов интеллектуальной собственности (патентов, ноу-хау, лицензированных технологий), которая может принадлежать зарубежным компаниям. Такие проекты также, как правило, не имеют первоочередной целью повышение энергоэффективности экономики региона, в котором они реализуются, но способствуют росту энергоэффективности косвенным образом. *Проекты по внедрению инновационных энергоэффективных технологий* явным образом направлены на повышение энергоэффективности и снижение энергоёмкости экономики территории реализации (региона, муниципалитета и т.д.). Такие проекты реализуются, преимущественно по модели энергосервисного контракта или по модели ГНЧП.

В мировой практике ГЧП в сфере энергоэффективности получило развитие из-за нехватки финансовых и технических компетенций в государственном секторе и продемонстрировало способность использовать дополнительные финансовые ресурсы и операционную эффективность, присущую частному сектору. В то же время, мировой опыт реализации проектов ГЧП в сфере энергоэффективности свидетельствует о том, что зачастую для их успешной реализации недостаточно партнёрства только между государством и бизнесом. Такая ситуация возникает, когда энергоэффективное оборудование устанавливается у населения. Поэтому теоретические и методические вопросы управления энергоэффективными ГЧП проектами нуждаются в совершенствовании и развитии.

На примере опыта реализации проектов по установке фотоэлектрических солнечных панелей в жилом секторе, реализованных в Швеции, Испании, Китае и США предложены модели реализации принципов трёхстороннего партнёрства «государство - частный сектор – население».

Показано, что предложенные модели могут быть обобщены на случаи реализации проектов по установке в жилом и коммерческом секторах широкого круга энергоэффективных систем и устройств.

Для оценки вероятности успешной реализации инновационных ГЧП проектов в области повышения энергоэффективности и возобновляемой энергетики предложена методика, основанная на экспертных оценках основных факторов успешности инновационных ГЧП проектов, а именно качества институциональной среды, существующего опыта реализации инновационных проектов, степени готовности государственных органов, частных организаций и населения к успешной реализации государственно-частного партнерства. Показатели для измерения указанных факторов были предложены на основе передового опыта ряда зарубежных стран в области реализации инновационных проектов, а также комплексных исследований Европейской экономической комиссии, структур ООН по вопросам энергоэффективности.

ГЛАВА 2. МИРОВОЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

2.1 Факторы развития ГЧП в области повышения энергоэффективности в ЕС, США и Китае

Макроэкономическая стабильность часто упоминается в литературе как значимый фактор для реализации проектов ГЧП⁸⁹. Например, в исследовании Банержи⁹⁰ показано как различные институциональные факторы влияют на решения фирм об инвестициях в инфраструктуру на основе обработки панельных данных по 40 развивающимся странам в период с 1990 по 2000. Согласно результатам этого исследования, высокий уровень защиты права собственности и качество бюрократических процедур способствуют инвестициям частного сектора в инфраструктуру. Кроме того, было исследовано влияние таких макроэкономических показателей, как инфляция, рост ВВП, обменный курс и рыночная капитализация инвестиций фирм в инфраструктуру. Было выявлено, что уровень инфляции отрицательно коррелирует с ВВП на душу населения, но положительно связан с инвестициями. Исследование Хаммами⁹¹ показало, что страны с большим бюджетным дефицитом чаще использовали ГЧП, в то время как страны, обеспеченные природными ресурсами, с меньшей вероятностью использовали ГЧП, поскольку их бюджетные ограничения были не столь критичными.

В исследовании Мегисту⁹² изучено влияние нескольких макроэкономических переменных, а также показателей государственного

⁸⁹ Boyer E. J., Scheller D. S. An examination of state-level Public-Private Partnership adoption: Analyzing economic, political, and demand-related determinants of PPPs // *Public Works Management & Policy*. 2018. Vol. 23, no. 1. P. 5–33.

⁹⁰ Banerjee S. G., Oetzel J. M., Ranganathan R. Private provision of infrastructure in emerging markets: Do institutions matter? // *Development Policy Review*. 2006. Vol. 24, no. 2. P. 175–202.

⁹¹ Hammami M., Ruhashyankiko J. F., Yehoue E. B. Determinants of public-private partnerships in infrastructure. IMF, 2006. Vol. WP/06/99.

⁹² Megistu T. Emerging infrastructure financing mechanisms in Sub-Saharan Africa. The Pardee RAND Graduate School, 2013.

финансирования и размера рынка на интенсивность реализации инфраструктурных проектов ГЧП в странах Африки к югу от Сахары. Было выявлено, что размер рынка был важным фактором, влияющим на интенсивность ГЧП. Кроме того, тяжелое налоговое бремя и инфляция показали отрицательные корреляции с активностью в области инфраструктурных ГЧП.

Однако, несмотря на многочисленные исследования макроэкономических факторов развития инфраструктурных ГЧП, на сегодняшний день в литературе практически не представлены работы по проектам ГЧП в сфере электроэнергетики и природного газа, т.е. в тех областях, где потенциал роста энергоэффективности является наибольшим. Между тем, проекты по внедрению инновационных энергоэффективных технологий и технологий зеленой энергетики представляют собой отдельный интересный объект для изучения. Такие проекты имеют гораздо больше положительных экстерналий, чем традиционные, а именно: 1) улучшают состояние окружающей среды⁹³; 2) способствуют развитию образования и науки⁹⁴; 3) снижают энергетическую бедность⁹⁵; 4) повышают энергетическую безопасность страны, в которой реализуются⁹⁶, и, как следствие, повышают национальную безопасность⁹⁷.

Все вышеперечисленные особенности позволяют выделить проекты ГЧП в области зеленой энергетики и энергоэффективных технологий в отдельную категорию и констатировать недостаточную изученность влияния макроэкономических факторов на данную категорию проектов. Поэтому в данном параграфе проведен анализ практики реализации инновационных

⁹³ Cedrick B. Z. E., Long P. W. Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach // Energy Procedia. 2017. 115. P. 229–238.

⁹⁴ Rio D., Burguillo M. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2009. P. 1314–1325.

⁹⁵ Shoaib A., Ariaratnam S. A Study of Socioeconomic Impacts of Renewable Energy Projects in Afghanistan // Procedia Engineering. 2016. 145. P. 995–1003.

⁹⁶ Borenstein S. The Private and Public Economics of Renewable Electricity Generation // Journal of Economic Perspective. 2012. Vol. 26, no. 1. P. 67–92.

⁹⁷ Cherp A. et al. Energy and Security // Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2012. P. 325-380.

ГЧП-проектов в области энергоэффективности в наиболее крупных экономиках мира с целью выделения факторов, способствующих их развитию.

Меры по повышению энергоэффективности были намечены в стратегиях ЕС Европа 2010⁹⁸, Европа 2020⁹⁹ и конкретизировались в Директивах Еврокомиссии. Примером энергоэффективной политики на территории ЕС является реализация Директивы по энергоэффективности с изменениями и дополнениями 2018 года. В рамках реализации этой Директивы на всей территории ЕС был принят ряд важных мер по реализации и разработке механизмов регулирования проектов государственно-частного партнёрства. В результате проведения мероприятий по энергоэффективности в рамках ЕС наблюдается положительная динамика снижения потребления энергии, которая позволит достичь целей Директивы по энергоэффективности. Европейская Комиссия предложила дальнейшую корректировку политики ЕС в области энергетики и климата в целях сокращения вредных выбросов парниковых газов и улавливания углерода для достижения климатической нейтральности к 2050 году и целей в области климата к 2030 году.

Следует отметить, что в большинстве стран – членах ЕС наблюдается рост ВВП при одновременном снижении первичного потребления энергии. Как показывает опыт Ирландии, существенную роль в этих процессах играют, наряду с мерами по повышению энергоэффективности, меры по изменению структуры ВВП за счет повышения в нем доли сферы услуг и снижения доли энергоемких производств.

Опыт реализации ГЧП проектов в ЕС показывает, что инвестиции в энергоэффективные проекты в европейских странах являются важным средством поддержания экономической активности и быстрого перехода к устойчивому развитию и зеленой экономике. В период с 2003 по 2013 гг. в ЕС

⁹⁸ Braun J. EU Energy Policy under the Treaty of Lisbon Rules Between a new policy and business as usual // EPIN Working Paper No. 31. 2011.

⁹⁹ Silander D. The European Commission and Europe 2020: Smart, sustainable and inclusive growth // Smart, sustainable and inclusive growth. 2019. P. 2-35.

действовала программа Intelligent Energy Europe (IEE)¹⁰⁰, в рамках которой принимались заявки на финансирование энергоэффективных проектов, вносившие вклад в достижение целей, установленных еврокомиссией. Финансирование проектов по программе осуществлялось после сбора ежегодных заявок на поддержку проектов, использующих концепцию “Intelligent Energy”. Государственные, частные или неправительственные европейские организации поддерживали три основные цели: повышение энергоэффективности, увеличение использования возобновляемых источников энергии и улучшение транспортной инфраструктуры и мобильности. В результате были применены новые схемы обучения, проведены рекламные кампании и осуществлен обмен передовыми практиками между странами ЕС. Большая часть бюджета программы была направлена на финансирование проектов по всему ЕС, которые поддерживают и повышают эффективность использования энергии и возобновляемых источников энергии.

Программа поддержки развития проектов Project Development Assistance (PDA)¹⁰¹ для органов государственной власти, государственных органов и финансовых учреждений: MLEI-PDA, EIB-ELENA, KfW-ELENA, SEB-ELENA, EBRD-ELENA поддерживали подготовку и мобилизацию финансирования для проектов по устойчивой энергетике.

В рамках программы поддержки развития проектов осуществляется закупка товаров и услуг по следующим приоритетам:

- энергоэффективность и рациональное использование энергии (SAVE);
- новые и возобновляемые ресурсы (ALTENER);
- энергетика на транспорте (STEER);
- комплексные кросс-секторальные инициативы.

¹⁰⁰ Intelligent Energy Europe Programme // European Commission. URL: https://ec.europa.eu/cip/iee/index_en.htm (accessed: 20.06.2020).

¹⁰¹ Project development assistance // European Commission. URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/project-development-assistance_en (accessed: 20.06.2020).

Одним из примеров успешной реализации программы разделения рисков также является Программа по коммерциализации финансирования энергоэффективности (Commercial Energy Efficiency Financing, CEEF). Это совместная программа Международной финансовой корпорации, МФК (International Financial Corporation, IFC) и Глобального экологического фонда (ГЭФ), с МФК в качестве исполнительного агента для ГЭФ¹⁰². Программа CEEF была разработана для достижения целей ГЭФ по стимулированию и расширению коммерческого финансирования проектов по повышению энергоэффективности, которые приводят к сокращению выбросов парниковых газов и созданию устойчивого рынка в странах CEEF для разработки энергоэффективных проектов и финансирования. Программа охватывает шесть стран Восточной и Центральной Европы (Венгрию, Чехию, Словакию, Латвию, Литву и Эстонию).

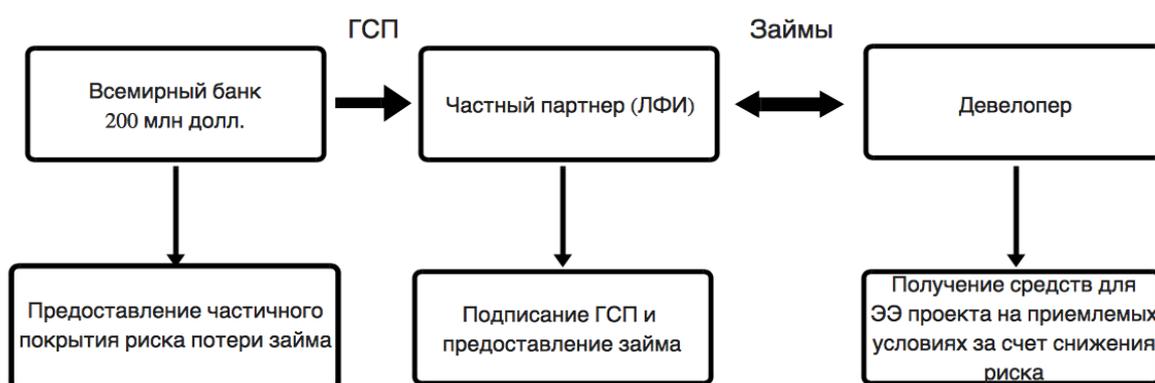


Рисунок 14 – Схема механизма разделения рисков

Источник: составлено автором на основании: URL:

<https://www.worldbank.org/en/results/2017/12/01/energy-efficiency>

Двумя ключевыми инструментами, введенными в программу Commercial Energy Efficiency Financing для достижения этих целей, являлись:

1) разделение рисков и управление рисками посредством частичного покрытия кредитных гарантий, предоставленных ЛФИ по кредитам, выданным для энергоэффективных проектов;

¹⁰² Commercializing Energy Efficiency Finance (CEEFF) // World Bank. URL:

<https://documents1.worldbank.org/curated/zh/707831468780007997/276340CEEFF0Pro1ent0Final0Submission.doc> (accessed: 20.06.2020).

2) техническая помощь для создания потенциала в рамках ЛФИ, ЭСКО, девелоперов и владельцев проекта.

В рамках СЕЕФ предоставлялись частичные гарантии для разделения кредитного риска в финансовых операциях для энергоэффективных проектов, которые финансировались за счет средств частного партнера. Проекты, имеющие право на участие в программе, включают капитальные вложения, направленные на повышение энергоэффективности в зданиях, промышленных процессах, а также других местах конечного использования энергии.

МФК использовало структуру распределения рисков 50% на 50% для СЕЕФ. ГЭФ было предоставлено 17,25 млн долл. для программы, из которых 15 млн. долл. направлялось для гарантийного обеспечения (оставшиеся 2,25 млн. долл. были использованы для операционной деятельности программы и для технической помощи).

Программы технической поддержки нацелены на помощь в определении и подготовке проектов для инвестиций и повышении потенциала коммерческого финансирования энергоэффективности. Программа включает помощь участвующим ЛФИ в продвижении финансовых продуктов для энергоэффективных проектов, подготовке проектов для инвестиций, разработке новых продуктов для энергоэффективных финансов, а также наращивание мощности для финансирования энергоэффективных проектов. Осуществлялись техническая поддержка проектов по повышению энергоэффективности с привлечением ЭСКО предприятиям для развития корпоративных возможностей, энергоэффективных проектов, а также целенаправленные мероприятия по развитию рынка энергоэффективных услуг в сотрудничестве с другими организациями.

В рамках программы СЕЕФ 14 участвующих ЛФИ профинансировали 829 проектов. Общая сумма гарантий составила 49,5 млн. долл. Общая сумма инвестиций по проектам достигла величины в 208 млн. долл.

ГЧП является одним из механизмов в 9-й рамочной программе ЕС, которая получила название “Horizon Europe”¹⁰³. Данная программа начала реализовываться в 2021 г. и была рассчитана до 2027 г. с общим объемом финансирования, оцененным в 95 млрд евро. Ряд проектов Horizon-2020 реализует европейскую политику в области перехода на зеленую экономику и обеспечение декарбонизации общества в целом для целей устойчивого развития.

Еще одно государственно-частное партнерство по энергоэффективным зданиям Energy-Efficient Buildings, запущенное в декабре 2008 г. в рамках Европейского плана восстановления экономики, смогло привлечь большое количество участников из промышленного сектора и помогло внедрить инновации в строительный сектор. В рамках рамочной программы ЕС Horizon-Europe контрактное ГЧП по энергоэффективным зданиям нацелено на разработку доступных прорывных технологий и решений в масштабе отдельных зданий и районов, что облегчит путь к будущим умным городам.

Таким образом, основными факторами развития ГЧП в области энергоэффективности в Европейском союзе являются различные правительственные субсидии, гранты и финансовые гарантии, а также высокое качество институциональной среды.

Для США примером одной из наиболее интересных государственных инициатив по развитию ГЧП проектов в области энергоэффективности может служить программа «Лучшие здания», которая позволила мобилизовать частный капитал, применяя такие инструменты, как энергосервисные контракты в качестве схемы осуществления проекта. В 2009 г. была создана инициатива супер-Энергосервиса, в рамках которой 16 энергосервисных компаний были допущены для осуществления подрядных работ и участия в государственных проектах. Каждый из 16-ти подрядчиков с неопределенными лимитами в отношении ЭСКО имеет верхний предел в размере 5 млрд. долл.

¹⁰³ Horizon Europe // European Commission. URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en (accessed: 20.06.2020).

Однако супер-ЭСКО не в полной мере реализовала свои цели в силу ряда факторов, в том числе проблем, связанных с оптимизацией процесса подачи заявок на участие в государственных проектах в рамках нового механизма для контрактов на поставку супер-ЭСКО.

США также последовательно реализуют меры по повышению энергоэффективности. Одним из последних примеров энергоэффективной политики может быть Инициатива климатически оптимизированных зданий (Climate Smart Buildings Initiative)¹⁰⁴, объявленная в 2022 году. Администрация Байдена-Харриса использует государственно-частное партнерство для модернизации федеральных зданий. Национальный план действий по энергоэффективности до 2025 года (National Action Plan for Energy Efficiency Vision for 2025)¹⁰⁵ также является государственно-частной инициативой, направленной на создание устойчивой национальной приверженности к энергоэффективности посредством совместных усилий газовых и электрических компаний, регулирующих органов коммунальных служб и других организаций.

В рамках инициативы «Лучшие здания» президент США подписал Меморандум о взаимопонимании, в котором все федеральные агентства стремились максимизировать свои существующие полномочия для использования контрактов, основанных на показателях производительности, установив минимум контрактов на сумму в 2 млрд. долл., которые, согласно плану, должны быть реализованы в течение следующих двух лет. Из-за характера ЭСК это обязательство в размере 2 млрд. долл. предоставляется не в форме авансирования, которое должно быть израсходовано федеральным правительством, а как рыночную возможность для ЭСКО, а также компаний,

¹⁰⁴ Climate smart buildings initiative // Federal Energy Management Program. URL: <https://www.energy.gov/femp/climate-smart-buildings-initiative> (accessed: 20.06.2020).

¹⁰⁵ National Action Plan for Energy Efficiency Vision for 2025: A Framework for Change // Environmental Protection Agency. URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/vision.pdf> (accessed: 20.06.2020).

которые сотрудничают с ЭСКО через энергосервисные контракты и другие инновационные структуры.

Примерами программам по повышению энергоэффективности в Канаде могут служить программа Enbridge Gas и некоторые другие. Enbridge Gas Distribution является газораспределительной компанией, которая работает в основном в Онтарио, Канада. Регулируемая коммунальная услуга программы энергоэффективности, тарифы, а также возмещение расходов согласовываются с Энергетическим советом Онтарио (ОЕВ). Enbridge обслуживает около 2 млн. клиентов, около 20% продаж приходится на промышленный сектор. Природный газ составляет 35% конечного потребления энергии в Онтарио.

Начиная с 1995 г., программа промышленной энергоэффективности Enbridge Gas функционирует в качестве программы обязательств сторонних лиц (или приобретения ресурсов), где ОЕВ требует экономии энергии и Enbridge работает с клиентами из производственного сектора для определения и реализации проектов. Стоимость программы возмещается за счет тарифов на природный газ, и Enbridge имеет право на дополнительный доход в случае достижения или превышения своих годовых целей.

Enbridge полностью выполнял или превышал свои цели по программам промышленной энергоэффективности в течение многих лет. В 2009 г. Enbridge удалось сохранить 804 млрд. БТЕ природного газа, или около 1% от общего объема промышленного спроса. Программа покрывала часть стоимости энергоаудита, а также предлагает специальные стимулы для реализации. Крупным клиентам программа поможет заплатить за менеджера энергии для объекта. Сотрудники Enbridge работают со своими клиентами. Хотя программы Enbridge охватывают только природный газ, компания начинает работать с некоторыми поставщиками электричества для более полных моделей доставки.

Существует много различных способов структурировать промышленные программы по повышению энергоэффективности на основе

ГЧП и много различных способов описания этих структур. В то время как тип программы ГЧП существенно влияет на структуру программы по эффективности, возможны вариации внутри каждого типа ГЧП. В Северной Америке программа «обязательства третьей стороны» (более известные там как «приобретение ресурсов»), как правило, финансируется за счет дополнительной платы с потребителей с долл.-кВт-ч-в или долл.-БТЕ-в ч. Эта плата, которую иногда называют системой льготных выплат (SBF), поступает через счета за коммунальные услуги, а затем поставщик коммунальных услуг направляет деньги на энергоэффективные программы. Программы обязательств третьей стороны почти всегда определяются правительственным мандатом либо через исполнительную, законодательную или регулируемую власть.

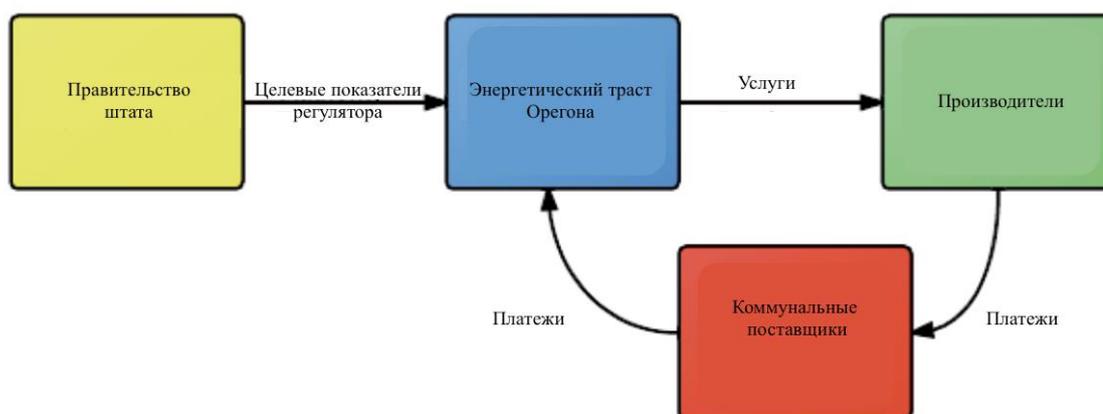


Рисунок 15 – Структура программы «Энергетический траст Орегона»
Источник: Foundations for efficiency: How industrial energy efficiency programs are built and structured in the U.S. and Canada. URL: https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Industrial_Summer_Study/2012/1-programmes-to-promote-industrial-energy-efficiency/foundations-for-efficiency-how-industrial-energy-efficiency-programs-are-built-and-structured-in-the-us-and-canada/

Этот мандат, как правило, предполагает целевые показатели по экономии энергии, иногда в сочетании с выбросом парниковых газов, или целевые показатели использования возобновляемых источников энергии. В программах, финансируемых за счет энергетических предприятий, зачастую

программа нацелена на экономию по единственному энергоносителю. Данная практика сложилась в результате исторических и политических соображений, однако не считается идеальной и не рекомендована экспертами. На рис. 15 показан пример обязательства третьей стороны программы на Energy Trust Орегон.

В этом примере программа реализуется посредством организации, которая отделена от поставщика коммунальных услуг и предоставляет финансовые средства. Поставщик электроэнергии собирает надбавки на эффективность и передает эти средства администратору программы. Затем администратор выполняет реализацию программы и передает результаты экономии электроэнергии правительству штата.

Enbridge Gas использует другую модель (рис. 16). Основное различие в том, что Enbridge реализует программу силами своих собственных сотрудников. В обоих случаях правительство установило целевые показатели экономии энергии, и поставщик коммунальных услуг отвечает за сбор платы от производственной базы через счета за коммунальные услуги. Большинство программ обязательств третьей стороны действуют в рамках модели, аналогичной этим двум. Другой тип программы показан на рис. 17.

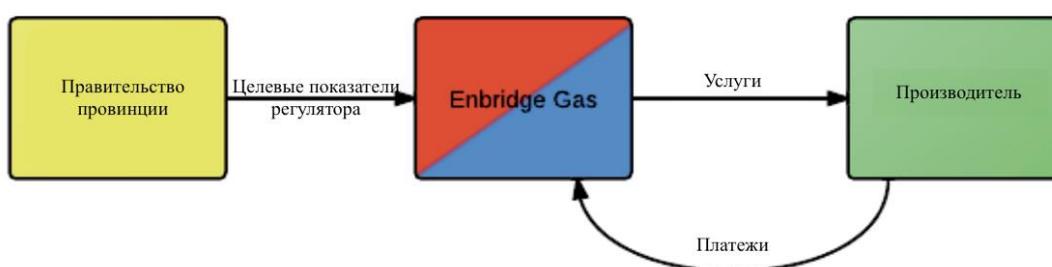


Рисунок 16 – Структура программы Enbridge Gas

Источник: Foundations for efficiency: How industrial energy efficiency programs are built and structured in the U.S. and Canada. URL: https://www.ecee.org/library/conference_proceedings/ecee_Industrial_Summer_Study/2012/1-programmes-to-promote-industrial-energy-efficiency/foundations-for-efficiency-how-industrial-energy-efficiency-programs-are-built-and-structured-in-the-us-and-canada/

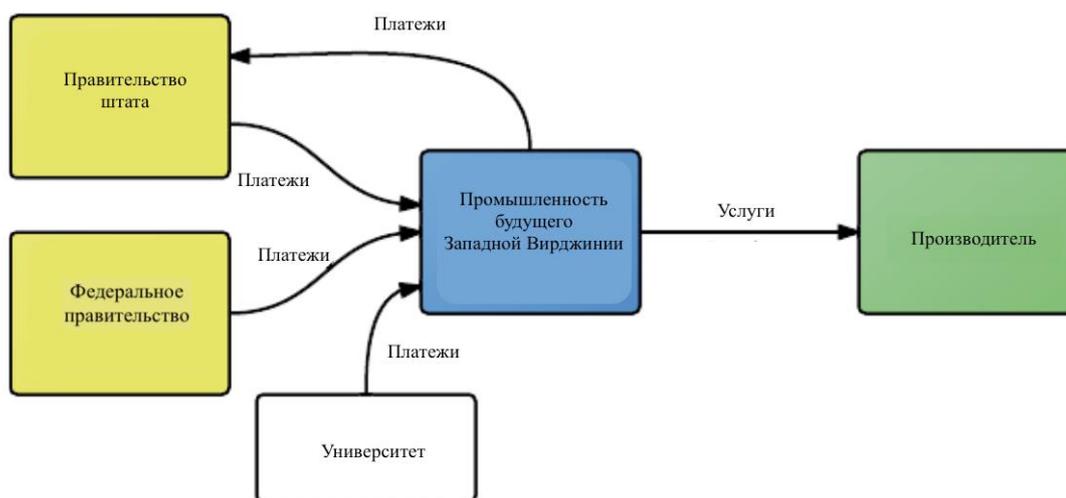


Рисунок 17 – Структура программы «Промышленность будущего Западной Вирджинии»

Источник: Foundations for efficiency: How industrial energy efficiency programs are built and structured in the U.S. and Canada. URL:

https://www.eceee.org/library/conference_proceedings/eceee_Industrial_Summer_Study/2012/1-programmes-to-promote-industrial-energy-efficiency/foundations-for-efficiency-how-industrial-energy-efficiency-programs-are-built-and-structured-in-the-us-and-canada/

Промышленность будущего Западной Вирджинии - программа технической поддержки. В такой программе нет целевых показателей экономии энергии. Вместо этого программа получает деньги из нескольких источников, в том числе от государственных и федеральных органов власти, от университета, в котором реализуется программа, а также других источников. В дополнение к технической помощи, предоставляемой производителям, данная программа также предполагает подготовку специалистов в университете и анализ программ для правительства штата. Поскольку данный тип программ не имеет общих источников финансирования, программы технической поддержки, как правило, отличаются друг от друга; две программы могут быть абсолютно не похожи одна на другую.

Таким образом, основным фактором развития ГЧП в США и Канаде является высокое качество институтов поддержки ГЧП, в частности,

использование сложных моделей взаимодействия между сторонами, включая элементы моделей совместного инвестирования и информационного сотрудничества, описанные в п.1.3.

Инновации в Китайской Народной Республике за последнее десятилетие помогли стране войти в ранг мировых лидеров по энергоэффективности. В период с 2000 по 2020 гг. энергоемкость улучшилась на 30% со значительным вкладом эффективности использования энергии. Эффективность в основных энергоемких секторах улучшилась на 19% – более быстрый темп, чем темп повышения энергоэффективности в странах, входящих в Международное энергетическое агентство (МЭА). Хотя Китай начинал с относительно энергоемкой позиции (на 65% выше, чем в странах МЭА в 2000 г.), приоритизация энергоэффективности в государственной политике помогла реализовать потенциал энергоэффективности, особенно в энергоемком секторе промышленности. Эти цели реализуются с использованием ГЧП с помощью четырех основных инструментов политики: (1) годовые цели, (2) провинциальные цели, (3) государственные расходы и (4) нормативные акты и стандарты. В этих целях приняты национальные законы: Закон об электроэнергетике, Закон о возобновляемых источниках энергии и Закон об энергосбережении. Эти законы конкретизируются в министерских постановлениях, руководящих указаниях, местных правилах и положениях, правилах саморегулирования отрасли и правилах внутреннего управления для каждой из государственных энергетических компаний и сетевых компаний. Широко используется концепция «испытательных» правил и процедур, когда новые концепции вводятся для комментариев заинтересованных сторон, прежде чем они станут полностью эффективными.

Общие государственные и частные инвестиции в энергоэффективность составили 249 млрд. долл. за первые четыре года 14-й пятилетки. Распределение этих инвестиций составило 29,8 млрд. долл. (12%) от центрального правительства, 6,9 млрд долл. (2,8%) от региональных правительств и 211,8 млрд. долл. (85%) из частных источников. Объем

инвестиций вырос в годовом исчислении в период с 2011 по 2014 г. (рис. 18). По оценкам Energy Research Institute (ERI), эти инвестиции привели к экономии средств в 199 млн т н.э.¹⁰⁶ Меры по улучшению энергоэффективности отвечали за 47% снижения энергоемкости. Однако, начиная с 2015 года, произошло снижение затрат центрального правительства на программы в области энергоэффективности, что свидетельствует о том, что Китай переходит от государственных стимулов к инвестициям частного сектора.



Рисунок 18 – Инвестиции в энергоэффективность в Китае, млрд. долл. США, 2011–2020

Источник: Составлено автором на основе данных World Bank Database и IEA Energy Balances

Однако, к сожалению, в КНР пока нет централизованной или последовательной системы мониторинга проектов ГЧП. Единственным источником данных является информация в базе данных Всемирного банка об участии частного сектора в инфраструктурных проектах¹⁰⁷. Эта база данных записывает все договорные соглашения, в которых частный бизнес берет на себя операционные риски, с привлечением и без привлечения инвестиций. На рис.19 приведена диаграмма общего объема инвестиций в ГЧП проекты как

¹⁰⁶ China Energy Transition Status Report 2020 // Sino-German Energy Transition Project. URL: https://www.energypartnership.cn/fileadmin/user_upload/china/media_elements/publications/China_Energy_Transition_Status_Report.pdf (accessed: 20.06.2020).

¹⁰⁷ World Bank private participation in infrastructure database // World Bank. URL: <http://ppi.worldbank.org/> (accessed: 20.06.2023).

пример информации, которая может быть получена на основе этой базы данных.

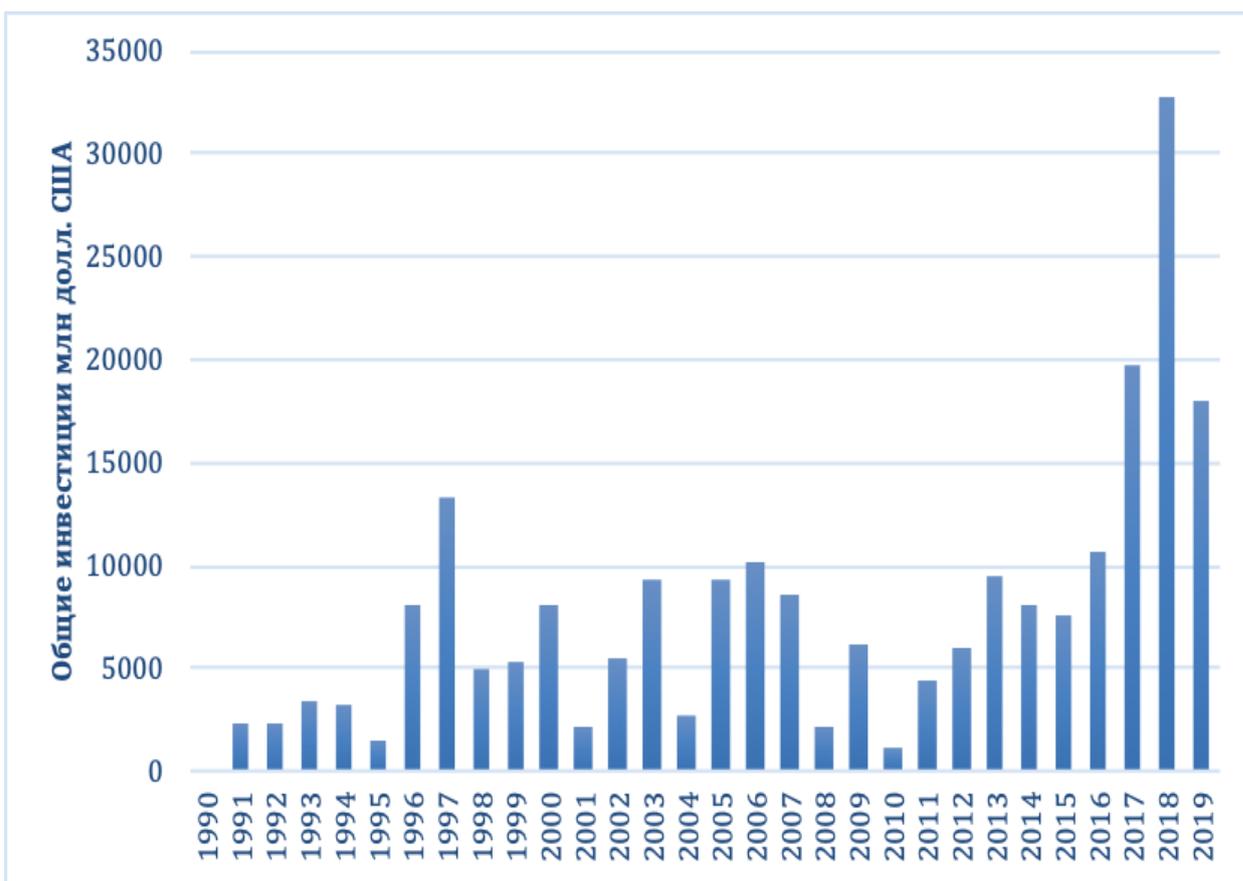


Рисунок 19 – Динамика ГЧП-инвестиций в Китае

Источник: Public Participation in Infrastructure

URL: <https://ppi.worldbank.org/en/visualization>

Аналогичная ситуация складывается и по другим развивающимся странам: в отсутствии надежных и доступных систем мониторинга реализации ГЧП проектов в области энергоэффективности, исследование факторов развития данного типа проектов возможно только с помощью статистических методов.

2.2 Макроэкономические факторы развития ГЧП в секторе энергетики в развивающихся странах

Целью настоящего параграфа является изучение интенсивности реализации и технологической структуры крупных инфраструктурных проектов ГЧП в секторе электроэнергетики и природного газа в развивающихся странах с низким уровнем доходов (1 035 долл. США и ниже), с доходами ниже среднего уровня (1 036 – 4 085 долл. США), с доходами выше среднего уровня (4 086 – 12 615 долл. США).

Информационной базой исследования послужили данные Всемирного банка, а именно база данных Private Participation in Infrastructure (PPI), которая содержит панельные данные об инфраструктурных проектах ГЧП в 137 странах с низким и средним уровнем дохода за период с 1990 по 2016 год <https://ppi.worldbank.org/en/customquery>. Структура базы данных позволяет формировать пользовательские запросы о проектах с разбивкой на отдельные сектора, в том числе сектор Energy (энергетика), который, в свою очередь, может быть декомпозирован на подсектора Electricity (электроэнергетика) и Natural Gas (природный газ). В рамках каждого подсектора также возможно разбиение проектов на категории. В подсекторе Electricity это разбиение на Generation (генерация), Transmission (передача), Distribution (распределение), а также на различные сочетания генерации и передачи/распределения электроэнергии. В подсекторе Natural Gas возможно разбиение проектов на Transmission (передача) и Distribution (распределение). Кроме того, использовались стандартные наборы данных Всемирного банка по ВВП, количеству населения, доступу к электричеству и т.д. Учитывая тот факт, что из 137 стран, представленных в базе PPI, только 107 выполняли проекты ГЧП в энергетическом секторе, общая выборка составила 107 наблюдений.

Для оценки уровня инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики в данном исследовании использовался относительный показатель, который

позволяет учитывать размер экономики страны, а именно отношение объёма инвестиций за весь рассматриваемый период к ВВП страны. Такой подход позволяет обеспечить сопоставимость полученных результатов исследований с исследованиями других авторов, проведенными без учета отраслевой направленности проектов ГЧП¹⁰⁸. Под технологическим профилем проектов ГЧП в данном исследовании понимается множество значений в диапазоне от 0 до 1, каждое из которых представляет собой долю проектов, реализуемых по определенной технологии (например, проектов по строительству солнечных фотовольтаических объектов), в общем количестве проектов ГЧП в секторе электроэнергетики.

Учитывая, что все количественные показатели из используемых нами баз данных не имели нормального распределения, в исследовании были использованы методы непараметрической статистики, а именно тест Краскела–Уоллиса, тест Мана–Уитни, таблицы кросс-табуляции и непараметрическая корреляция¹⁰⁹. Кроме того, в работе использовался кластерный анализ для выявления общности и различий стран по технологическому профилю проектов в секторе электроэнергетики. Кластерный анализ проводился методом k-средних с использованием иерархических алгоритмов кластеризации. В качестве меры расстояния между объектами кластера использовалось евклидово расстояние. Все непараметрические тесты и кластерный анализ были выполнены в пакете прикладных программ STATISTICA 12.0.

В результате проведения серии тестов Краскела–Уоллиса было выявлено, что различия между странами по уровню дохода влияют на интенсивность инвестиций в проекты ГЧП в энергетике в целом. Так, согласно расчетам, значение критериальной статистики $H=7,166$, а ее уровень

¹⁰⁸ Yurdakul H., Kamaşak R., Yazar Öztürk T. Macroeconomic drivers of Public Private Partnership (PPP) projects in low income and developing countries: A panel data analysis // Borsa Istanbul Review. 2022. Vol. 22, Iss.1. P. 37–46.

¹⁰⁹ Ратнер С. В. Непараметрические методы статистического анализа данных в задачах управления качеством: учеб. пособие. Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. 115 с.

статистической значимости $p=0,0278$ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1), что говорит о статистической значимости различий между группами на уровне $p=0,05$.

После выявления статистических различий, следующий этап анализа состоял в построении коробчатых диаграмм (Boxplots) (рис. 20). В результате данного этапа было выявлено, что страны с низким уровнем дохода ожидаемо демонстрируют наименьшую среднюю интенсивность инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики, в странах с доходом ниже среднего эта интенсивность существенно возрастает, а в странах с доходом выше среднего опять снижается. Таким образом влияние уровня дохода страны на интенсивность инвестиций в ГЧП проекты в сфере энергетики является нелинейным.

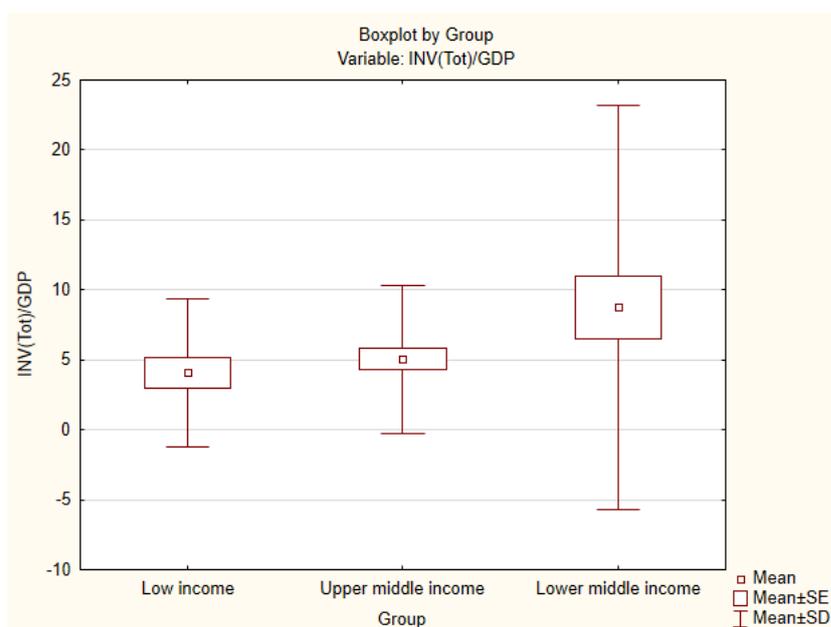


Рисунок 20 – Различия в интенсивности инвестиций в проекты ГЧП по уровню дохода страны. *Источник: расчеты автора*

Похожий результат получается при проведении теста Краскела–Уоллиса для оценки влияния различий между странами по уровню дохода на интенсивность инвестиций в проекты ГЧП в секторе электроэнергетики (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1.) Значение критериальной статистики $H=7,0844$, а ее уровень статистической значимости $p=0,0290$ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1), что говорит о статистической значимости различий между группами на уровне

$p=0,05$. Рис. 21 показывает, что влияние уровня дохода страны на интенсивность инвестиций в ГЧП проекты в сфере электроэнергетики также является нелинейным.

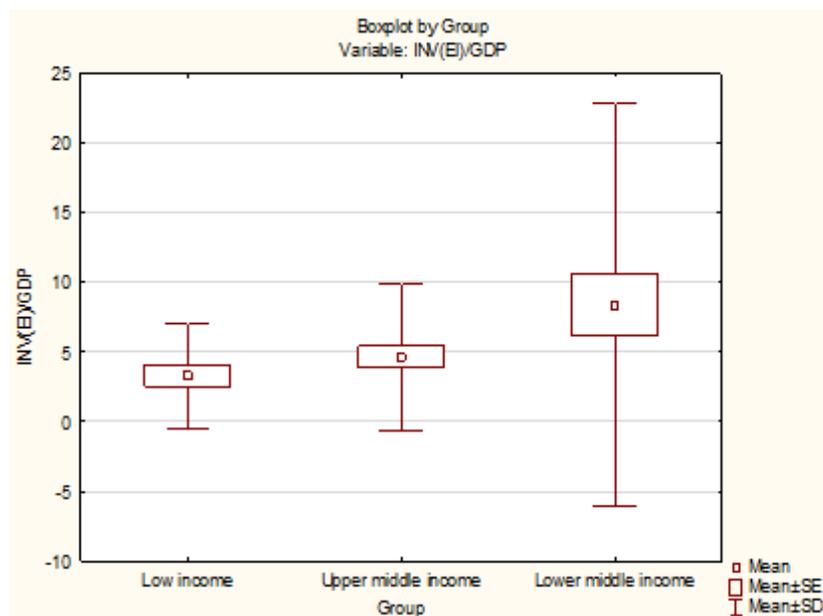


Рисунок 21 – Различия в интенсивности инвестиций в проекты ГЧП в секторе электроэнергетики по уровню дохода страны. *Источник: расчеты автора*

Между тем, статистически значимых различий между странами по уровню дохода в интенсивности инвестиций в проекты ГЧП в секторе природного газа не выявлено (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1).

В результате проведения серии тестов Краскела–Уолиса по оценке влияния уровня дохода страны на технологический профиль проектов было выявлено, что уровень дохода страны имеет статистически значимое влияние на уровне $p=0,1$ на долю проектов ГЧП в электросетевом хозяйстве (по трансмиссии и дистрибуции) в общем количестве проектов в электроэнергетике (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1) Как показывает анализ выявленных различий с помощью коробчатых диаграмм (рис. 22), страны с низким уровнем дохода имеют наименьшую долю проектов в электросетевом хозяйстве, в странах с доходом ниже среднего эта доля существенно

возрастает, а в странах с доходом выше среднего доля таких проектов является наибольшей. Таким образом влияние уровня дохода страны на долю проектов ГЧП в электросетевом хозяйстве имеет характер, близкий к линейному.

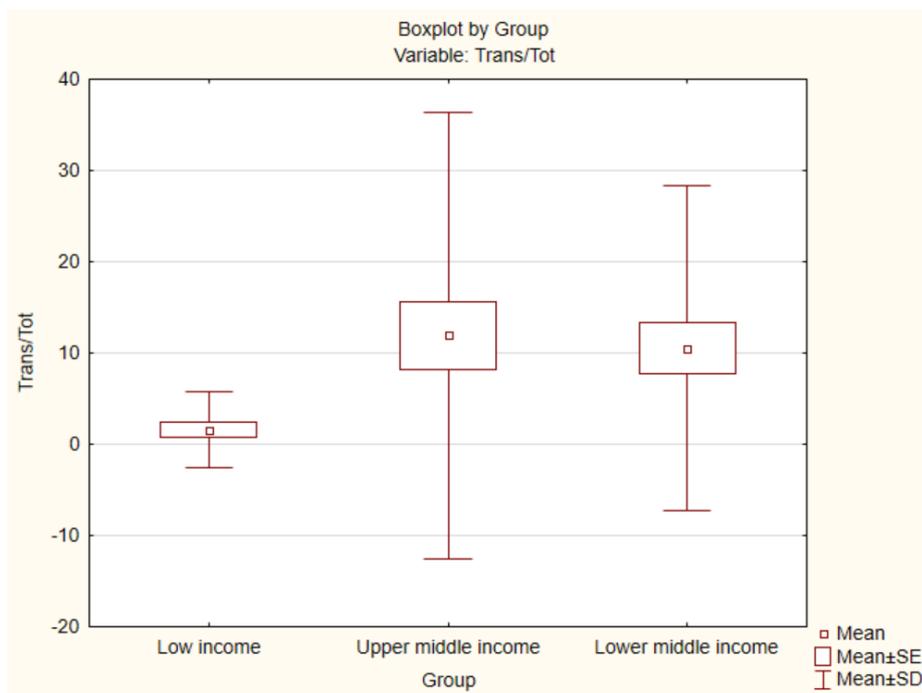


Рисунок 22 – Различия в доле проектов ГЧП в электросетевом хозяйстве (по трансмиссии и дистрибуции) по уровню дохода страны. *Источник: расчеты автора*

Кроме того, было выявлено, что различия в уровне дохода стран оказывают влияние на технологическую структуру ГЧП в секторе генерации электроэнергии, а именно, наблюдаются статистически значимые различия (на уровне выше $p=0,05$) в доле проектов в области ветровой энергетики (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1). Характер выявленных различий (рис. 23) также близок к линейному. Страны с низким уровнем дохода имеют наименьшую долю ветровых проектов, в странах с доходом ниже среднего эта доля гораздо выше, а в странах с доходом выше среднего доля таких проектов является наибольшей.

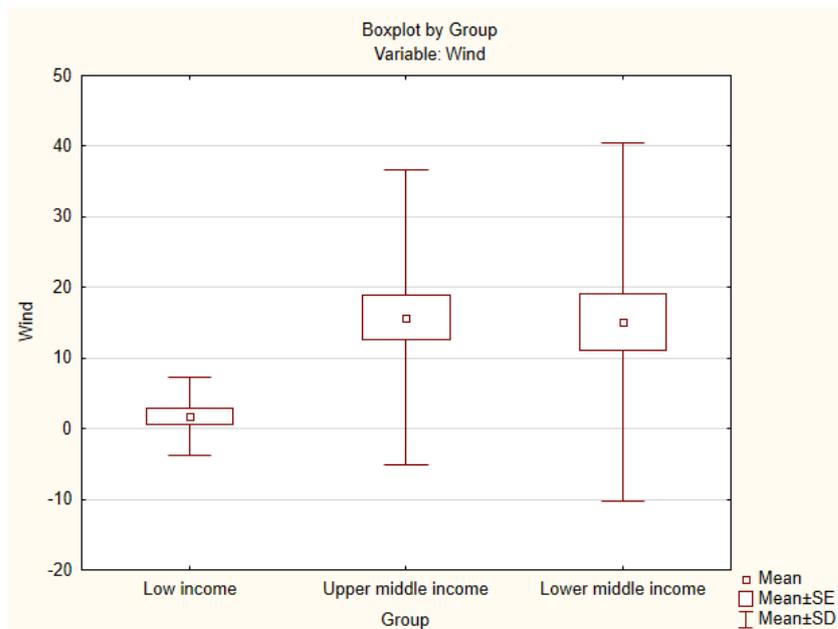


Рисунок 23 – Различия в доле ветровых проектов ГЧП по уровню дохода страны. *Источник: расчеты автора*

В результате кластеризации стран по технологическому спектру ГЧП в сфере электрогенерации было выделено 4 группы стран. При разбиении на 4 кластера, с одной стороны, свой вклад в кластеризацию вносит наибольшее количество переменных (5 из 11), с другой стороны, количество кластеров обозримо и позволяет дать логичную интерпретацию и позволяет выявить наиболее существенные развития между группами стран (рассчитанные значения критериальных статистик приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А, табл. 2).

Эти четыре кластера были определены как кластер стран с преобладанием ГЧП-проектов по фотовольтаике (кластер 1), кластер стран с преобладанием ГЧП проектов по природному газу и дизелю (кластер 2), кластер стран с наиболее диверсифицированной технологической структурой проектов с акцентом на малую гидроэнергетику и ветровую энергетику и кластер стран с преобладанием ГЧП по большой гидроэнергетике (различия в средних между кластерами по каждой переменной приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А, рис. 1).

Первый кластер с преобладанием ГЧП-проектов по фотовольтаике включает в себя 25 стран: Азербайджан, Болгарию, Бурунди, Гвинею, Египет,

Замбию, Иордан, Иран, Китай, Конго, Малави, Малайзию, Мали, Мексику, Мозамбик, Намибию, Сент-Китс и Невис, Таиланд, Украину, Узбекистан, Чад, Эль-Сальвадор, Эсватини, ЮАР, Ямайку (рис. 24).

Второй кластер с преобладанием ГЧП-проектов по природному газу и дизелю включает 28 стран: Алжир, Анголу, Армению, Афганистан, Бангладеш, Боливию, Ботсвану, Венесуэлу, Гаити, Гамбию, Гану, Ирак, Йемен, Камбоджу, Коморы, Кот-д’Ивуар, Кубу, Ливан, Мьянму, Нигерию, Сенегал, Сьерра-Леоне, Танзанию, Того, Тонгу, Тунис, Фиджи, Эфиопию.

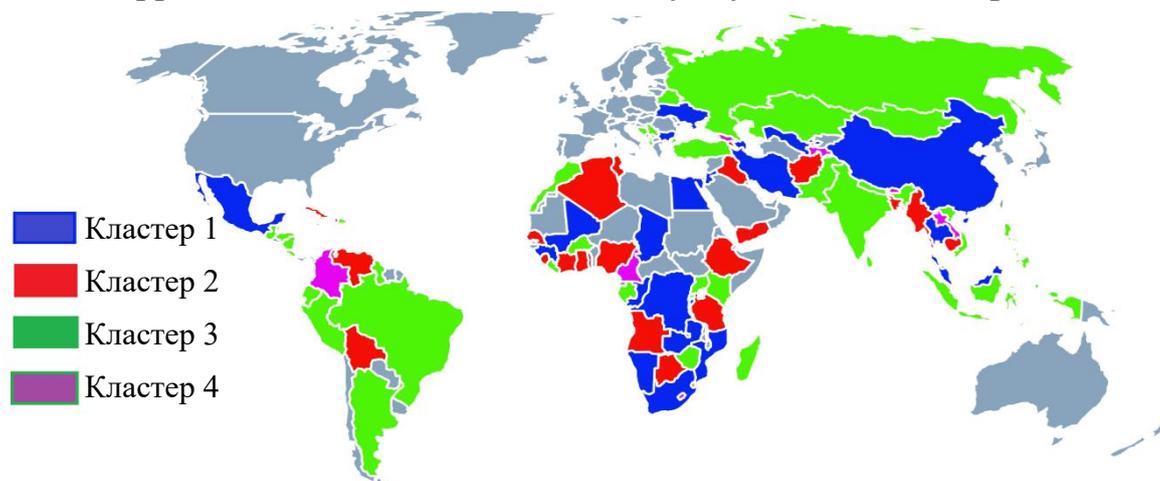


Рисунок 24 – Кластеры технологического профиля ГЧП на карте мира.
Источник: составлено автором по Базе данных Мирового банка *Public Participation in Infrastructure* URL: <https://ppi.worldbank.org/en/visualization>

Третий кластер с наиболее диверсифицированной технологической структурой проектов с акцентом на малую гидроэнергетику и ветровую энергетику включает 45 стран, таких как: Албания, Аргентина, Беларусь, Белиз, Босния и Герцеговина, Бразилия, Буркина-Фасо, Восточный Тимор, Вьетнам, Габон, Гайана, Гватемала, Гондурас, Джибути, Доминиканская Республика, Зимбабве, Индия, Индонезия, Кабо-Верде, Казахстан, Кения, Косово, Коста-Рика, Либерия, Маврикий, Мадагаскар, Малайзия, Марокко, Монголия, Непал, Никарагуа, Пакистан, Перу, Россия, Руанда, Сан-Томе и Принсипи, Северная Македония, Сербия, Соломоновы Острова, Турция, Уганда, Шри-Ланка, Филиппины, Черногория, Эквадор.

Четвертый кластер (преобладание ГЧП по большой гидроэнергетике), наоборот, является самым малочисленным и состоит всего из 8 стран. Это

Бутан, Доминика, Камерун, Колумбия, Грузия, Лаос, Лесото, Таджикистан.

Наличие статистически значимых различий между получившимися кластерами стран по уровню дохода были проверены с помощью таблиц кросс-табуляций. Обе переменные - номер кластера и уровень дохода – рассматривались как номинальные. Результаты расчетов χ^2 – статистики Пирсона и χ^2 – статистики по методу максимального правдоподобия приведены в табл. 3 ПРИЛОЖЕНИЯ А. Они показывают наличие статистически значимой взаимосвязи между выделенными кластерами и уровнем дохода стран в классификации Всемирного Банка.

Анализ двухвходовой таблицы кросс-табуляции (ПРИЛОЖЕНИЕ А, рис. 2) показывает, что кластер 1 имеет наибольшую долю стран с уровнем дохода Upper middle (48%), за ним следует третий кластер с долей стран с уровнем дохода Upper middle (43,18%). Кластер 2 имеет наибольшую долю стран с уровнем дохода Low (32,14%), за ним следует первый кластер с долей стран с уровнем дохода Low – 28%. Таким образом можно сделать вывод о том, что для стран с уровнем дохода выше среднего характерен либо первый (акцент на фотовольтаику), либо третий (диверсифицированная структура с акцентом на малую гидроэнергетику и ветровую энергетику) технологический профиль проектов ГЧП в сфере электрогенерации. Для стран с низким уровнем дохода характерен либо второй (акцент на природный газ и дизель), либо первый (акцент на фотовольтаику) технологический профиль. Учитывая ранее полученные выводы о том, что уровень дохода страны также влияет на количество и объем проектов в секторе передачи и распределения энергии (электросетевом хозяйстве), очевидно, что страны с низким уровнем дохода больше ориентируются на распределенную генерацию на основе фотовольтаики и газодизельных генераторов.

Кроме того, нами была исследована роль стран-спонсоров в развитии ГЧП в сфере энергетики. Для этого по каждой стран был произведен подсчет количества стран, участвующих в качестве спонсоров в проектах ГЧП (масштаб проекта при этом не учитывался).

В результате данного исследования было выявлено, что наиболее активные страны по участию в ГЧП проектах в сфере энергетики за пределами своей собственной страны – это США, Франция и Великобритания (отметим, что подчитывалось участие не просто в количестве зарубежных проектов, а число стран, для которых данная страна являлась спонсором проектов ГЧП в сфере энергетики).

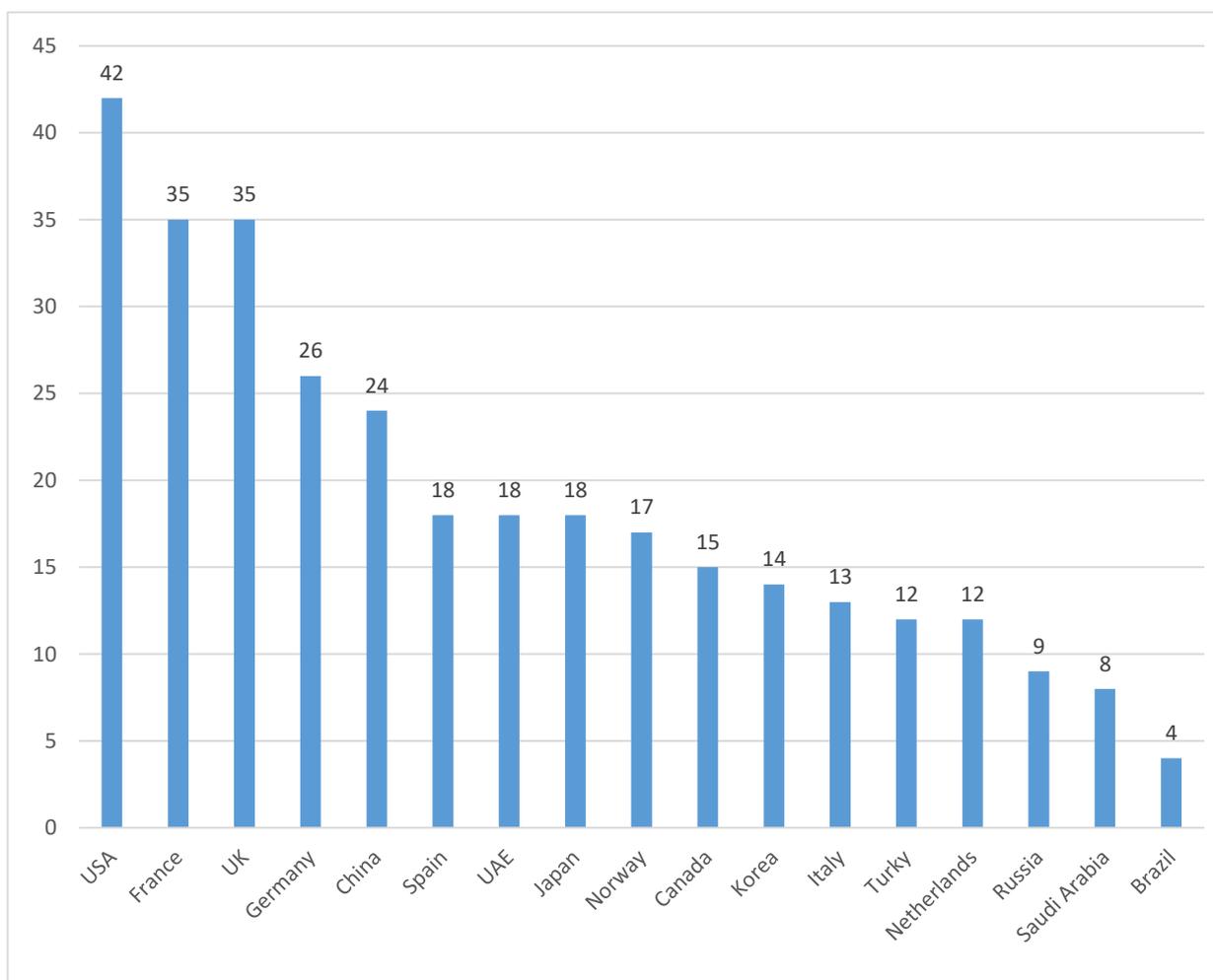


Рисунок 25 – Количество спонсируемых стран в ГЧП в энергетике
 Источник: расчеты автора

Как показал расчет непараметрических коэффициентов корреляции, количество стран, спонсирующих проекты ГЧП в сфере энергетики ожидаемо положительно коррелирует и с интенсивностью реализации ГЧП проектов (отношение общей суммы ГЧП к ВВП страны), а также с количеством реализованных проектов, и со средней суммой инвестиций в проект (ПРИЛОЖЕНИЕ А, рис. 3). Кроме того, наблюдается корреляция со

структурой технологического портфеля проектов ГЧП по типу электрогенерации (ПРИЛОЖЕНИЕ А, рис. 4). Самая высокая корреляция с долей угольных проектов и ветровых проектов. Самая низкая – с долей проектов в большой гидроэнергетике и долей биоэнергетических проектов. Нет корреляции с долями газовых проектов и атомных проектов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее интенсивное международное сотрудничество осуществляется при внедрении самых простых энергетических технологий и самых инновационных. Вероятно, это можно объяснить масштабами проектов: генерирующие мощности на основе угля и на основе ветра вполне могут быть относительно небольшими, тогда как атомные проекты и проекты в большой гидроэнергетике, как правило, бывают крупномасштабными.

2.3 Оценка вклада ГЧП-проектов в рост энергоэффективности: сравнение показателей стран ЕАЭС и других развивающихся стран

Для оценки влияния ГЧП-проектов в энергетической сфере на динамику энергоэффективности национальных экономик нами также была проведена серия непараметрических тестов. Динамика энергоэффективности изучаемых стран оценивалась по данным Всемирного банка по показателю ВВП на кг нефтяного эквивалента используемой энергии (GDP per unit of energy use (constant 2017 PPP \$ per kg of oil equivalent)). Мы рассчитывали разницу (переменная *Diff*) в процентах между показателями 1990 года (начальный период реализации проектов ГЧП) и последними имеющимися данными для каждой страны¹¹⁰. Кроме того, для оценки динамики энергоэффективности на качественном уровне (произошел рост или произошло снижение) мы использовали переменную *Diff(sign)*, значение которой для каждой страны соответствует знаку показателя *Diff*.

¹¹⁰ Так как база данных Всемирного банка содержит данные по энергоэффективности не по всем странам, выборка сократилась до 90 стран.

Тест Краскела–Уоллиса показал наличие различий в динамике энергоэффективности между странами, принадлежащим разным группам по уровню дохода. Значение критериальной статистики $H=8,63787$, а ее уровень статистической значимости $p=0,0133$ (ПРИЛОЖЕНИЕ А, табл. 1). Это говорит о статистической значимости различий между группами на уровне $p=0,05$. Построение и анализ коробчатой диаграммы показывает, что в группе стран с доходом ниже среднего больше всего стран повысили свою энергоэффективность (рис. 26). Заметим, что в этой группе вообще не оказалось стран, чья энергоэффективность бы снизилась за исследуемый период. В группе стран с доходом выше среднего этот показатель ниже, а в группе стран с низким уровнем дохода – самый низкий.

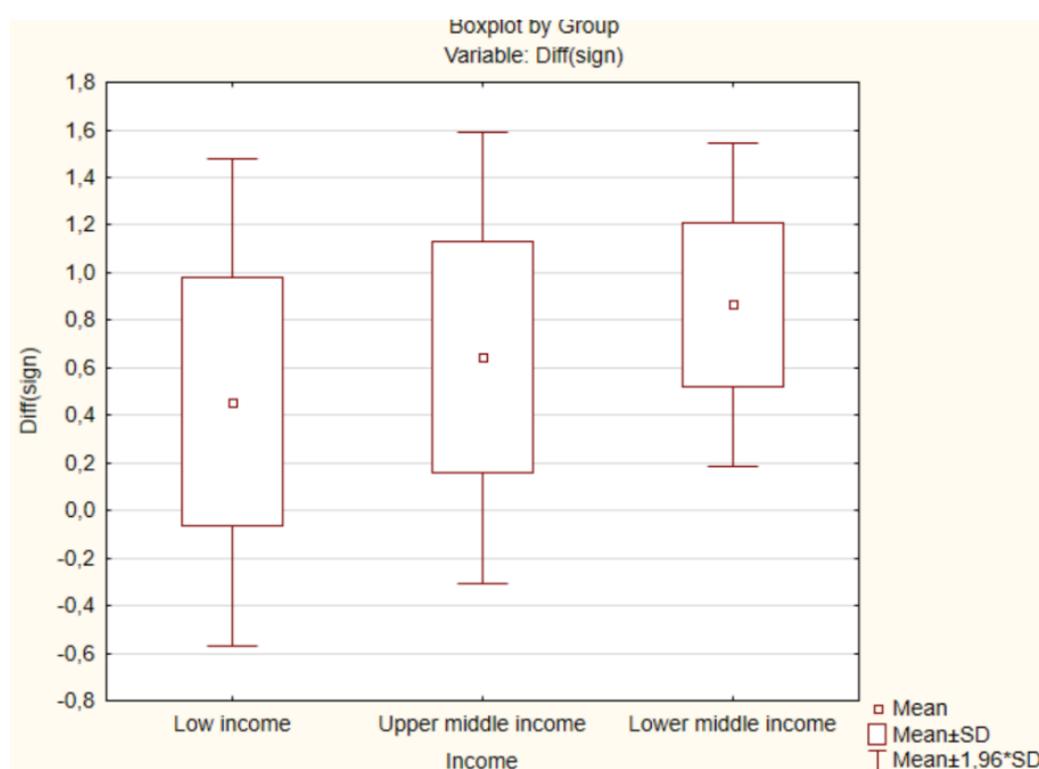


Рисунок 26 – Различия в росте энергоэффективности по уровню дохода страны

Источник: расчеты автора

Результаты расчетов коэффициентов непараметрической корреляции свидетельствуют о наличии статистически значимой положительной связи между ростом энергоэффективности и долей проектов в секторе передачи и

распределения электроэнергии, т.е. в электросетевом хозяйстве: коэффициент ранговой корреляции Спирмена между этими показателями равен 0,28, уровень статистической значимости $p < 0,05$. Подобная взаимосвязь выявлена между технологической структурой портфеля проектов ГЧП и ростом энергоэффективности: наблюдается слабая положительная корреляция между ростом энергоэффективности и долей ветровых ГЧП-проектов ($R=0,232$; $p < 0,05$) и слабая отрицательная корреляция между ростом энергоэффективности (измеренном как в количественном, так и в качественном выражении) и долей проектов по генерации на основе природного газа и дизеля (ПРИЛОЖЕНИЕ А, рис. 5).

Однако было бы не вполне корректно делать вывод о том, что высокая доля проектов в электросетевом хозяйстве, так же, как и высокая доля ветровых проектов является причиной роста энергоэффективности экономики страны, а высокая доля проектов в секторе генерации на основе природного газа и дизеля – является причиной снижения энергоэффективности экономики. Так как энергоэффективность экономики зависит не только от сектора генерации энергии и электросетевого хозяйства, но и практически от всех других отраслей экономики, а также ее отраслевой структуры, выявленное нами влияние объясняет лишь малую долю изменений в энергоэффективности.

Кроме того, направление причинно-следственной связи также не вполне ясно. Положительная корреляция может объясняться и тем, что страны, выбравшие курс на рост энергоэффективности, и имеющие четкие государственные политики в этом направлении, отдают предпочтение определенным технологиям при выборе ГЧП-проектов. Эта последняя гипотеза подтверждается результатами серии непараметрических тестов Манна-Уитни, которые используются для оценки различий в технологической структуре портфеля ГЧП – проектов между группами стран, разделенных на две группы в зависимости от знака изменений энергоэффективности (табл. 9).

Таблица 9 - Результаты теста Манна–Уитни по различиям в технологической структуре ГЧП-проектов между странами с разными направлениями изменений энергоэффективности

Переменная	Z-статистика	P-уровень Z статистики	Z-adjusted	p-уровень Z-adjusted
Доля угольных проектов	0,69882	0,484667	0,86212	0,388624
Доля проектов большой гидроэнергетики	0,60979	0,541998	0,70606	0,480153
Доля проектов малой гидроэнергетики	0,76113	0,446579	0,85962	0,389997
Доля геотермальных проектов	-0,07122	0,943225	-0,10686	0,914901
Доля биоэнергетических проектов	0,93027	0,352231	1,16245	0,245055
Доля ветровых проектов	2,04304	0,041050	2,18410	0,028956
Доля концентрированных солнечных проектов	0,06677	0,946768	0,11735	0,906583
Доля фотовольтаических солнечных проектов	-0,29822	0,765535	-0,31228	0,754832
Доля проектов «мусор – в энергию»	1,01039	0,312309	1,41611	0,156743
Доля газовых и дизельных проектов	-2,44808	0,014362	-2,49576	0,012569
Доля атомных проектов	0,22700	0,820421	0,88901	0,0374000

Источник: расчеты автора

На уровне статистической значимости $p=0,05$ выявлены различия между группой стран, в которых произошел рост энергоэффективности, и группой стран в которых произошло снижение энергоэффективности, по доле ветровых проектов и по доле проектов в генерации на основе природного газа и/или дизеля. В странах с растущей энергоэффективностью доля ветровых проектов выше, а доля проектов на основе природного газа и/или дизеля – ниже. По другим технологиям генерации электроэнергии статистически значимых различий между странами с растущей и снижающейся энергоэффективностью не выявлено.

Кроме того, непараметрический корреляционный анализ показал, что существует слабая положительная корреляция ($R=0,22$, $p<0,05$) количества спонсоров с ростом энергоэффективности экономики (ПРИЛОЖЕНИЕ А, рис. 6).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что уровень дохода страны является важным макроэкономическим фактором, оказывающим влияние на количество и объём инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики в развивающихся странах, а также на технологическую структуру портфеля проектов. Причем влияние данного фактора на количество и объём инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики является нелинейным, а на технологическую структуру – линейным. Наиболее высокая интенсивность инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики наблюдается в странах с доходом ниже среднего (Low middle income). Влияние на уровень дохода страны на технологическую структуру портфеля ГЧП-проектов проявляется в двух аспектах: 1) в росте доле проектов в электросетевом хозяйстве по мере роста уровня дохода страны; 2) в росте доли ветровых проектов по мере роста уровня дохода страны.

В результате кластеризации стран по технологическому спектру ГЧП в сфере электрогенерации было выделено 4 группы стран: 1) кластер стран с преобладанием ГЧП-проектов по фотовольтаике; 2) кластер стран с преобладанием ГЧП проектов по природному газу и дизелю; 3) кластер стран с наиболее диверсифицированной технологической структурой проектов с акцентом на малую гидроэнергетику и ветровую энергетику и 4) кластер стран с преобладанием ГЧП по большой гидроэнергетике. При этом для стран с уровнем дохода выше среднего характерен либо первый (акцент на фотовольтаику), либо третий (диверсифицированная структура с акцентом на малую гидроэнергетику и ветровую энергетику) технологический профиль проектов ГЧП в сфере электрогенерации. Для стран с низким уровнем дохода характерен либо второй (акцент на природный газ и дизель), либо первый (акцент на фотовольтаику) технологический профиль.

Что касается влияния проектов ГЧП на рост энергоэффективности экономики страны в целом, то можно говорить о том, что реализация проектов в электросетевом хозяйстве, а также реализация ветровых проектов больше всего коррелируют с ростом энергоэффективности. Реализация проектов ГЧП

в секторе генерации электроэнергии на основе дизеля и/или природного газа меньше всего способствуют росту энергоэффективности экономики в целом. Несмотря на то, что речь не идет о прямой зависимости ГЧП-проектов по генерации на основе природного газа/дизеля и отсутствием роста энергоэффективности экономики, государственным структурам следует более избирательно подходить к выбору технологий, которые составляют основу энергетических ГЧП-проектов. В современной ситуации, когда энергетический переход является мейнстримом развития мировой экономики, реализация ГЧП-проектов на основе устаревших энергетических технологий снижает способность страны к достижению целей глобальной климатической политики.

Проведем более подробный анализ реализованных инфраструктурных энергоэффективных проектах в странах – членах Евразийского экономического союза. Анализируя данные Всемирного банка, можно отметить, что из государств членов ЕАЭС наименьшее количество проектов ГЧП в сфере энергетики за исследуемый период было реализовано в Кыргызской Республике (1 проект) и в Республике Беларусь (6 проектов). Единственный реализованный проект в Кыргызстане – это проект по строительству распределительной газовой сети при спонсорстве России на сумму 40 млн. долл. Тем не менее, Кыргызстану удалось существенно повысить энергоэффективность своей экономики, которая возросла в 2,43 раза с показателя 3\$ на кг нефтяного эквивалента в 1990 году до показателя 7,3\$ на кг нефтяного эквивалента в 2019 году (последние имеющиеся данные) (рис. 27).

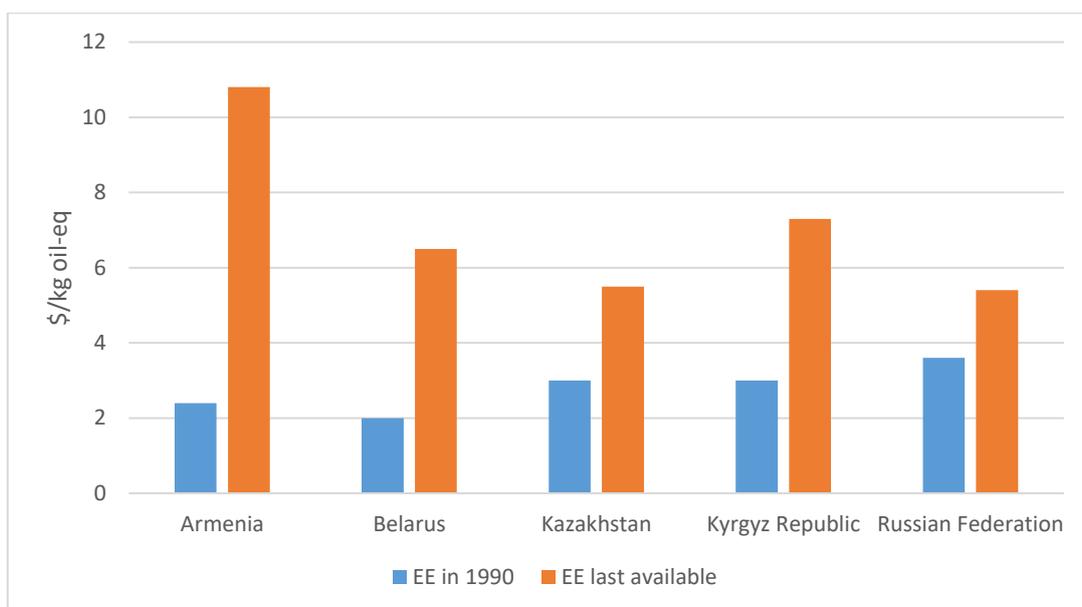


Рисунок 27 – Рост энергоэффективности экономик стран-участник ЕЭАС за период 1990-2019 гг.

Источник: Составлено автором по данным Всемирного банка

В Республике Беларусь был реализован один проект в сфере электроэнергетики (электрогенерация на основе биомассы) и 5 проектов в газовой сфере на общую сумму 5500 млн. долл. Отличительной чертой реализации ГЧП проектов в Республике Беларусь является отсутствие стран-спонсоров. Т.е. все проекты были реализованы Правительством Республики и национальными компаниями. Вклад ГЧП проектов в рост энергоэффективности экономики Республики можно оценить, как положительный: энергоэффективность экономики страны возросла с 2 \$ на кг нефтяного эквивалента в 1990 году до 6 \$ на кг нефтяного эквивалента в 2019 году (в 3,25 раз).

Самое большое количество ГЧП в сфере энергетики, ожидаемо, было реализовано в России (103 проекта на общую сумму 49119 млн. долл.), из которых подавляющее большинство (100 проектов) – в сфере электроэнергетики. 81 проект был реализован в сфере электрогенерации: 16 угольных, 4 в области большой гидроэнергетики, 6 в области генерации на основе биомассы/биогаза, 7 ветровых, 19 солнечных (фотовольтаика) и

наибольшее количество – 31 – генерация на основе природного газа). Еще 19 проектов было реализовано в сфере передачи электроэнергии (модернизация и строительство электросетей). Странами - спонсорами проектов выступали Италия, Турция, Германия, Финляндия, Франция, Бразилия и Китай. Однако вклад ГЧП проектов в повышение энергоэффективности экономики не столь значителен как в других странах: энергоэффективности экономики России возросла с 3,6 \$/кг нефтяного эквивалента в 1990 году всего до 5,4 \$/кг нефтяного эквивалента в 2019 году (в 1,5 раза). Заметим, что это самый низкий показатель роста энергоэффективности среди всех стран – членов ЕАЭС.

В Казахстане за исследуемый период было реализовано 59 проектов на общую сумму 3045 млн. долл. 58 проектов было реализовано в сфере электроэнергетики (32 проекта по генерации и 23 по передаче электроэнергии) и лишь 1 проект – в газовой сфере. Из проектов по генерации подавляющее число (22 проекта) относятся к угольной генерации, один – в большой гидроэнергетике, 2 ветровых и 10 солнечных (фотовольтаика). Странами – спонсорами проектов выступали Великобритания, США, Россия, Китай, Франция, ОАЭ и Германия. Вклад ГЧП проектов в рост энергоэффективности достаточно скромный: с 1990 года энергоэффективность экономики Казахстана возросла с показателя 3 \$/кг нефтяного эквивалента до 5,5 \$/кг нефтяного эквивалента (в 1,8 раза).

Безусловным лидером по росту энергоэффективности между странами – членами ЕАЭС является Республика Армения. Ее энергоэффективность возросла за исследуемый период в 4,5 раза: с показателя 2,4 \$/кг нефтяного эквивалента до 10,8 \$/кг нефтяного эквивалента. За исследуемый период в Республике было реализовано 14 ГЧП проектов в сфере энергетики, причем все 14 – в сфере электроэнергетики. 7 проектов было реализовано в сфере генерации электроэнергии (2 относятся к большой гидроэнергетике, 1 солнечный (фотовольтаика), 1 атомный и 3 проекта генерации на основе природного газа) и еще 7 проектов – в сфере передачи электроэнергии.

Странами – спонсорами проектов выступали Россия, США, Германия, Италия и Испания.

Также следует заметить, что Республика Армения является лидером среди стран-членов ЕЭАС по интенсивности реализации ГЧП проектов (сумма инвестиций как доля ВВП) в сфере энергетики (рис. 28)

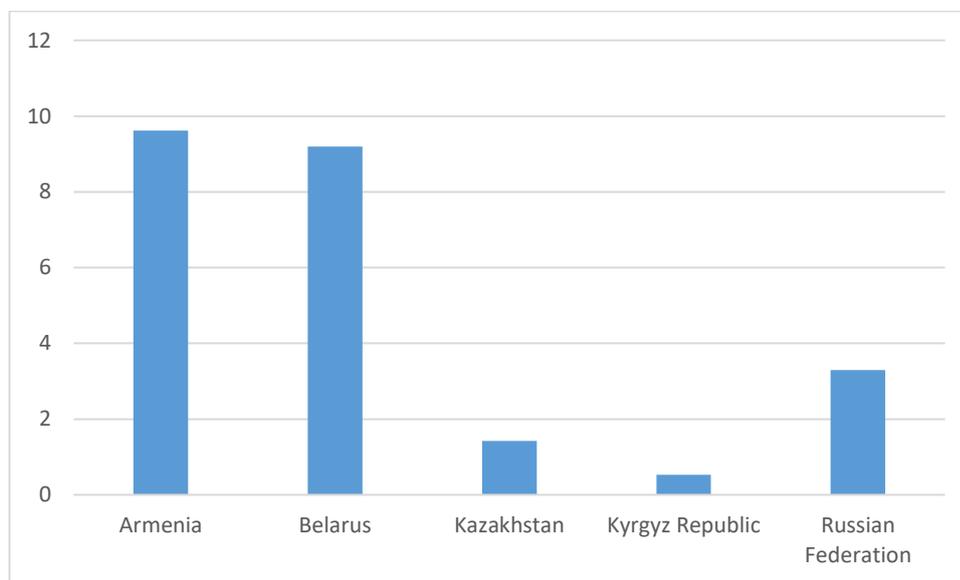


Рисунок 28 – Интенсивность реализации ГЧП проектов в сфере энергетики в странах – членах ЕАЭС в период 1991 – 2016 гг.

Источник: составлено автором на основе данных Всемирного банка

Низкие показатели вклада инфраструктурных энергоэффективных проектов ГЧП в рост энергоэффективности российской экономики даже по сравнению с другими странами ЕАЭС требуют более подробного анализа возможных причин. Заметим, что большинство российских ГЧП-проектов в сфере энергетики за период 1990-2016 гг. было реализовано в секторе природного газа и связано с разработкой новых месторождений и развитием системы трубопроводной транспортировки. Однако в последние годы фокус внимания был смещен на проекты по строительству мощностей по сжижению природного газа (которые не вошли в анализируемую базу Всемирного банка). Помимо преимуществ по диверсификации рынков сбыта и развитию новых технологий на транспорте проекты СПГ также являются вкладом в рост энергоэффективности, так как в условиях удалённости и труднодоступности

месторождения позволяют снизить общие затраты энергии в цикле Well-to-Tank (WtT) «добыча – транспортировка до потребителя»¹¹¹.

Так, опыт реализации различных газовых проектов в Норвегии показал, что углеродный след проекта Statfjord-Statpipe (добыча, обработка и транспортировка по трубопроводу) превосходит углеродный след, как минимум двух СПГ проектов (Shohvit-Iberdrola, Shohvit-Zeebrugge) даже с учетом того, что процесс сжижения и регазификации природного газа является энергоемким (рис. 29).

Кроме того, регазификация СПГ не всегда необходима, что уменьшает углеродный след проектов СПГ. Например, в последнее время все более интенсивным становится примирение СПГ на транспорте, так как позволяет существенно повысить энергоэффективность и снизить углеродоемкость данной отрасли.

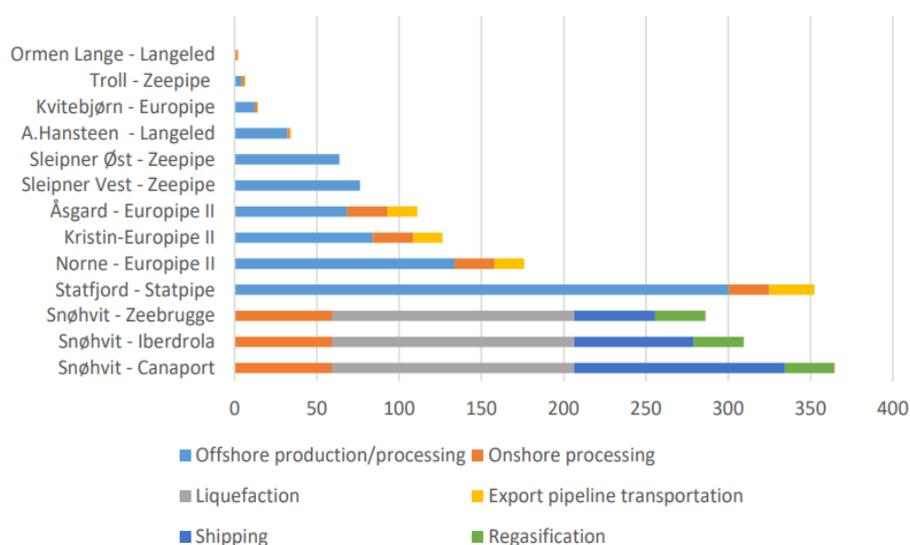


Рисунок 29 – Структура углеродного следа традиционных газовых проектов и СПГ-проектов Норвегии. *Источник: Shaton K., Hervik A., Hjelle H. M. The environmental footprint of natural gas transportation: LNG vs. pipeline //Economics of Energy & Environmental Policy. – 2020. Т. 9. №. 1.*

¹¹¹ Shaton K., Hervik A., Hjelle H. M. The environmental footprint of natural gas transportation: LNG vs. pipeline // Economics of Energy & Environmental Policy. 2020. Vol. 9, no. 1.

В исследовании Ратнер и Иосифова¹¹² на основе сравнения экологических и экономических показателей полного жизненного цикла транспортных средств различных типов (электромобиль, автомобиль на биотопливе, бензиновый автомобиль и автомобиль на природном газе) было доказано, что в российских социально-экономических и природных условиях в долгосрочном периоде (более четырех лет) автомобили на природном газе становятся наиболее предпочтительной альтернативой из всех четырех вариантов по комплексному показателю эколого-экономической эффективности.

В начале 2022 года в России функционировал 21 завод по производству СПГ, в активной стадии реализации находилось еще 18 проектов, было заявлено к реализации 74 проекта. Современные технологии производства сжиженного природного газа позволяют добиться сокращения объемов по сравнению с обычным природным газом до 600 раз, что существенно снижает ресурсоёмкость и углеродоемкость процесса транспортировки и делает СПГ все более востребованным в виду расширения рынков сбыта по всему миру и удобства его доставки от мест шельфовой добычи. По сравнению с нефтью, СПГ имеет лучшие энергетические свойства, он незаменим при функционировании сложных транспортных средств, в том числе самолетов и космических ракет.

В 2020-2021 гг. в России было произведено четыре партии углеродно-нейтрального СПГ, что составило 10% мирового рынка такого СПГ¹¹³. Продукция российского производства экспортировалась в Тайвань, Японию и Великобританию (компании CPC, Hokkaido Gas, Shell, Toho Gas) (табл. 10).

¹¹² Ратнер С. В., Иосифов В. В. Сравнительный анализ конкурирующих инновационных технологий наземного автотранспорта по эколого-экономическим показателям // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11, № 4. С. 212–221. DOI: 10.18721/JE.11416 6

¹¹³ Карта российской СПГ отрасли. 2022. 11.04.2022. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/spg/733414-karta-rossiyskoy-spg-otrasli-2022/> (дата обращения: 03.08.2022).

Таблица 10 - Реестр поставок углеродно-нейтрального СПГ с российских заводов, в 2020-2021 гг.

Дата	Поставщик	Покупатель	Производитель	Рынок
2020	Shell	СРС	Сахалин-2 (Россия)	Yung-an, Тайвань
2021	Mitsui	Hokkaido Gas	Сахалин-2 (Россия)	Ishikari, Япония
2021	ПАО «Газпром»	Shell	Ямал СПГ (Россия)	Dragon, Великобритания
2021	Sakhalin Energy	Toho Gas	Сахалин-2 (Россия)	Chita, Япония

Источник: Карта российской СПГ отрасли 2022. – 11.04.2022. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/spg/733414-karta-rossiyskoy-spg-otrasli-2022/> (дата обращения: 03.08.2022)

Кроме того, важно отметить, что в последние годы стоит вопрос об изменении технологической цепочки производства СПГ и переформатировании ее на производство такого газа непосредственно на месте добычи (на шельфовых месторождениях) путем создания и запуска плавучих заводов СПГ. Технология под названием FLNG (Floating Liquefied Natural Gas) позволит исключить несколько звеньев из стандартной технологической цепи и сделает весь процесс производства СПГ более оптимизированным и, в свою очередь, более дешевым. Так, при технологии FLNG береговая инфраструктура и транзитные трубопроводы будут исключены из процесса производства СПГ. Таким образом, внедрение инновационных технологий производства и применения СПГ является одной из наиболее привлекательной возможностей повышения энергоэффективности и снижения углеродоемкости экономики России.

Однако с введением в 2022 году масштабных санкций против нефтегазовых компаний России существенно возрос риск реализации активных и заявленных проектов, а в уже действующих проектах вырос конъюнктурный риск, что обуславливает необходимость разработки новых методик оценки рисков и прогнозирования сценариев развития ГЧП-проектов в этом секторе и новых организационно-экономических схем, минимизирующих влияние санкций.

Выводы по второй главе:

Анализ результатов мониторинга энергоэффективных проектов СПГ в развитых странах, представленных в открытом доступе, позволяет сделать вывод о том, что факторами развития ГЧП выступают существенная финансовая поддержка государства и высокое качество институциональной среды. Однако по развивающимся странам таких данных нет, что обуславливает необходимость разработки косвенных подходов, основывающихся, преимущественно, на построении статических моделей.

В результате исследования проведенного по данным Private Participation in Infrastructure (PPI), об инфраструктурных проектах ГЧП в 137 странах с низким и средним уровнем дохода за период с 1990 по 2016 было выявлено, что уровень дохода страны является важным макроэкономическим фактором, оказывающим влияние на количество и объём инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики в развивающихся странах, а также на технологическую структуру портфеля проектов. Причем влияние данного фактора на количество и объём инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики является нелинейным, а на технологическую структуру – линейным. Наиболее высокая интенсивность инвестиций в проекты ГЧП в сфере энергетики наблюдается в странах с доходом ниже среднего (Low middle income). Влияние на уровень дохода страны на технологическую структуру портфеля ГЧП-проектов проявляется в двух аспектах: 1) в росте доле проектов в электросетевом хозяйстве по мере роста уровня дохода страны; 2) в росте доли ветровых проектов по мере роста уровня дохода страны.

Что касается влияния проектов ГЧП на рост энергоэффективности экономики страны в целом, то можно говорить о том, что реализация проектов в электросетевом хозяйстве, а также реализация ветровых проектов больше всего коррелируют с ростом энергоэффективности. Реализация проектов ГЧП в секторе генерации электроэнергии на основе дизеля и/или природного газа меньше всего способствуют росту энергоэффективности экономики в целом.

Большинство российских ГЧП-проектов в сфере энергетики за период 1990-2016 гг было реализовано в секторе природного газа и связано с разработкой новых месторождений и развитием системы трубопроводной транспортировки. Однако в последние годы фокус внимания был смещен на проекты по строительству мощностей по сжижению природного газа. Помимо преимуществ по диверсификации рынков сбыта и развитию новых технологий на транспорте проекты СПГ также являются вкладом в рост энергоэффективности, так как в условиях удалённости и труднодоступности месторождения позволяют снизить общие затраты энергии в цикле Well-to-Tank (WtT) «добыча – транспортировка до потребителя».

В начале 2022 года в России функционировал 21 завод по производству СПГ, в активной стадии реализации находилось еще 18 проектов, было заявлено к реализации 74 проекта. Однако с введением в 2022 году масштабных санкций против нефтегазовых компаний России существенно возрос риск реализации активных и заявленных проектов, а в уже действующих проектах вырос конъюнктурный риск, что диктует необходимость разработки новых методик оценки рисков и прогнозирования сценариев развития ГЧП-проектов в этом секторе и новых организационно-экономических схем, минимизирующих влияние санкций.

ГЛАВА 3. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ НА БАЗЕ ГОСУДАРСТВЕННО-ЧАСТНЫХ ПАРТНЕРСТВ

3.1. Особенности реализации российских энергоэффективных ГЧП-проектов в условиях санкционного давления и их прогнозирование в секторе природного газа

В последние два года российская экономика подверглась жесточайшим санкциям со стороны стран Запада, которые включают в себя ограничения финансовой деятельности Центробанка и крупных банков отключение от системы SWIFT, заморозку российских зарубежных активов, полный запрет или ограничения на российский экспорт, запрещение импорта технологий и ряда товаров, закрытие морских портов для российских судов, воздушного пространства, наложение санкций на целый ряд компаний, целый ряд физических лиц и др.

Резкие колебания валютного курса, изменение ключевой ставки, снижение доступности капитала для частных инвесторов, дефицит квалифицированных специалистов, нарушение поставок технологических компонентов создают барьеры для ГЧП проектов вообще, и для ГЧП проектов по повышению энергоэффективности, в частности.

Для адаптации к изменениям рыночной среды, вызванным санкционными ограничениями, участникам концессионных соглашений, соглашений государственно-частного партнерства и муниципально-частного партнерства предоставляется возможность вносить существенные изменения в условия соглашений без необходимости получения одобрения со стороны органов власти.

В 2022 году наблюдается значительный рост объемов инвестиций в проекты, завершившие коммерческую стадию, с рекордными 765 млрд рублей — это самый высокий показатель за последние несколько лет. По данным Росстата, расходы федерального правительства на инфраструктурные проекты увеличились почти на 35% по сравнению с прошлым годом. Также в 2022 году

объем строительных работ в регионах России увеличился на 5,2% по сравнению с 2021 годом. Статистические данные показывают, что инфраструктурные проекты и строительство имеют положительную динамику, что положительно влияет на темпы роста национальной экономики; Кроме того, нельзя забывать о важности изучаемых нами направлений, поскольку они связаны с модернизацией инфраструктуры страны.

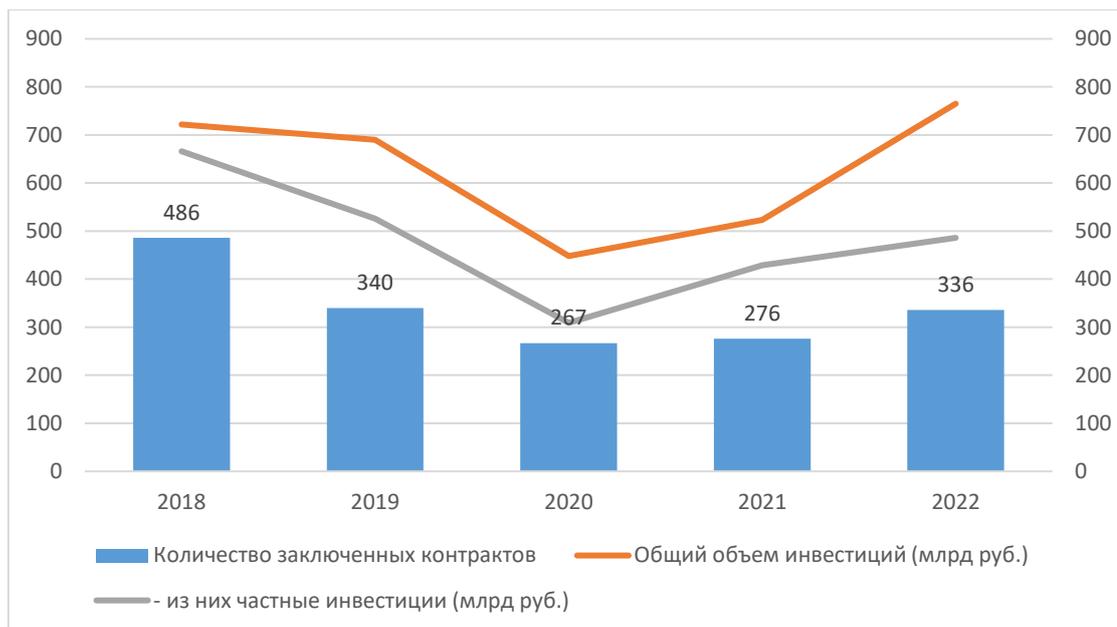


Рисунок 30 – Инвестиции в ГЧП-проекты в РФ с 2018 по 2022 года.
 Источник: разработано автором на основании данных РосИнфра

Несмотря на позитивную статистику, стоит отметить макроэкономическую дестабилизацию для реализации проектов ГЧП. Для достижения целей устойчивого развития необходимо развитие механизмов ГЧП с учетом особенностей энергетического комплекса каждой из стран-участниц ЕАЭС+, чтобы эффективность достижения ЦУР была максимальной. Именно в проектах ГЧП для обеспечения устойчивого развития могут быть эффективно синхронизированы деятельность государств ЕАЭС+ по

инвестированию в достижение ЦУР и частное инвестирование с учетом ESG-факторов¹¹⁴.

По мнению Аналитического кредитного рейтингового агентства (АКРА), около 50% проектов, планируемых до 2025 года столкнутся с увеличением капитальных затрат в диапазоне от 20 до 40%.

Таким образом, введение санкций привело:

- к усложнению внешней среды и рыночной конъюнктуры для реализации ГЧП проектов;
- к проблемам мониторинга проектов ГЧП из-за снижения степени их синхронизации с внешним миром что может вызвать ряд дополнительных затрат;
- также проекты больше не требуют согласования с антимонопольными органами.
- продолжилась положительная динамика роста инвестиций в ГЧП проекты;
- механизмы ГЧП продолжают активно использоваться как в собственных юрисдикциях России, так и в пространстве ЕАЭС+ в целом;
- возрос риск реализации активных и заявленных проектов, а в уже действующих проектах вырос конъюнктурный риск и риск повышения стоимости уже запущенных проектов.

Для оценки перспектив развития рынка СПГ в Российской Федерации нами строился прогноз с использованием сценарного подхода на основе данных по действующим, реализуемым и заявленным проектам запуска заводов по производству сжиженного природного газа, представленных в «Карте российской СПГ отрасли 2022» (версия от 14.02.2022). Учет давления уже введенных и вероятных в будущем санкций США, ЕС и некоторых других

¹¹⁴ Экологическое, социальное и корпоративное управление (ESG - *англ.* Environmental, Social and Corporate Governance).

стран осуществлялся через рассмотрение риска сбыта (отказ ЕС от российского газа, включая СПГ), инвестиционного риска (выход компаний недружественных стран из реализуемых проектов и отказ от участия в заявленных проектах) и технологического риска (препятствия по использованию технологии). На первом этапе построения прогноза для каждого вида риска рассматривались отдельные сценарии – оптимистичный (риск не реализуется) и пессимистичный (риск реализуется полностью). На втором этапе рассматривались сценарии совместной реализации различных видов рисков.

Прогнозы с учетом риска сбыта. Под оптимистичным сценарием понимается продолжение действующих проектов, своевременная реализация текущих и заявленных проектов в условиях полного сохранения европейских рынков сбыта. Под пессимистичным сценарием понимается полная блокировка европейского рынка и невозможность переориентации поставок на внутренний рынок или на рынки дружественных стран в среднесрочной перспективе от 5 до 7 лет (маловероятный сценарий). Исходные предположения для оценки рисков реализации российских ГЧП-проектов в секторе СПГ сведены на рис. 31.

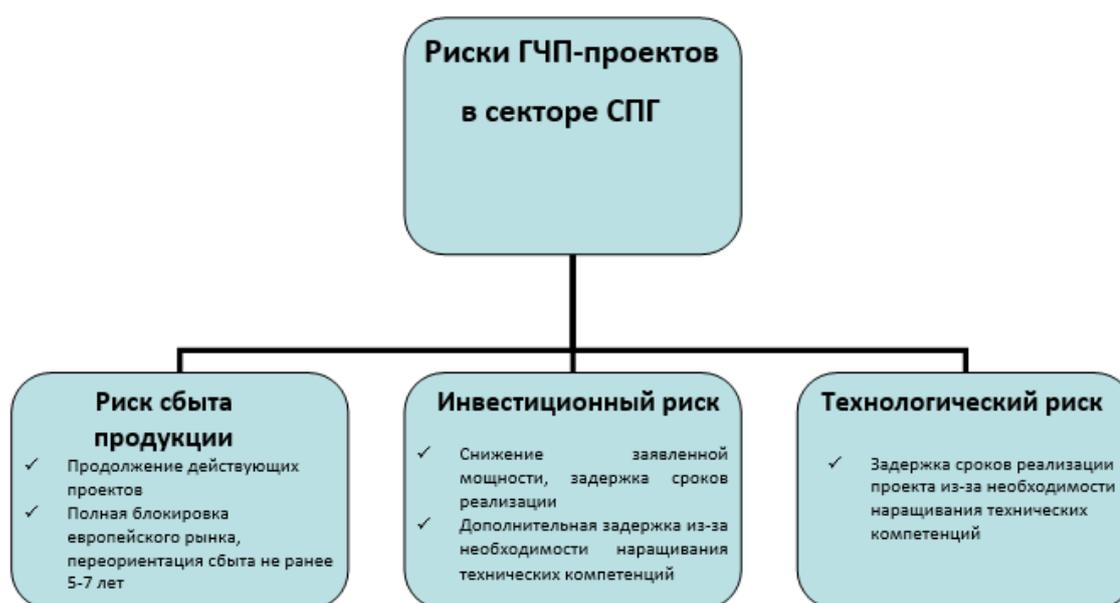


Рисунок 31 – Предположения для оценки рисков реализации российских ГЧП-проектов в секторе СПГ. *Источник: разработано автором*

Результаты моделирования данных сценариев в секторах малотоннажного, среднетоннажного и крупнотоннажного производств представлены на рис. 32-34.

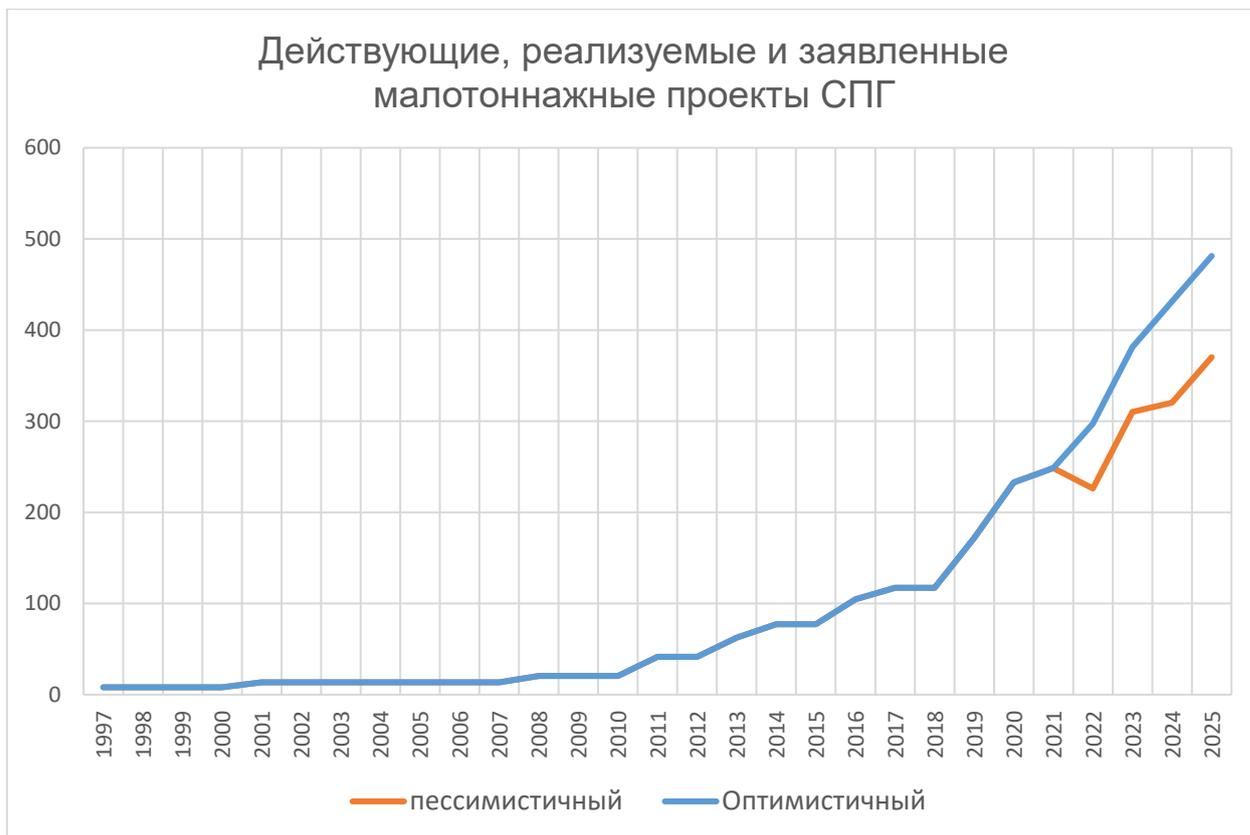


Рисунок 32 – Результаты сценарного моделирования риска сбоя в секторе малотоннажного производства. *Источник: расчеты автора*

В случае полной реализации риска сбоя в секторе малотоннажных проектов СПГ ожидается небольшой спад общих объемов производственных мощностей в 2022 году, затем рост с более низкими темпами, чем при оптимистичном сценарии.

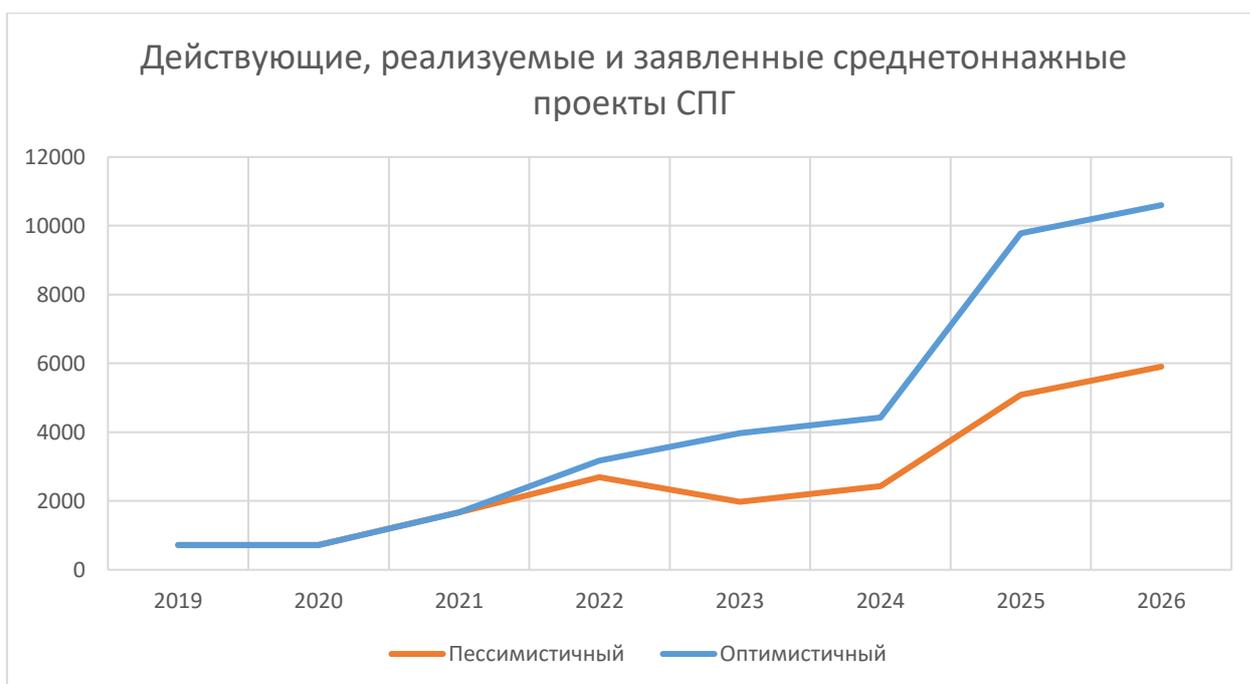


Рисунок 33 – Результаты сценарного моделирования риска сбоя в секторе среднетоннажного производства, тыс. тонн. *Источник: расчеты автора*

В секторе среднетоннажного производства ожидается спад в 2023 году, плавное восстановление примерно с 2024 года и в дальнейшем рост с темпами, ниже чем при оптимистичном сценарии. В секторе крупнотоннажного производства ожидается самый значительный спад общих объемов задействованных производственных мощностей, который компенсируется восстановительным ростом только к 2026 году. Дальнейший рост производства будет происходить значительно более низкими темпами, чем при оптимистичном сценарии.

Прогнозы с учетом инвестиционного и технологического риска. Так как участие иностранных компаний в проектах СПГ, в первую очередь, предполагает освоение технологии, то в прогнозах предполагается совместная реализация инвестиционного и технологического риска, которая учитывается как следующим образом: 1) снижение заявленной мощности на долю, равную доле уходящего инвестора и задержка сроков реализации проекта на 1 год для проектов в стадии реализации и планирования (высоковероятный сценарий) с восстановлением мощности через год; 2) неблагоприятные последствия,

предусмотренные в предыдущем варианте и дополнительная задержка сроков реализации проекта на 3 года в связи с необходимостью наращивания технических компетенций (средневероятный сценарий). В случае, когда участие иностранных компаний в проекте не заявлено, но используется зарубежная технология производства СПГ предполагается реализация только технологического риска, которая учитывается как задержка сроков реализации проекта на 3 года в связи с необходимостью наращивания технических компетенций.

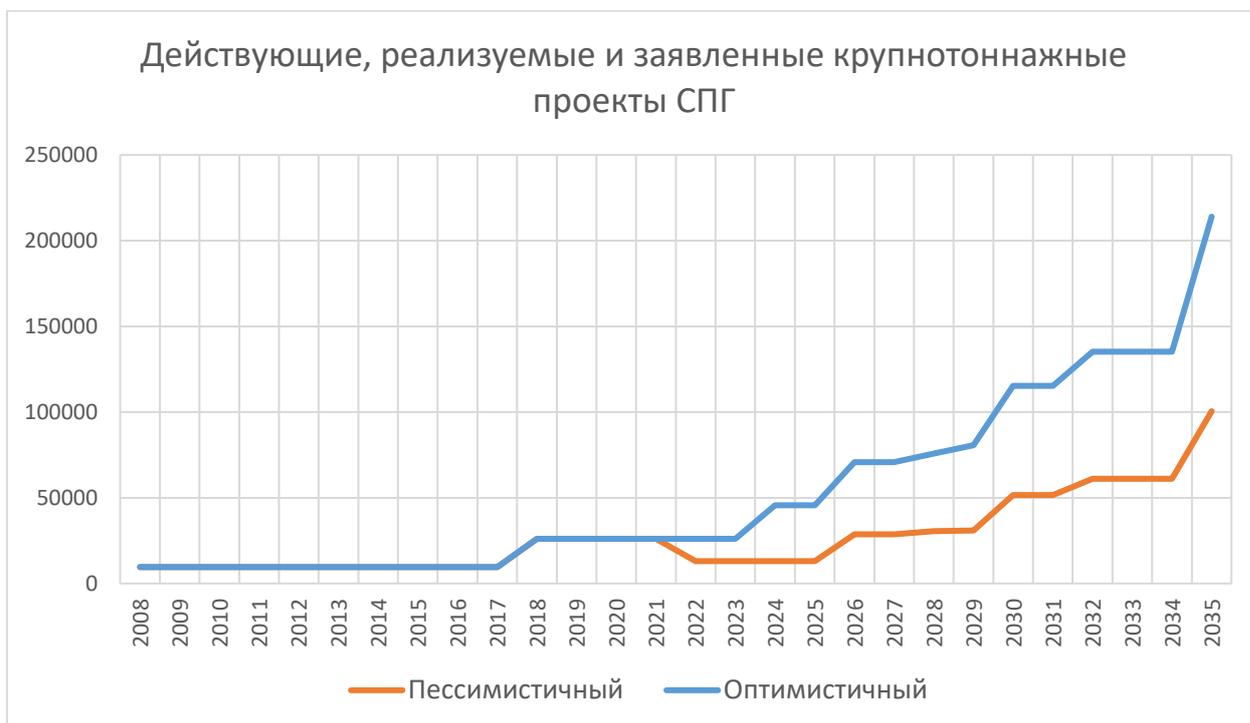


Рисунок 34 – Результаты сценарного моделирования риска сбоя в секторе крупнотоннажного производства, тыс. тонн. *Источник: расчеты автора*

Так как в секторе малотоннажных проектов используются практически только российские технологии сжижения природного газа (дроссельный цикл, азотный цикл, детандерный цикл и т.д.), а среди участников проектов нет зарубежных компаний, сценарии реализации инвестиционного и технологического риска в этом секторе не рассматривались.

В секторе среднетоннажного и крупнотоннажного производства используются, преимущественно, зарубежные технологии: Smartfin (Air

Liquide – Франция), LIMUM3 (Linde – Германия), DMR (Shell – Великобритания-Нидерланды), AP-C3MR (Air Products – США). Единственная российская технология – Арктический каскад – с заявленным уровнем локализации 95% в среднесрочном периоде не пригодна к масштабированию (по данным аналитического проекта «Карта российской СПГ отрасли 2022»). Поэтому в этих секторах рассматривались сценарии реализации технологического риска даже по заявленным проектам, для которых технология сжижения прямо не указана.

Кроме того, в этих секторах в значительной доле проектов участвуют иностранные компании. Реализация инвестиционного риска предполагалась как выход иностранных компаний из действующих, реализуемых и заявленных проектов с последующим замещением доли иностранных участников в действующих проектах (через год). Замещение доли иностранных участников в крупнотоннажных проектах на стадии реализации и проектирования не рассматривалось. Результаты прогнозирования представлены на рис. 35 – 36.

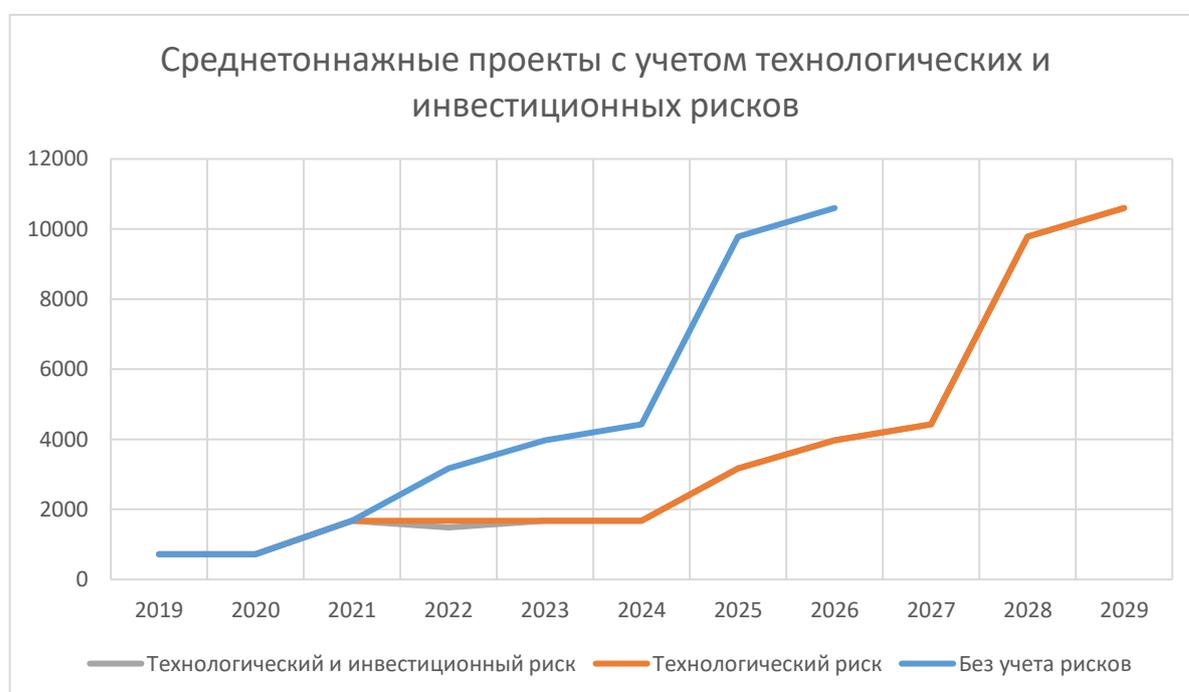


Рисунок 35 – Результаты сценарного моделирования технологического и инвестиционного риска в секторе среднетоннажного производства, тыс. тонн.

Источник: расчеты автора

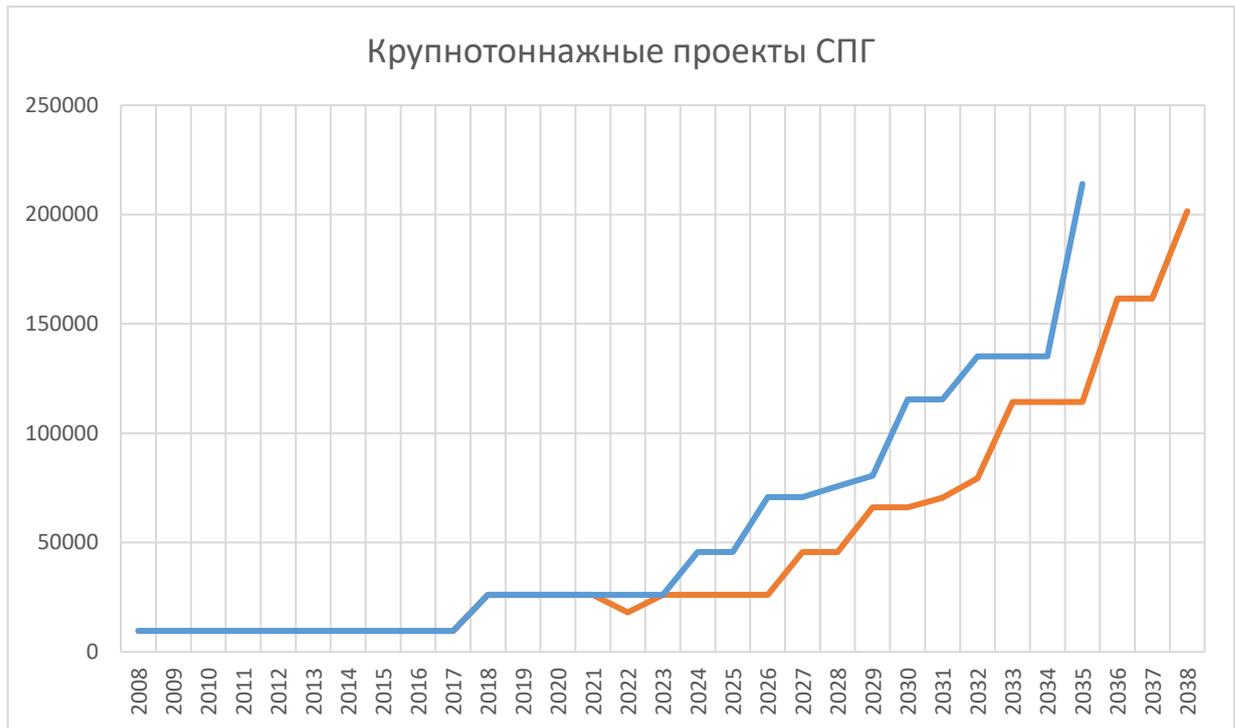


Рисунок 36 – Результаты сценарного моделирования технологического и инвестиционного риска в секторе крупнотоннажного производства, тыс. тонн. *Источник: расчеты автора*

Прогнозы с учетом всех видов рисков и их вероятности. На втором этапе построения прогнозной модели учет всех видов риска производился в комбинированном виде согласно следующей формуле:

$$V_{forecast}^{total}(t) = V(t) - P_{sales}(V(t) - V_{forecast}^{sales}(t)) - P_{tech-invest}(V(t) - V_{forecast}^{tech-invest}(t)),$$

где

$V_{forecast}^{total}(t)$ - общий прогнозируемый объем производства СПГ с учетом всех видов риска в год t ,

$V(t)$ – заявленный объем производства по действующим, реализуемым и планируемым проектам на конец 2021 года;

$V_{forecast}^{sales}(t)$ - общий прогнозируемый объем производства СПГ с учетом риска сбыта в год t ,

$V_{forecast}^{tech-invest}(t)$ - общий прогнозируемый объем производства СПГ с учетом технологического и инвестиционного риска в год t ,

$P_{sales}; P_{tech-invest}$ - вероятность риска сбыта и вероятность комбинированного инвестиционно-технологического риска соответственно.

Вероятность реализации риска сбыта была принята постоянной на протяжении всего периода прогнозирования и равной 10%, вероятность технологического и инвестиционного риска принята 100%:
 $P_{sales} = 0,1; P_{tech-invest} = 1.$

Тогда формула для расчета общего прогнозируемого объема производства СПГ с учетом всех видов риска в год t может быть упрощена до следующего вида:

$$V_{forecast}^{total}(t) = V_{forecast}^{tech-invest}(t) - 0,1(V(t) - V_{forecast}^{sales}(t)) \quad (1)$$

Результаты расчетов прогнозных значений общих объемов производства СПГ с учетом всех видов рисков представлены на рис. 37 - 39 и в таблице 12.



Рисунок 37 – Прогноз развития малотоннажного производства с учетом всех видов рисков, тыс. тонн. *Источник: расчеты автора*

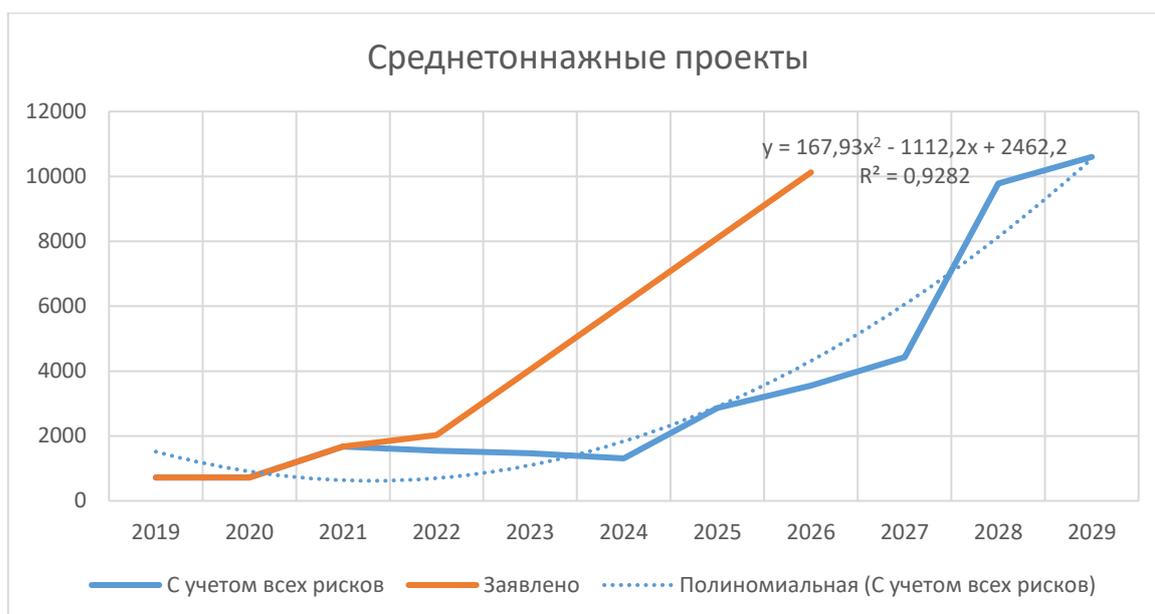


Рисунок 38 – Прогноз развития сектора среднетоннажного производства с учетом всех видов риска, тыс. тонн. *Источник: расчеты автора*



Рисунок 39 – Прогноз развития сектора крупнотоннажного производства с учетом всех видов риска, тыс. тонн. *Источник: расчеты автора*

Таблица 11 – Прогноз объемов производства СПГ в РФ (тыс. тонн/год) с учетом инвестиционного, технологического и риска сбыта

Год	Малотоннажные	Среднетоннажные	Крупнотоннажные
2022	290,15	1547,3	16695
2023	374,2	1463	24795
2024	420,2	1306,6	22845
2025	470,2	2869,1	22845
2026		3548,5	21885

2027		4430	41385
2028		9780	41075
2029		10600	61145
2030			59732,5
2031			64072,5
2032			72052,5
2033			106852,5
2034			106852,5
2035			102912,5
2036			161540
2037			161540
2038			201540

Источник: расчеты автора

Далее для построения общего прогноза объемов производства СПГ до 2038 года проведем экстраполяцию трендов по прогнозируемым объемам производства на малотоннажных проектах и среднетоннажных проектах. Заметим, что такая экстраполяция будет отражать все тенденции развития отрасли в предположении о сохранении стационарного давления на газовую отрасль РФ.

Для обоих временных рядов наилучшее качество приближения демонстрируют полиномиальные тренды. Для временного ряда объемов производства на малотоннажных проектах тренд

$$y = 1,0549x^2 - 18,227x + 66,996,$$

где x – номер года с момента начала наблюдения (1997 год) имеет качество аппроксимации $R^2 = 0,9643$.

Для временного ряда объемов производства на среднетоннажных проектах тренд

$$y = 167,91x^2 - 1112x + 2461,9,$$

где x – номер года с начала наблюдений (2019 год) имеет качество аппроксимации $R^2 = 0,9282$.

Используя полученные уравнения, продлим прогноз по малотоннажному и крупнотоннажному производству до 2038 года (таблица 12).

Таблица 12 – Расширенный прогноз объемов производства СПГ в РФ (тыс. тонн/год) с учетом инвестиционного, технологического и риска сбыта и тенденций развития отрасли

Год	Малотоннажные	Среднетоннажные	Крупнотоннажные	Общий
2022	290,15	1547,3	16695	18532,45
2023	374,2	1463	24795	26632,2
2024	420,2	1306,6	22845	24571,8
2025	470,2	2869,1	22845	26184,3
2026	469,596	3548,5	21885	25903,1
2027	515,7179	4430	41385	46330,72
2028	563,9496	9780	41075	51418,95
2029	614,2911	10600	61145	72359,29
2030	666,7424	13296,94	59732,5	73696,18
2031	721,3035	16382,69	64072,5	81176,49
2032	777,9744	19804,26	72052,5	92634,73
2033	836,7551	23561,65	106852,5	131250,9
2034	897,6456	27654,86	106852,5	135405
2035	960,6459	32083,89	102912,5	135957
2036	1025,756	36848,74	161540	199414,5
2037	1092,976	41949,41	161540	204582,4
2038	1162,306	47385,9	201540	250088,2

Источник: расчеты автора

Полученные результаты прогноза могут использоваться для последующих оценок потенциальной доли РФ на мировом рынке СПГ, а также возможностей развития внутреннего рынка автономной газификации и газомоторного топлива.

Построенная модель сценарного прогнозирования может быть адаптирована под изменяющуюся геополитическую ситуацию путем изменения значений вероятностей P_{sales} ; $P_{tech-invest}$ и последующего построения новых трендов по изменившимся значениям временных рядов для малотоннажного и среднетоннажного секторов производства.

Для оперативной корректировки предположений автором был разработан программный модуль на языке Python, осуществляющий прогнозные расчеты объемов производства СПГ по формуле (1) при значениях P_{sales} и P_{invest} , задаваемых пользователем. Входной экран программного модуля

представлен на рис. 40, результаты прогноза при различных значениях сбытового и инвестиционного рисков представлены в табл. 13

Риск сбыта

Инвестиционный риск

Рисунок 40 – Входное окно программного модуля анализа чувствительности проектов СПГ. *Источник: разработано автором на языке Python*

Таблица 13 – Прогноз объемов производства СПГ в РФ (тыс. тонн/год) при различных сценариях реализации инвестиционного, технологического и риска сбыта

Год	$P_{sales}=0,1$ $P_{tech-inv}=1$	$P_{sales}=0,2$ $P_{tech-inv}=1$	$P_{sales}=0,3$ $P_{tech-inv}=1$	$P_{sales}=0,3$ $P_{tech-inv}=0,8$
2022	18532,45	15390	14085	9441
2023	26632,2	23490	22185	15921
2024	24571,8	19590	16335	8511
2025	26184,3	19590	16335	8511
2026	25903,1	17670	13455	4863
2027	46330,72	37170	32955	20463
2028	51418,95	36550	32025	19285
2029	72359,29	56170	51195	33991
2030	73696,18	53345	46957,5	28623,5
2031	81176,49	57685	51297,5	32095,5
2032	92634,73	64645	57237,5	35419,5
2033	131250,9	99445	92037,5	63259,5
2034	135405	99445	92037,5	63259,5
2035	135957	91565	80217,5	48287,5
2036	199414,5	161540	161540	129232
2037	204582,4	161540	161540	129232
2038	250088,2	201540	201540	161232

Источник: расчеты автора

Предложенная методика и программный модуль могут быть использованы для прогнозирования и проведения анализа чувствительности

российских энергоэффективных инновационных ГЧП-проектов в секторе природного газа к санкционным ограничениям, как непосредственно в компаниях газового сектора, так и на уровне государственных ведомств, формирующих политику в области поддержки энергоэффективных ГЧП проектов.

3.2 Возможности реализации российского внешнеэкономического потенциала в сфере энергоэффективности в форматах БРИКС и ЕАЭС с использованием механизмов ГЧП

Выявленные и оцененные в предыдущем параграфе риски реализации российских проектов ГЧП в сфере энергетики и энергоэффективности могут быть частично нивелированы в результате реализации своего внешнеэкономического потенциала, в том числе в рамках существующих интеграционных образований БРИКС и ЕАЭС. Особая роль здесь отводится производству СПГ, так как это единственный вид российских энергоресурсов, который еще не попал под санкции. Если к началу 2023 года поставки трубопроводного газа упали в 8 – 10 раз, с 300 млн до 30 млн куб м в сутки, то экспорт СПГ в 2022 году по данным Минэнерго вырос на 7,8% к уровню 2021 г., составив почти 45,7 млрд куб м. или 32,5 млн тонн. При этом Россия стала вторым после США поставщиком СПГ в Европу. Ожидается, что СПГ станет в перспективе все более востребованным, в том числе на азиатских рынках. К тому же российский СПГ является одним из самых конкурентоспособных в мире из-за низкой стоимости добычи, сжижения в условиях Арктики и логистических затрат. По данным Международного газового союза суммарная себестоимость российского СПГ на целевых рынках колеблется от 3,7 до 7 долларов за 1 млн брит. тепл. ед. (BTU), в то время как СПГ из США, Катара, Австралии – 7-11 долларов¹¹⁵.

«Долгосрочная программа развития производства сжиженного природного газа в Российской Федерации» до 2035 года, принятая в 2021 году,

¹¹⁵ Для справки — 1 млн BTU равен 28,263 кубометров

предусматривает производство СПГ в 2031-2035 годах по «низкому сценарию» — 80 млн т/год, по «высокому» — 140 млн. тонн. Однако эти показатели в условиях санкций на импорт оборудования для крупнотоннажного производства СПГ (от теплообменников до турбин) и других проблем оказались труднодостижимыми (см. Табл. 14). В связи с этим Правительством РФ ставится задача локализовать производство оборудования для крупно- и среднетоннажного производства СПГ до 80% и нарастит производство СПГ к 2030 г. до 100 млн тонн, т.е. в 3 раза. В этих целях предложено создать Национальный проект по СПГ, в котором объединяются усилия госаппарата, частных и государственных энергетических компаний и высокотехнологичных производителей оборудования. Для реализации этого проекта будут использованы главным образом внебюджетные финансовые средства.

Таблица 14

Проблемы, препятствующие наращиванию объемов производства СПГ в РФ

№ п\п	Проблема	Решение / комментарий
1	Необходимость разработки и внедрения собственных, отечественных технологий крупнотоннажного сжижения природного газа в связи с запретом локализация современных мировых технологий до начала санкционных войн	Необходимость разработки «дорожной карты» по разработке оборудования и технологий в целях производства до 100 млн тонн / год в среднесрочной перспективе с долей отечественных технологий не менее 80%

2	Необходимость срочной переработке технологий ряда крупных СПГ-проектов, находящихся на стадии строительства	Включение в СПГ-проекты Минпромторга, Минэнерго, «Газпрома», «Новатэка», «Росатома», крупных научно-образовательных центров (в частности, Санкт-Петербургского горного университета) и др.
4	Изыскание дополнительной ресурсной базы для проектов на 34 млн тонн/год, возврат к объемам добычи гада до уровня 2021 года	Не является существенной проблемой с учетом вынужденного сокращения добычи на месторождениях «Газпрома»

Источник: составлено автором по: Решающая схватка за СПГ началась

[<https://expert.ru/2023/03/8/reshayuschaya-skhvatka-za-spg-tehnologii-nachalas/>]

Внешнеэкономическое сотрудничество РФ в секторе крупнотоннажного СПГ должно быть направлено на переработку технологических решений проектов в стадии строительства за счет замены технологии или обеспечения параллельного импорта технологического оборудования из дружественных стран для скорейшего завершения строящихся СПГ заводов. Расширение экспорта российского СПГ ориентировано в первую очередь на Китай, Индию, а также в такие страны Юго-Восточной Азии, как Вьетнам, Индонезия и другие.

Что касается малотоннажного СПГ, то Россия обладает в этой сфере значительным потенциалом передовых технологических разработок, в связи с

чем он оказался наиболее устойчив к введённым ограничениям. Данный сектор обладает значительным внешнеэкономическим потенциалом для экспорта оборудования для сжижения газа и его использования для генерации электричества и газификации в удаленных поселениях и для транспорта. Малотоннажные комплексы СПГ могут сыграть ключевую роль в переходе от удаленной дизельной генерации к газовой генерации благодаря отсутствию необходимости прокладки трубопровода, который делает экономически нецелесообразным газификацию малых потребителей.

Существенным внешнеэкономическим потенциалом в сфере энергетики и энергоэффективности обладает атомная промышленность России – одна из мировых технологических лидеров, обладающий мощностями в атомной отрасли и за ее пределами, а также деловыми партнерами в 50 странах¹¹⁶. Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» (Росатом), являясь одним из пионеров атомной отрасли, традиционно занимает лидирующие позиции на международном атомном рынке, включая строительство АЭС, добычу и обогащение урана, производство и поставку ядерного топлива. Для многих развивающихся стран представляет интерес новый класс мобильных транспортабельных энергоблоков малой мощности, предназначенных для работы в составе плавучей атомной теплоэлектростанции. Такая плавучая атомная теплоэлектростанция, как ПЭБ «Академик Ломоносов», может использоваться как передвижная электростанция для подачи электроэнергии в любой труднодоступный район, имеющий выход к водному пути.¹¹⁷ Предполагается, что основными потребителями электроэнергии могут стать крупные промышленные предприятия, комплексы по добыче и переработке полезных ископаемых, которые расположены в труднопроходимых районах на большом удалении от крупных населенных пунктов, поэтому альтернатив Ломоносовскому ПЭВ в

¹¹⁶ Росатом. URL: <https://www.rosatom.ru/about/> (дата обращения: 03.08.2022).

¹¹⁷ Росэнергоатом. URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-pates/ (дата обращения: 03.08.2022).

таких условиях просто не найти. Данная установка может быть использована в качестве источника электроэнергии для портовых городов в том случае, если местные системы электроснабжения не справляются со своими функциями должным образом из-за различных природных или иных факторов. Плавающая электростанция оснащена двумя ядерными реакторами КЛТ-40С, способными в совокупности вырабатывать более 70 МВт электроэнергии, чего может хватить для обеспечения потребностей в электроэнергии целого города с населением до 100 000 человек.

В сфере фотовольтаики Россия занимает более скромные позиции. В десятке крупнейших производителей солнечных батарей 8 компаний из Китая, 1 из США и 1 из Канады и нет ни одной российской. Эти компании захватили почти 80% мирового рынка и по мнению экспертов в ближайшие несколько лет их доля может составить почти 90%. Производством фотовольтаики в России занимаются НПП «Квант» (г. Москва), компании «Сатурн» и «Солнечный ветер» (г. Краснодар), ЗАО «Телеком-СТВ» и компания «СоларИннТех» (г. Зеленоград), ООО «Солэкс» (г. Рязань), ООО «Хевел» (г. Новочебоксарск) и другие. Крупнейший среди них является компания «Хевел», производственная мощность которой составляет 350 МВт/год фотоэлектрической продукции. Бренд «Хевел» востребован во многих странах мира и лидирует на российском рынке. Об экспорте продукции этой компании в Японию, Швецию, Польшу, Германию и другие страны достаточно глубоко осведомлены¹¹⁸.

Развивающиеся страны остро нуждаются в оборудовании, технологиях и технических компетенциях компаний РФ для малотоннажного СПГ и ВИЭ. Так, например, Индонезия использует около 2000 изолированных систем электроснабжения для малых поселений с дизельными генераторами в диапазоне мощности от 1-2 МВт, которые планируется заменить на газовые

¹¹⁸ Хевел. URL: <https://www.hevelsolar.com/proizvodstvo/> (дата обращения: 03.08.2022).

генераторы или ВИЭ.¹¹⁹ В Бразилии число таких систем составляет 250 и они отвечают за 1% потребления энергии.¹²⁰ В Индии число поселений, которые нуждаются в новых решениях более 24000, в странах Африки более 600 млн человек не имеют возможность использовать электричество.¹²¹

Российские технологии очень востребованы на пространстве ЕАЭС, где идет активная подготовка к созданию единого энергетического рынка (ЕЭР) с использованием механизмов ГЧП. Ожидается, что интеграция в сфере энергетики позволит более эффективно управлять энергосистемами стран-членов, не только благодаря перенаправлению избыточной энергии в локации, где она наиболее востребована, но и за счет унификации системы управления энергетической сферой, расширяя применение лучших практик энергоменеджмента и управления энергетическими проектами. Ожидается, что ЕЭР ЕАЭС повысит их экономическую безопасность и конкурентоспособность.

В настоящее время наиболее подготовленным к интеграции является рынок электроэнергии. Предпосылками для интеграции рынков стран-членов ЕАЭС являются развитые межгосударственные электрические связи, различие в ценах на электроэнергию и наличие резервов генерирующих и передающих мощностей. Например, по геополитическому положению Республика Армения считается мостом на Ближний Восток, Средиземноморье и африканские регионы. Газопроводная система страны находится под контролем России. Газ поставляется из России через территорию Грузии. С 2003 года Армянская атомная электростанция, производящая основную долю электроэнергии (30%), находится под управлением российской компании

¹¹⁹ Blum N. U., Wakeling R. S., Schmidt T. S. Rural electrification through village grids—Assessing the cost competitiveness of isolated renewable energy technologies in Indonesia // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. Т. 22. С. 482-496.

¹²⁰ Nerini F. F. et al. Rural electrification options in the Brazilian Amazon: A multi-criteria analysis // *Energy for Sustainable Development*. 2014. Т. 20. P. 36-48.

¹²¹ Kumar M. V. M., Banerjee R. Analysis of isolated power systems for village electrification // *Energy for Sustainable Development*. 2010. Vol. 14, no. 3. P. 213–222.

«Интер РАО»¹²². В 2015 году Росатом начал проект по продлению срока эксплуатации этого объекта на 10-15 лет.

Электроэнергетика Беларуси находится на рубеже качественных изменений. Это связано с созданием атомной энергетики, модернизации ТЭС, повышением количества станций на основе местных видов энергоресурсов и ВИЭ, реконструкция электрических сетей, формированием системы локальной генерации, преобразования рынков электрической и тепловой энергии. Стратегическим направлением для Беларуси в области энергетики является увеличение использования ВИЭ. Если в 2012 г. мощность ВИЭ составляла 50 МВт, то к 2023 г. она увеличилась в 12 раз и составила 608 МВт. Активно вводятся в эксплуатацию мини-ТЭЦ на биомассе (древесное топливо и торф), биогазовые комплексы, ГЭС.

В Казахстане сектор ВИЭ находится на ранней стадии развития. В ближайших планах Казахстана - развитие 106 ВИЭ-станции суммарной мощностью более 3ГВт, в т.ч. 34 ветряные станции (1787 МВт), 41 малая ГЭС (539 МВт), 28 солнечных станции (713,5 МВт), 3 электростанции на биотопливе 15,05 МВт¹²³.

В энергетическом секторе Кыргызстана преобладает гидроэнергетика, данный вид генерации имеет значение не только для промышленного производства и сельского хозяйства, но и для социальной сферы страны. Перспективные направления развития энергетики включают сектор возобновляемой энергетики, прежде всего ветровой и малой гидроэнергетики, технологиями по энергоэффективности и энергосбережения. Актуальность использования возобновляемых источников энергии обусловлена необходимостью массового создания децентрализованной системы энергоснабжения в отдаленных и труднодоступных районах с ограниченным количеством потребителей. В долгосрочной перспективе Кыргызстан намерен

¹²² 111. Vagliasindi M. Implementing energy subsidy reforms: Evidence from developing countries. World Bank Publications, 2012.

¹²³ 112. Karatayev M., Clarke M. L. A review of current energy systems and green energy potential in Kazakhstan // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016. Vol. 55. P. 491–504.

решить задачи увеличения производства энергии на базе крупных, средних и малых ГЭС, ТЭС. Более того, энергетическая политика страны направлена на разведку новых промышленных месторождений углеводородов, уранового сырья, развитие экспорта топливно-энергетической продукции, гармонизации стандартов ЕАЭС и технических условий для электроэнергетики, угольной промышленности, нефтегазового сектора и продукции с высокой добавленной стоимостью. В Кыргызстане вклад ВИЭ в энергобаланс страны не превышает 1% ¹²⁴. Основными причинами такой ситуации являются отсутствие правовых и нормативных положений для развития ВИЭ; низкий уровень финансирования исследований и разработок; недостаточная осведомленность и консерватизм среди потенциальных производителей и широкой общественности; нехватка квалифицированных инженерных кадров.

В то же время, помимо выявленных различий в структурах энергетических рынков стран ЕАЭС, которые могут являться драйверами к интеграции, также существуют определенные барьеры. В первую очередь, это разные конструкции управления национальными электроэнергетическими рынками и существенные различия в законодательствах, регулирующих электроэнергетику. Предполагается, что устранение различий в законодательстве ускорит интеграционные процессы и позволит запустить общий рынок уже к 2025 году. Однако, унификация законодательства может привести не только к положительным изменениям для тех стран, в которых оно сдерживает рост энергоэффективности, но и, наоборот, снизить стимулы к реализации крупных ГЧП проектов и более мелких частных проектов в данной области.

Важную роль в реализации проектов ГЧП в сфере диверсификации источников энергии и энергоэффективности играют банки развития. Евразийский банк развития (ЕАБР) и Евразийский фонд стабилизации и развития (ЕФСР) взаимосвязаны тем, что именно через эти организации

¹²⁴ Kyrgyzstan // U.S. Energy Information Administration. URL: <https://www.eia.gov/international/overview/country/KGZ> (accessed: 20.06.2020).

происходит процесс интеграции финансовых механизмов между государствами-членами. Если рассматривать ЕАБР, то его членами являются шесть государств, общий инвестиционный портфель организации составляет более 2,2 млрд долл., а размер оплаченного капитала на 33% меньше и составляет около 1,5 млрд долл.. ЕАБР выступает в качестве регионального аналога Международного валютного фонда, по сути предоставляя государствам последнюю возможность кредитования из государственных бюджетов (ЕАБР, 2016 г.). Евразийский фонд стабилизации и развития (ЕФСР) с капитализацией в 8,5 млрд. долл. включает в себя все пять стран-членов Евразийского союза, за исключением Таджикистана, и играет важную роль в области регионального кризисного управления и финансовой стабилизации. Для инфраструктурных проектов, которые можно реализовать с использованием инновационных норм ГЧП, фонд может создавать специальные условия, например, выдавать кредиты по льготным процентным ставкам.

Эксперты Российского экспортного центра, который входит в группу ВЭБ, отмечают, что существует 3 барьера для реализации российского внешнеэкономического потенциала: 1- нехватка знаний, 2 – отсутствие специальных соглашений о инвестициях для страховки инвестиций, 3- отсутствие специализированных платформ по торговому финансированию.¹²⁵

Для реализации внешнеэкономического потенциала России крайне полезным может быть накопленный опыт работы Всемирного банка (ВБ) и Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) по реализации проектов ГЧП в странах мира, в том числе проектов по энергоэффективности. Группа ВБ реализует проекты ГЧП по всему миру, в том числе в 43 трех странах Африки. В их числе проекты по фотовальтанике, газовой и дизельной генерации, малой гидроэнергетике, ветру и большой гидроэнергетике. Проведенный нами анализ с использованием методики Infrascopie показывает,

¹²⁵ ЭКСПАР назвал три барьера для выхода новых экспортеров в Африку // Новости российского экспорта. URL: https://myexport.exportcenter.ru/press_center/finansovye-produkty/4569/ (дата обращения: 20.06.2020).

что наибольший уровень ГЧП проектов (свыше 60 баллов) характерен для ЮАР, Кот-д’Ивуара, Сенегала, Кении; средний уровень (40-60) – для Египта, Малави, Замбии, Эфиопии, Гамбии, Ганы, Сьерра-Леоне, Танзании, Туниса, Буркина-Фасо, Марокко, Либерии, Руанды, Уганды; низкий (менее 40) - для Конго, Мозамбика, Анголы, Нигерии, Того, Камеруна, Лесото (рис. 41).

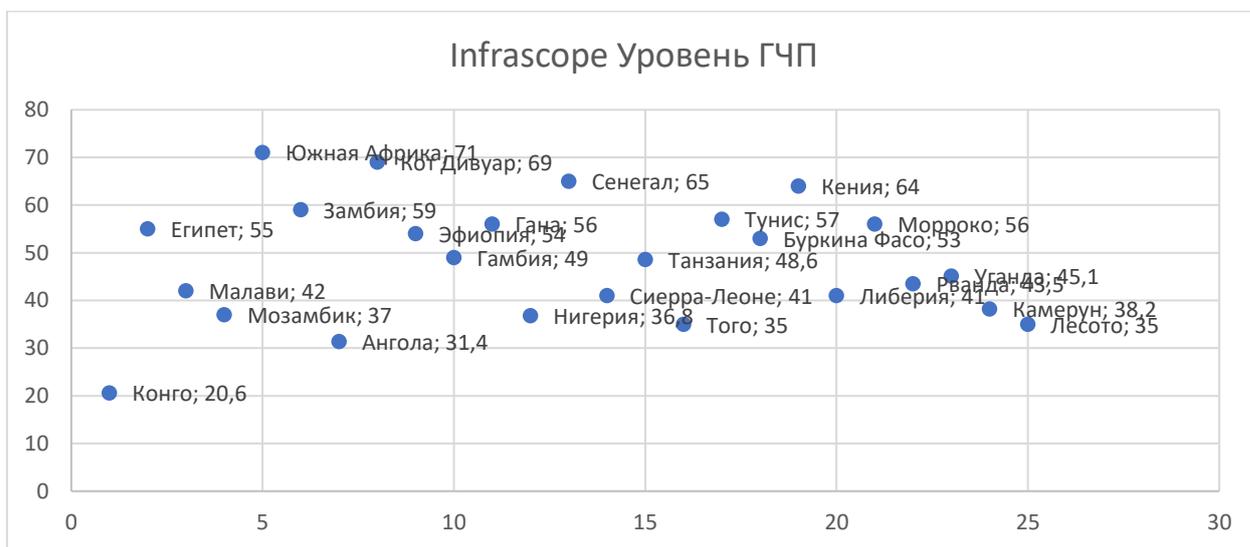


Рисунок 41 – Уровень развития ГЧП в странах Африки в баллах

Источник: составлено автором на основании данных Infrascope Economist Intelligence Unit

Эксперты Центра правовых ресурсов государственно-частного партнерства ВБ, отмечают, что не существует единой модели ГЧП в энергетическом секторе, и подход должен быть адаптирован к конкретным обстоятельствам страны, региона или проекта¹²⁶. Такие факторы, как регион проекта, экологические показатели, используемые технологии, нормативно-правовая база и цели сторон, играют значительную роль в определении наиболее подходящей структуры ГЧП. Кроме того, важными факторами, которые следует учитывать при структурировании ГЧП, являются аппетиты инвесторов, восприятие риска и доступ к рынкам капитала. Динамичный характер энергетического сектора, включая развивающуюся зрелость

¹²⁶ Energy and Power PPPs // World Bank. URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/energy> (accessed: 20.06.2020).

энергетических рынков в различных юрисдикциях, также влияет на актуальность и применимость ГЧП.

ВБ использует системный подход при реализации проектов ГЧП через Центр правовых ресурсов государственно-частного партнерства. Данный подход включает все: от анализа целей правительства до предоставления образцов юридических материалов и руководств для новых специалистов и является ценным инструментом для развивающихся стран заинтересованных в развитии инфраструктуры¹²⁷. Наличие образцов законодательства, руководящих принципов и соглашений о ГЧП, а также ресурсов по финансированию ГЧП добавляет практическое применение предложениям центра. Капиталоемкий характер инфраструктуры производства и передачи электроэнергии, особенно в развивающихся странах, подчеркивает важность поиска эффективных механизмов финансирования. Эксперты центра предлагают правительствам возможность наиболее эффективно использовать ресурсы, технологии и опыт частного сектора.

В структуре Европейского банка реконструкции и развития (ЕБРР) имеется Консультативный отдел ГЧП, который является специализированной группой экспертов по инфраструктуре ГЧП с обширным опытом управления проектами¹²⁸. Эта специализированная группа профессионалов имеет большой опыт оказания поддержки и консультирования правительств в регионах присутствия ЕБРР. Они следуют стратегическому подходу, ориентированному на оказание поддержки в подготовке проектов наряду с политическим диалогом. На этапах подготовки проектов ГЧП Консультативный отдел ГЧП оценивает и анализирует технико-экономические показатели проекта (технологии, правовые нормы и законодательную базу, а также экологические и социальные требования), изучает рынок, структурирует и составляет тендерную документацию,

¹²⁷ Public-Private Partnerships Legal Resource Center // World Bank. URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/> (accessed: 20.06.2020).

¹²⁸ Sustainable infrastructure: Public-private partnerships (PPPs) // European Bank for Reconstruction and Development. URL: <https://www.ebrd.com/infrastructure/infrastructure-ppp.html> (accessed: 20.06.2020).

поддерживает тендерный процесс вплоть до коммерческого и финансового закрытия проекта.

Все более заметные позиции в финансировании проектов ГЧП занимает, созданный в 2014 году Новый банк развития БРИКС (НБР). Целью банка, в соответствии со статьей 1 Соглашения о НБР, является мобилизация ресурсов для проектов в области инфраструктуры и устойчивого развития в странах БРИКС, а также в других развивающихся странах и странах с формирующимся рынком. Одним из приоритетных направлений деятельности НБР, согласно утвержденной стратегии, является зеленая энергетика и энергоэффективность.

НБР дополняет деятельность других международных и региональных финансовых институтов и может стать одним основополагающих органом формирующейся финансовой системы БРИКС. В сфере зеленой энергетике и энергоэффективности НБР может сформировать Центр компетенций по проектам ГЧП для улучшения регуляторной среды, подготовки специалистов для нужд реализации проектов. НБР разрабатывает специальные проекты, которые ориентированы на развитие зеленой энергетике и имеют значимую связь с целями устойчивого развития, поэтому при их разработке основной акцент делается на передовые технологические решения, направленные на повышение эффективности использования энергии. ресурсов при минимизации антропогенного воздействия.

Портфель энергетических проектов НБР включает 2 проекта в Бразилии, 2 проекта в России, 1 проект в Индии, 5 проектов в Китае, 4 проектов в Южно Африканской Республике. Общее кол-во проектов по энергетике и поставкам газа в странах БРИКС за период 2019-2021 составило 169 проектов на 39 млрд долларов. Из проведенного анализа действующих программ НБР можно сделать вывод, что в рамках интеграционных объединений ЕАЭС и БРИКС уже происходит аккумуляция финансовых ресурсов для реализации крупных инфраструктурных энергоэффективных ГЧП проектов, что снижает финансовые риски для российских проектов в условиях санкций. ГЧП как механизм привлечения институциональных инвестиций может сыграть

положительную роль при налаживании взаимодействия стран ЕАЭС и БРИКС в области повышения энергоэффективности. Эффективное использование средств институциональных инвесторов способствует повышению привлекательности инвестиций в экономики и торговые отношения БРИКС¹²⁹. В частности, гарантии НБР, могут заменить двухсторонние соглашения о защите инвестиций в странах БРИКС (на данный момент соглашения России действуют только с ЮАР и Китаем) в ЕАЭС (соглашения действуют для России, Белоруссии, Казахстана, Киргизии и Таджикистана)¹³⁰.

В рамках мероприятий по достижению ЦУР в странах – членах ЕАЭС Евразийская экономическая комиссия определила систему показателей интеграции (SII), оценивая уровень и качество интеграционного сотрудничества стран-членов в рамках региональных интеграционных блоков. Эта система позволяет сравнивать региональные интеграционные группировки во всем мире для определения общих особенностей и конкретных аспектов / тенденций, включая потенциальные области для углубления интеграционного сотрудничества в глобальном контексте «Интеграция интеграций». По нашему мнению, данную систему показателей можно расширить с учетом особенностей формирования условий для развития форм ГЧП, которые включают специальные кредитные линии, механизм гарантирования рисков и энергосервисные формы ГЧП. Энергосервисная форма ГЧП может осуществляться по трем основным моделям работы, которые включают модель разделения сбережений, модель поставки энергии и модель гарантирования сбережений для энергоэффективных улучшений. Данные формы ГЧП способствуют переходу к модели устойчивого развития национальных экономик.

¹²⁹ Yarygina I. Z. et al. Trade and Economic Cooperation of BRICS: Problems and Prospects // Academic Journal of Interdisciplinary Studies. 2021. Vol. 9, no. 6. P. 89-104.

¹³⁰ Перечень соглашений между Правительством Российской Федерации и правительствами иностранных государств о поощрении и взаимной защите капиталовложений // Министерство экономического развития Российской Федерации. URL: https://www.economy.gov.ru/material/departments/d11/investicionnye_soglasheniya/perechen_soglasheniy_mezhdu_pravitelstvom_rf_i_pravitelstvami_inostrannyh_gosudarstv_o_pooshchrenii_i_vzaimnoy_zashchite_kapitalovlozheniy/ (дата обращения: 20.06.2020).

В настоящее время российскими энергетическими компаниями ведутся работы по созданию центров компетенции в области энергетики и энергоэффективности на уровне БРИКС для формирования регуляторных, технологических, правовых и финансовых институтов, функционирующих независимо от санкционной политики недружественных стран и зависимых международных организаций.

Как показывает анализ опыта работы международных институтов развития, на базе НБР БРИКС целесообразно создание Координационного центра по проектам ГЧП. Функции данного центра в зависимости от класса ГЧП представлены на рис. 42.

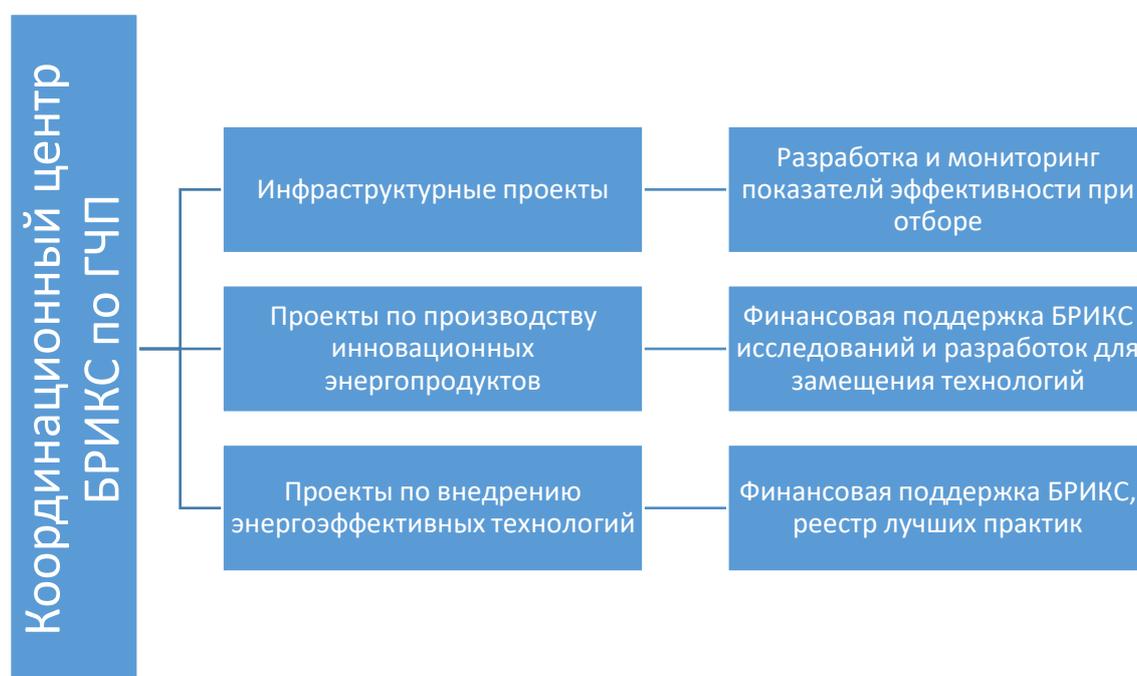


Рисунок 42 – Функции координационного центра НБР БРИКС по ГЧП.

Источник: разработано автором

Для инфраструктурных проектов, с целью учета особенностей регулирования в разных странах, для каждого отдельного проекта мы предлагаем создание системы показателей эффективности, используемой при разработке и отборе проектов, ключевым блоком которой будут являться показатели ожидаемого роста энергоэффективности и снижения

углеродоемкости экономики территории (региона, муниципалитета), на которой планируется осуществление проекта. Оцениваемые проекты предлагается ранжировать по степени воздействия на ожидаемый рост энергоэффективности и выбирать для реализации с участием государства только те, которые оказывают максимальное ожидаемое воздействие на рост энергоэффективности.

Для проектов по производству инновационных энергетических продуктов функциями Координационного центра будут разработка программ льготного финансирования исследований, разработок и демонстрационных проектов, направленных на замещение подсанкционных технологий (в первую очередь, крупнотоннажных технологий сжижения природного газа) силами объединённых научно-исследовательских коллективов и разработку новых логистических схем реализации инновационных энергетических продуктов на мировом рынке, оптимизирующих использование логистических и транспортных возможностей стран – участниц БРИКС и ЕАЭС.

Для поддержки проектов по внедрению инновационных энергоэффективных технологий предлагается вменить Координационному центру функцию создания и поддержания в актуальном состоянии реестра лучших практик стран БРИКС и ЕАЭС практической реализации моделей ГЧП и моделей энергосервисных контрактов. Кроме того, поддержка проектов данного класса тоже может осуществляться посредством льготного финансирования НБР БРИКС и ЕАБР, которая может быть дополнена механизмами привлечения средств заинтересованных сторон (в том числе, населения) чрез краудсорсинговые платформы.

В то же время Координационный центр ГЧП при НБР сможет помочь в формировании формальной стратегии, операционных руководств и директивы по ГЧП для новых стран членов банка БРИКС. Так, например, для реализации проектов сотрудничества России со странами Африки в сфере энергетики, наиболее приемлемым является Интеграционный сценарий реализации всех преимуществ комбинированного варианта с использованием потенциала

стран БРИКС, ЕАЭС и африканского континента. Комбинированный вариант предполагает развитие сектора традиционной энергетики, роста производственных мощностей, привлечения инвестиционных и интеллектуальных ресурсов с осуществлением перехода на использование опережающих энергоисточников и принципов зеленой энергетики. Последствия и эффекты Интеграционного сценария – стратегическое партнерство в проектах генерации и трансфера экологически чистых энергетических технологий; дрейфование в сторону развития фотовольтаики и атомно-газовой энергетики; реализация пилотных проектов по использованию передовых технологий в целях решения проблем социальной и экологической трансформации экономики.

3.3. Рекомендации по повышению энергоэффективности экономики РФ с использованием механизмов ГЧП

Согласно оценкам Всемирного банка¹³¹, Россия может сэкономить 45% общего потребления первичной энергии. Текущая неэффективность использования энергоресурсов в России равна ежегодному потреблению первичной энергии во Франции. Достижение полного потенциала энергетической эффективности в России оценивается в общей сложности 320 млрд. долл. для экономики страны и приведет к ежегодному снижению расходов для инвесторов и конечных пользователей примерно в 80 млрд. долл., таким образом, инвестиции окупятся всего за четыре года. Выгоды для экономики в целом значительно выше: 120–150 млрд. долл. в год от экономии энергии и дополнительных доходов от экспорта газа.

Стоимость повышения энергоэффективности составляет одну треть от затрат на строительство новых энергообъектов. В частности, следует отметить, что применение технологии утилизации низко потенциального

¹³¹ Energy efficiency in Russia: Untapped reserves // World Bank. URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/750871468307169609/Energy-efficiency-in-Russia-untapped-reserves> (accessed: 20.06.2020)

тепла на основе органического цикла Ренкина позволит сэкономить до 11 млрд. м³ природного газа в год, и сократить выбросы в атмосферу парникового газа CO₂ на 21 млн. т в год¹³².

Энергоэффективность снижает риски и затраты высокой энергоемкости и позволяет России:

- сократить расходы бюджета - 3–5 млрд. долл. могут быть сохранены ежегодно из федерального и местных бюджетов за счет устранения неэффективного использования энергии;
- снижение экологических издержек: игнорируя последствия выбросов, вызванных энергоемкостью.

Если потенциал энергоэффективности будет полностью реализован, выбросы CO₂ России в 2030 г. будут примерно на 20% ниже уровня 1990 г. Как показали результаты экспертной оценки вероятности успешной реализации в России инновационных ГЧП проектов, существующая система институтов поддержки ГЧП нуждается в совершенствовании, а степень вовлеченности частного бизнеса и населения в проекты ГЧП должна быть повышена. Нормативно-правовая база в области энергоэффективности не снимает барьеры повышения энергоэффективности, в частности, асимметрию информации и недостаточный доступ к долгосрочному финансированию. Меры по устранению этих барьеров и стимулированию реализации финансово жизнеспособных проектов в области энергоэффективности имеют важное значение для реализации потенциала энергоэффективности в России и предотвращения последствий сохранения высокой энергоемкости при более высоких тарифах. Повышение энергоэффективности имеет ограниченный потенциал использования в государственных организациях из-за следующих регуляторных барьеров, так как правила закупок способствуют выбору заявки с самой низкой стоимостью, а не самым экономичным жизненным циклом.

¹³² Sergi B. S., Berezin A. Oil and gas industry's technological and sustainable development: Where does Russia stand? // Exploring the future of Russia's economy and markets: Towards sustainable economic development. Emerald Publishing Limited, 2018. P. 161-182.

Для повышения уровня развития ГЧП в России в сфере энергоэффективности с учетом мирового опыта и предложенных моделей ГЧНП- проектов нами разработаны рекомендации, представленные на рис. 43.

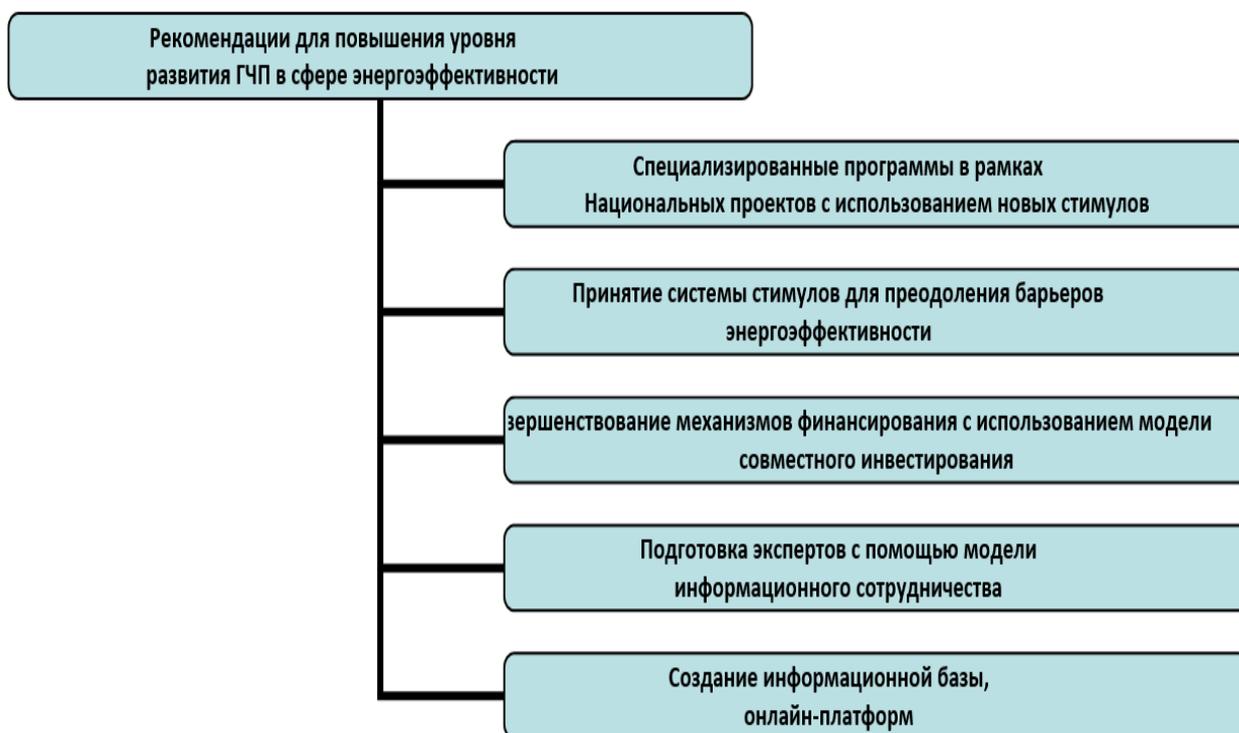


Рисунок 43 – Основные направления совершенствования развития ГЧП в сфере энергоэффективности

Источник: составлено автором

Для преодоления барьеров, препятствующие успешной реализации ГЧП проектов, рекомендуется использовать зарубежные модели реализации ГЧП на практике: 1) модель совместного инвестирования; 2) модель информационного сотрудничества; 3) модель формирования новых стимулирующих политики; 4) смешанная модель совместного инвестирования и информационного сотрудничества.

Совершенствование механизмов финансирования проектов ГЧП с использованием модели совместного инвестирования должно включать: кластеризацию банками проектов по повышению эффективности на основе ГЧП; обеспечение специализированной технической поддержки; охват малых

предприятий; предоставление кредитов на основе стандартизированной, воспроизводимой модели, которая может привести к существенному сокращению транзакционных издержек; предоставление субсидий на финансирование начальных высоких транзакционных издержек на этапах разработки проектов. Такого рода меры могут помочь реализации модели совместного инвестирования на практике, т.е. обеспечить доступ к капиталу для большого числа потенциальных инвесторов в энергоэффективные технологии из числа индивидуальных предпринимателей, компаний малого и среднего бизнеса.

Подготовка экспертов и специалистов в области энергоэффективности в государственных профессиональных образовательных учреждениях необходима для создания кадрового резерва компаний частного сектора и государственных структур.

Создание онлайн-платформ и информационной базы данных уже осуществленных и намечаемых к осуществлению проектов повышения энергоэффективности на основе ГЧП, в которых будет содержаться информация по возможностям международного научно-технологического сотрудничества или международной торговле технологиями через локализацию в РФ, поможет специалистам коммерческих банков в разработке схем их кредитования, а девелопером и заказчикам позволит реализовать вариант смешанной модели информационного сотрудничества и финансовых стимулов при трансфере технологий в РФ.

Для практической реализации данных рекомендаций предлагается создание специализированного координирующего агента по энергоэффективности и мониторингу данных об использовании энергии во всех секторах экономики. Данный агент должен взять на себя следующие функции:

1. Предоставление технической экспертизы и экономической оценки внедрения энергоэффективных технологий для правительства и потребителей. Это, в первую очередь, осуществляется путем создания и контроля системы

сертификации качества оборудования, обновления технологических регламентов и услуг по повышению энергоэффективности. Данная функция поможет преодолеть неоднородность правовых норм и технологических регламентов как барьер к повышению энергоэффективности.

2. Консультирование правительства и отраслевых регулирующих органов по вопросам правовой и регуляторной политики по повышению энергоэффективности для формирования необходимой правовой базы, которая поддержит Энергосервис как форму ГЧП и поможет снизить риски для частных инвесторов в проекты по энергоэффективности.

3. Координация инициатив правительства в области энергоэффективности и мониторинг достижения установленных целевых показателей по энергоэффективности для предоставления факторов неблагоприятного отбора.

4. Ведение переговоров по финансированию повышения энергоэффективности с международными финансовыми институтами для упрощения доступа к капиталу для коммерческих банков и создания выгодных условий привлечения финансирования для менеджмента проекта по повышению энергоэффективности.

5. Создание типовых форм договоров по специальным кредитным линиям, механизму распределения рисков и энергосервиса для информационной и правовой поддержки.

6. Создание базы данных по энергоэффективным технологиям с описанием технико-экономических характеристик и опыта внедрения на практике в рамках схемы энергетической системы.

7. Создание центра учета трансакционных издержек для снижения расходов предприятий по проектам, направленных на повышение энергетической эффективности.

Агент также может выступать в качестве арбитра между международными финансовыми организациями и правительством в целях

осуществления финансовой помощи и разработки новых схем финансирования повышения энергоэффективности¹³³.

Кроме того, агент может выступить инициатором пересмотра принципов учета расходов жизненного цикла проектов объектов инфраструктуры за счет долгосрочного планирования, что поможет оценить эффект мер по повышению энергоэффективности с высокой капиталоемкостью. В настоящее время при использовании традиционной схемы планирования и реализации объектов инфраструктуры с разделением на проектную организацию, строительную организацию и эксплуатирующую организацию расходы всего жизненного цикла объекта невозможно оптимизировать потому, что каждый отдельный участник применяет решения, которые приводят к уменьшению стоимости на одном этапе жизненного цикла и к увеличению на других этапах. Для решения этой проблемы в мировой практике используются так называемые EPC-контракты, суть которых заключается в объединении процессов проектирования, строительства и эксплуатации в единый центр ответственности.

Большинство инновационных решений, направленных на снижение энергоемкости, в целом имеют высокую отдачу с точки зрения экономии энергии и могут увеличить финансовый потенциал для инвестиций в области энергоэффективности, которые в настоящее время финансово не рентабельны.

Распространение информации призвано поднять общий уровень осведомленности, ускорить принятие практических мер по повышению энергоэффективности и социально полезных решений. Кампании по распространению информации могут проходить в разных формах, но должны быть адаптированы к конечному потребителю для того, чтобы быть эффективными.

Многие препятствия, мешающие полному принятию инициатив по повышению энергоэффективности, могут быть преодолены за счет создания и

¹³³ Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation // World Energy Council. 2008. No. 38–40.

обеспечения соблюдения обязательных стандартов. Разработка и обеспечение соблюдения стандартов предоставляет конечным пользователям надежные данные, что помогает гарантировать выгоды от инвестиций в энергоэффективность. Аналогичным образом, стандарты помогают снизить риск для финансистов путем обеспечения определенного уровня качества для инвестиций. Стандарты могут также облегчить проблему разделения стимулов, создав определенные критерии для различных участников (например, устройства, оборудование или здания) цепочки создания стоимости продукта.

Стандарты должны быть разработаны с учетом обеспечения гибкости для пересмотра. Энергосберегающие технологии постоянно обновляются и стандарты должны постоянно пересматриваться с учетом этих изменений. Кроме того, стандарты должны быть распространены повсеместно и соблюдаться для того, чтобы быть эффективными.

Энергосервисные контракты (ЭСК) могут играть существенную роль в оказании помощи России на пути повышения энергетической эффективности. ЭСК позволяют специалистам сторонних подрядчиков принимать ответственность за оказание помощи организациям – частным фирмам, общественным организациям или жилищным хозяйствам – в экономии энергии, взяв на себя часть ответственности за финансирование капитального ремонта и предоставление технической поддержки для достижения экономии энергии, за фиксированную плату или долю сэкономленных денег. ЭСК обычно связаны с энергосервисными компаниями (ЭСКО) (см. раздел 1.2). ЭСКО могут помочь стимулировать инвестиции в повышение энергоэффективности, но их трудно создавать без надлежащей государственной поддержки и регулирования. ЭСКО добились успеха в США и Канаде, но со значительной государственной поддержкой, а также в Китае, однако со значительным участием Всемирного банка и правительственной поддержкой. С другой стороны, ЭСКО имеют ограниченный успех в Европе за некоторыми исключениями, например, Германии.

Использование ЭСК не нуждается в относительно дорогих институциональных основах, созданных для ЭСКО в таких странах, как США и Китай. Для России лучшей идеей является использование ЭСК, а не создание индустрии ЭСКО как таковой. В конечном счете, правительству важно обеспечить стимулы для организаций к заключению контрактов ЭСК с частными фирмами, специализированными некоммерческими организациями или даже со своими сотрудниками. ЭСК могут быть особенно эффективными в преодолении барьеров для повышения энергоэффективности в общественных организациях.

Еще одной формой государственно-частного партнерства в деле снижения энергоемкости могут стать ГЧП, создаваемые для разработки и реализации программ, которые предназначены для реализации экономически жизнеспособных проектов в области энергоэффективности. Например, как вариант, можно платить клиентам за замену лампочек, модернизацию системы отопления и системы кондиционирования воздуха и т.д.

Внедряя гибкое бюджетирование и/или предоставляя автономный статус общественным организациям, правительство может создать фундаментальный стимул для сбережения. Однако это должно сопровождаться установкой целевых показателей потребления энергии на основе бенчмаркинга. Изменения в законодательстве о закупках, предусматривающие заключение многолетних контрактов, перфоманс-контрактов и принципа минимальной стоимости жизненного цикла, имеют важное значение для государственных закупок энергоэффективных товаров и услуг.

Ряд действий может быть произведен для снижения влияния транзакционных издержек на инвестиции в энергоэффективность. Подобные проекты могут быть объединены в одно портфолио финансирования или могут быть воспроизведены в большом количестве аналогичными предприятиями. Другим решением, используемым банками во многих странах, является кластеризация. Кластерный подход может обеспечить специализированную

техническую поддержку и охват малых предприятий наряду с предоставлением последующих кредитов на основе стандартизированной, воспроизводимой модели, которая может привести к существенному сокращению транзакционных издержек по кредиту. Кроме того, есть несколько простых шагов в виде «общественных благ», которые могут быть приняты правительствами или отраслевыми группами, в том числе следующие:

- подготовка экспертов в области энергоэффективности. Заказчики и инвесторы проектов по повышению энергоэффективности придают большое значение присутствию экспертов с опытом обеспечения технической и экономической экспертизы. Подготовка специалистов по энергоэффективности в государственных профессиональных образовательных учреждениях поможет создать кадровый резерв для компаний частного сектора и государственных структур и позволит сократить расходы, связанные с проверкой заявленных сбережений в рамках проектов реализации проектов по повышению энергоэффективности;

- предоставление субсидий на финансирование начальных высоких транзакционных издержек на этапах разработки, чтобы снизить риски, связанные с запуском программы, разработкой и экспериментальными новыми подходами, и продуктами, а также развитием широкого спектра возможностей, необходимых для реализации программы;

- помощь участвующим коммерческим банкам в совершенствовании и стандартизации кредитных заявок / процедур оценки. Это требует специальной технической помощи для каждого отдельного банка и последующей помощи в подготовке квалифицированных кадров;

- создание информационной базы данных, которая поможет специалистам коммерческих банков в разработке схем кредитования энергоэффективности и подготовке информационных материалов об уже осуществленных проектах. Информационная база данных поможет в распространении информации о

схемах осуществления проектов для девелоперов, которые работают в области энергоэффективности и предприятий-клиентов¹³⁴.

Выводы по третьей главе

Большинство российских ГЧП-проектов в сфере энергетики было реализовано в секторе природного газа и связано с разработкой новых месторождений и развитием системы трубопроводной транспортировки. Однако в последние годы фокус внимания был смещен на проекты по строительству мощностей по сжижению природного газа. С введением беспрецедентных по масштабу санкций, одним этот тип проектов (проекты по производству инновационных энергетических продуктов) стал одним из наиболее уязвимых направлений ГЧП в области энергоэффективности. Санкционные ограничения, наложенные западными странами, приводят к выходу инвесторов из заявленных проектов и в стадии реализации.

Для оценки рисков и прогнозирования развития данной отрасли в данной главе была разработана методика, основанная на сценарном подходе. Предложенная методика и программный модуль могут быть использованы для прогнозирования и проведения анализа чувствительности российских энергоэффективных инновационных ГЧП-проектов в секторе природного газа к санкционным ограничениям, как непосредственно в компаниях газового сектора, так и на уровне государственных ведомств, формирующих политику в области поддержки энергоэффективных ГЧП-проектов.

¹³⁴ Taylor R. et al. Financing Energy Efficiency, Lessons from Brazil, China, India and Beyond. World Bank, 2008.

Апробация предложенной методики вероятности успешной реализации инновационных ГЧП проектов в области повышения энергоэффективности и возобновляемой энергетики показала, что существующая в России система институтов поддержки ГЧП нуждается в совершенствовании, а степень вовлеченности частного бизнеса и населения в проекты ГЧП должна быть повышена. Действующее федеральное и региональное законодательство в области энергоэффективности носит в значительной степени декларативный характер и не затрагивает такие ключевые барьеры, как недостаток информации и недостаточный доступ к долгосрочному финансированию.

Для повышения уровня развития ГЧП в России в сфере энергоэффективности с учетом мирового опыта и предложенных моделей ГЧНП - проектов нами разработаны рекомендации по нескольким направлениям: 1) развитие ГЧП институтов в рамках национальных проектов; 2) создание системы стимулов к использованию энергосервисных контрактов; 3) совершенствование механизмов финансирования; 4) подготовка экспертов; 5) создание информационной базы.

Для обеспечения роста энергоэффективности экономик стран – членов ЕАЭС и развития системы защиты от санкций разработаны предложения по формированию механизмов отбора и реализации энергетических ГЧП проектов и в странах – членах ЕАЭС. Основное предложение в организационном аспекте заключается в создании координационного центра по проектам ГЧП, функции которого и механизмы их реализации различны в зависимости от класса ГЧП.

Для инфраструктурных проектов функциями координационного центра будут разработка и мониторинг специальной системы показателей эффективности проектов, ключевым блоком которой будут являться показатели ожидаемого роста энергоэффективности и снижения углеродоемкости экономики территории (региона, муниципалитета), на которой планируется осуществление проекта. Для проектов по производству инновационных энергетических продуктов функциями Координационного

Центра будут разработана программы льготного финансирования исследований, разработок и демонстрационных проектов, направленных на замещение подсанкционных технологий и разработку новых логистических схем реализации инновационных энергетических продуктов на мировом рынке, оптимизирующих использование логистических и транспортных возможностей стран – участниц ЕАЭС. Для проектов по внедрению инновационных энергоэффективных технологий предлагается вменить Координационному Центру функцию создания и поддержания в актуальном состоянии реестра лучших практик стран ЕАЭС практической реализации моделей ГНЧП и моделей энергосервисных контрактов (модель информационного сотрудничества). Кроме того, поддержка проектов данного класса тоже может осуществляться посредством льготного финансирования ЕАБР и финансирования с привлечением схем краудсорсинга (модель совместного инвестирования).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное диссертационное исследование в области повышения энергоэффективности с использованием механизмов ГЧП для практического внедрения основных принципов «зеленой» экономики и устойчивого развития позволило сформулировать следующие выводы и предложения:

1. Уточнены теоретические и методические вопросы управления проектами государственно-частного партнёрства в области зеленой энергетики и энергоэффективности в условиях изменения моделей поведения конечных потребителей результатов проектов; выявлено, в условиях развития просьюмеризма для успешной реализации такого рода проектов недостаточно партнерства между государством и бизнесом, а требуется привлечение населения; систематизированы модели участия населения в партнерстве и разработана классификация моделей реализации проектов в партнерстве между государством, бизнесом и населением (ГЧНП-проектов).

2. Разработана авторская методика оценки уровня развития ГЧП с учетом степени благоприятствия окружающей среды, качества и результативности интеграционных процессов, степени подготовленности органов государственной власти субъекта РФ, представителей частного сектора и уровня поддержки населения, которая в отличие от методики рекомендованной правительством РФ, и методики расчета индекса Infrascopre, позволяет сравнивать уровни развития ГЧП в странах с различными нормативно-правовыми системами.

3. Выявлены и обоснованы факторы, оказывающие влияние на интенсивность и технологическую структуру проектов ГЧП в секторе электроэнергетики и природного газа в развивающихся странах, к которым отнесены: 1) уровень дохода страны; 2) интенсивность международного сотрудничества при реализации проектов ГЧП; установлен нелинейный характер зависимости между уровнем дохода страны, интенсивностью ее участия в проектах ГЧП, проведено разбиение стран на кластеры по схожестью технологической структуры ГЧП-проектов; определены наиболее

вероятные стратегии формирования ГЧП-проектов для каждого кластера стран.

4. Доказано влияние технологической структуры ГЧП-проектов в повышение энергоэффективности национальной и мировой экономики, выявлено недостаточное влияние проектов в секторе природного газа на рост энергоэффективности макро экономической системы; идентифицированы наиболее перспективные технологии, повышающие вклад ГЧП-проектов в секторе природного газа в повышение энергоэффективности и снижение углеродоемкости мировой экономики.

5. Предложена методика оценки рисков реализации российских энергоэффективных ГЧП-проектов в секторе природного газа в условиях санкционного давления в зависимости от уровня инновационности базовой технологии и возможностей переориентации поставок готовой продукции на другие рынки сбыта; выявлено, что наибольшему риску подвержены средние и крупнотоннажные проекты по производству сжиженного природного газа.

6. Разработана сценарная модель прогноза реализации российских энергоэффективных инновационных ГЧП-проектов в секторе природного газа, находящихся на ранней стадии инвестирования, оценены потенциальные объемы сокращения производства инновационной продукции в результате закрытия части проектов.

7. Разработан программный модуль для проведения анализа чувствительности российских энергоэффективных инновационных ГЧП-проектов в секторе природного газа к санкционным ограничениям.

8. Разработана классификация проектов ГЧП в области энергоэффективности и предложены меры по совершенствованию механизмов отбора и реализации энергетических ГЧП проектов и в странах – членах ЕАЭС, для каждого класса проектов ГЧП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Нормативно-правовые акты и официальные документы

1. Указ Президента Российской Федерации от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики». – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102122361&intelsearch> (дата обращения: 03.06.2023).
2. Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». – URL: <http://www.rg.ru/2009/11/27/energo-dok.html> (дата обращения: 15.06.2020).
3. Государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 2446-р. – URL: <http://government.ru/docs/all/75782/> (дата обращения: 03.06.2023).
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 января 2011 г. № 18 «Об утверждении Правил установления требований энергетической эффективности для зданий, строений, сооружений и требований к Правилам определения класса энергетической эффективности многоквартирных домов». – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12082261/> (дата обращения: 03.06.2023).
5. Постановление Правительства РФ от 15.04.2014 N 321 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие энергетики» // Правительство РФ. – URL: <http://static.government.ru/media/acts/files/0001201404240009.pdf> (дата обращения: 20.06.2020).
6. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 июня 2015 г. № 600 «Об утверждении перечня объектов и технологий, которые относятся к объектам и технологиям высокой энергетической эффективности». – URL: <http://government.ru/docs/all/102323/> (дата обращения: 03.06.2023).
7. Федеральный закон от 13.07.2015 № 224-ФЗ «О государственно-частном партнерстве, муниципально-частном партнерстве в Российской Федерации и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_182660/ (дата обращения: 20.06.2023).
8. Комплексный план мероприятий по повышению энергетической эффективности экономики в Российской Федерации, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 19 апреля 2018 г. № 703-р. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71830276/> (дата обращения: 03.06.2023).
9. Постановление Правительства РФ от 9 сентября 2023 г. N 1473 «Об утверждении комплексной государственной программы Российской Федерации

«Энергосбережение и повышение энергетической эффективности» // Правительство РФ. – URL: http://government.ru/dep_news/49471/ (дата обращения: 16.02.2024).

10. Перечень соглашений между Правительством Российской Федерации и правительствами иностранных государств о поощрении и взаимной защите капиталовложений // Министерство экономического развития Российской Федерации. – URL: https://www.economy.gov.ru/material/departments/d11/investicionnye_soglasheniya/perechen_soglasheniy_mezhdu_pravitelstvom_rf_i_pravitelstvami_inostrannyh_gosudarstv_o_pooshchrenii_i_vzaimnoy_zashchite_kapitalovlozheniy/ (дата обращения: 20.06.2020).

Монографии, учебные пособия, материалы конференций, главы в книгах

11. Anderson C. Feldman D., Tinker L. National survey report of photovoltaic applications in United States of America 2017 // International Energy Agency. – 2018. – P. 28.
12. Berezin A., Gomonov K., Balashova S., Matyushok V. Introduction of smart grid in Russia: Feasibility study // The 11th International Days of Statistics and Economics. – 2017.
13. Berezin A., Gorodnova N., Briery N. Economic and legal aspects of the public-private partnership model development in Russia // Proceedings of the 2nd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Arts SGEM. – 2015.
14. Berezin A., Ratner S. Policy transition to low-carbon economy in Russia: state support measures // The 13th International Days of Statistics and Economics Conference Proceedings. 2019, September. – P. 120-130.
15. Berezin, A., Gorodnova, N., Skipin, D. Evaluation of project management performance of public-private partnership on the basis of the Balanced Scorecard // 3rd International Multidisciplinary Scientific Conference on Social Sciences & Arts SGEM. – 2016.
16. Berezin, A., Rodriguez, A., Gorodnova, N., Sterba, A. The Assessment Methodology of Management's Training of Public-Private Partnerships // 10th International Days of Statistics and Economics. – 2016. – P. 163–172. Melandrium.
17. Braun J. EU Energy Policy under the Treaty of Lisbon Rules: Between a new policy and business as usual. – 2011.
18. Cherp A. Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future // Energy and Security. – Cambridge: Cambridge University Press, 2012.
19. Donoso J. National survey report of PV power applications in Spain // International Energy Agency. – 2018. – P. 1–24. August
20. Energy Efficiency Policies around the World: Review and Evaluation // World Energy Council. – 2008. – No. 38–40.
21. Golove W. H., Eto J. H. Market barriers to energy efficiency: a critical reappraisal of the rationale for public policies to promote energy efficiency. – Berkeley: Lawrence Berkeley National Laboratory, 1996.
22. Gorodnova N., Chernov S., Shablova E., Rossetti N., & Berezin A. Energy-service sector: problems of government regulation // Energy production and management in the 21st century II: The quest for sustainable energy. – 2016. – Vol. 205. – P. 45.
23. Hammami M., Ruhashyankiko J. F., Yehoue E. B. Determinants of public-private partnerships in infrastructure. IMF, 2006. – Vol. WP/06/99.

24. Hatch M. J. Organization theory: modern, symbolic, and postmodern perspectives. Second ed. – Oxford, USA: Oxford University Press, 2006.
25. Hewett M.J. Achieving energy efficiency in a restructured electric utility industry prepared for Minnesotans for and energy efficiency economy. – Minneapolis, MN, USA, 1998.
26. Ivanov O. Public–Private Partnership in the Post-soviet Space: Can It Play the Role of an Integrator? // Public-Private Partnerships in Russia: Institutional Frameworks and Best Practices. – Cham : Springer International Publishing, 2020. – P. 273–291.
27. Ivanov O. V. Infrastructural Dimension of Sustainable Development, Climate Change and Environmental Governance // Current Problems of the Global Environmental Economy Under the Conditions of Climate Change and the Perspectives of Sustainable Development. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 351–363.
28. Ivanov O. V., Inshakova A. O., Poroshin A. V. PPP Governance at the Federal and Regional Level // Public-Private Partnerships in Russia: Institutional Frameworks and Best Practices. – 2020. – P. 99–122.
29. Ivanov O. V., Shamanina E. A. PPP as a tool to achieve sustainable development goals and implement the concept of “Quality Infrastructure Investments” // Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change. Cham : Springer International Publishing, 2021. – P. 309-322.
30. Kelchevskaya N. R., Shirinkina E. V., Atlasov I. V. Assessing energy efficiency factors in industrial companies // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2020. – Vol. 862, no. 4. – P. 042001.
31. Lv F., Xu H., Wang S., Li H. National survey report of PV power applications in China 2018 // International Energy Agency. – 2018. – P. 19–20.
32. Morgan G. Images of organisation. 2nd ed. – London, UK: Sage, 1997.
33. Perjo L., Fredricsson C., Costa S. Public-private-people partnerships in Urban Planning. – Baltic Urban Lab, 2016.
34. Plotnikova N., Gorodnova N., Matyushok V., Berezin A., Shablova E. Development of the accounting center of transaction costs for enterprises // The 9th International Days of Statistics and Economics. Prague, September 10-12, 2015. – P. 1345–1354. Melandrium
35. Popkova E. G. Model of Uninterruptible and Highly Efficient Operation of Vertical Farms Based on Alternative Energy in the Interests of Sustainable Agriculture // Geo-Economy of the Future: Sustainable Agriculture and Alternative Energy. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – P. 879-884.
36. Schumacher E. F., Kirk G. Schumacher on energy: Speeches and writings of EF Schumacher // (No Title). 1982.
37. Sergi B. S., Berezin A. Oil and gas industry’s technological and sustainable development: Where does Russia stand? // Exploring the future of Russia’s economy and markets: Towards sustainable economic development. – Emerald Publishing Limited, 2018. – P. 161–182.
38. Sergi B. S., Berezin A., Gorodnova N., Andronova I. Smart cities and economic growth in Russia // Modeling economic growth in contemporary Russia. – Emerald Publishing Limited, 2019. – P. 249–272.
39. Shablova E., Gorodnova N., Berezin, A. Energy Service Contracts: Russian Practices // Applied Mechanics and Materials. 2015. – Vol. 792. – P. 428–432.
40. Shaton K., Hervik A., Hjelle H. The Environmental Footprint of Gas Transportation: LNG vs. Pipeline // Energy: Expectations and Uncertainty, 39th IAEE International Conference, Jun 19-22, 2016. – International Association for Energy Economics, 2016.

41. Sihombing L., Adiwijaya S. A. J., Wibowo A., Sihombing L. B., Santos A. J. Public-private-people partnership as a new financing model for infrastructure development: a conceptual framework // The 7th Engineering International Conference. – 2018. – P. 2–4.
42. Silander D. The European Commission and Europe 2020: Smart, sustainable and inclusive growth // Smart, sustainable and inclusive growth. – 2019. – P. 2–35.
43. Sorrell S., Schleich J., Scott S., O'Malley E., Trace F., Boede U., Ostertag K., Radgen P. Reducing barriers to energy efficiency in public and private organizations. Brighton: Energy research centre – science and technology policy research (SPRU). University of Sussex, 2000.
44. Starikova E. A. Public–Private Partnership as an Instrument to Implement the Sustainable Development Goals in the Developing Countries // Public-Private Partnerships in Russia: Institutional Frameworks and Best Practices. – Cham: Springer International Publishing, 2020. – P. 293–305.
45. Starikova E. A., Shamanina E. A. Corporate practice of implementing measures to combat climate change in the Russian oil and gas companies // Industry 4.0: Exploring the Consequences of Climate Change. – Cham: Springer International Publishing, 2021. P. 221–233.
46. Taylor R. et al. Financing Energy Efficiency, Lessons from Brazil, China, India and Beyond. – World Bank, 2008.
47. Vagliasindi M. Implementing energy subsidy reforms: Evidence from developing countries. – World Bank Publications, 2012.
48. Westskog H. Sæle H., Inderberg T. H. J., Winther T. Strøm fra folket? Drivkrefter og barrierer (English: power from the people? Driving forces and barriers) [Report]. – Center for International Climate Research, 2018.
49. Завьялова Е. Б., Ли Ч. С., Шаманина Э. А. Роль государственно-частного партнерства в инфраструктурном развитии: сравнительный анализ российского, китайского и корейского опыта // Сегодня и завтра российской экономики. – 2019. № 95-96. С. 104–119.
50. Ратнер С. В. Непараметрические методы статистического анализа данных в задачах управления качеством: учеб. пособие. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2015. – 115 с.
51. Стратегическое партнерство России и Китая в сфере энергетики: монография / под ред. Е. Б. Завьяловой, Ван Сяоцюаня. – М.: Издательский дом «Научная библиотека», 2019. – 296 с.
52. Фролов А. В. 4.4. Разработка технологий искусственного интеллекта в США и Китае (сравнение национальной и международной модели ГЧП) // Китай в мировой экономике и международном бизнесе. – 2019. – С. 203–214.
53. Фролов А.В. Опыт государственно-частных партнерств Европейского Союза в свете задач форсирования технологической самодостаточности Российской Федерации и Евразийского Экономического Союза // Сборник лучших докладов «Международная ежегодная научная конференция Ломоносовские чтения». – М.: Экономический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2022. – С. 772–777.
54. Черняев М. В., Аширова О. И. Особенности формирования и развития «зеленой» экономики в странах Европейского союза. – 2021.

Диссертации и авторефераты

55. Фролов А. В. Государственно-частное партнерство в инновационной экономике США: дис. ... доктора экономических наук: 08.00.14 / Фролов Андрей Викторович; [Место защиты: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова]. – М., 2016.

Научные статьи

56. Ahwireng-Obeng F. Mokgohlwa J. P. Entrepreneurial risk allocation in public-private infrastructure provision in South Africa // *South African Journal of Business Management*. – 2002. – Vol 33, no. 4. – P. 709.
57. Banerjee S. G., Oetzel J. M., Ranganathan R. Private provision of infrastructure in emerging markets: Do institutions matter? // *Development Policy Review*. – 2006. – Vol. 24, no. 2. – P. 175–202.
58. Bao Q. Sinitskaya E., Gomez K. J., MacDonald E. F., Yang M. C. A Human-centered design approach to evaluating factors in residential solar PV adoption: a survey of homeowners in California and Massachusetts // *Renewable Energy*. – 2019. – Vol. 151.
59. Berezin A., Campana F., Rossetti N. Enhanced efficiency, sustainable power generation, and CO₂ emission reduction in energy-intensive industries through Organic Rankine Cycle Technology // *Energy Production and Management in the 21st Century II: The Quest for Sustainable Energy*. – 2016. – Vol. 205. – P. 83–94.
60. Berezin A., Sergi B. S., Gorodnova N. Efficiency assessment of public-private partnership (PPP) projects: The case of Russia // *Sustainability*. – 2018. – Vol. 10, no. 10. – P. 3713.
61. Bertoldi P., Mosconi R. Do energy efficiency policies save energy? A new approach based on energy policy indicators (in the EU Member States) // *Energy Policy*. – 2020. – Vol. 139. – P.111320.
62. Blum N. U., Wakeling R. S., Schmidt T. S. Rural electrification through village grids—Assessing the cost competitiveness of isolated renewable energy technologies in Indonesia // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2013. – Vol. 22. – P. 482-496.
63. Blumstein C. et al. Overcoming social and institutional barriers to energy conservation // *Energy*. – 1980. – Vol. 5, no. 4. P. 355–371.
64. Borenstein S. The Private and Public Economics of Renewable Electricity Generation // *Journal of Economic Perspective*. – 2012. – Vol. 26, no. 1. – P. 67–92.
65. Boyer E. J., Scheller D. S. An examination of state-level Public-Private Partnership adoption: Analyzing economic, political, and demand-related determinants of PPPs // *Public Works Management & Policy*. – 2018. – Vol. 23, no. 1. – P. 5–33.
66. Brugger H. et al. Energy Efficiency Vision 2050: How will new societal trends influence future energy demand in the European countries? // *Energy Policy*. – 2021. – Vol. 152. – P. 112216.
67. Cedrick B. Z. E., Long P. W. Investment Motivation in Renewable Energy: A PPP Approach // *Energy Procedia*. – 2017. – Vol. 115. – P. 229–238.
68. Chen H., Shi Y., Zhao X. Investment in renewable energy resources, sustainable financial inclusion and energy efficiency: A case of US economy // *Resources Policy*. – 2022. – Vol. 77. – P. 102680.
69. Coffman M.G., Griffin J.P., Bernstein P. An assessment of greenhouse gas emissions-weighted clean energy standards // *Energy Policy*. – 2012. – Vol. 45. – P. 122–132.

70. Curtin J. et al. Quantifying stranding risk for fossil fuel assets and implications for renewable energy investment: a review of the literature // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2019. – Vol. 116. – P. 109402.
71. Ebrahimigharehbaghi S., Qian Q. K., Meijer F. M., Visscher H. J. Unravelling Dutch homeowners' behaviour towards energy efficiency renovations: What drives and hinders their decision-making? // *Energy Policy*. 2019. – Vol. 129. – P. 546–561.
72. Fowlie M., Meeks R. The economics of energy efficiency in developing countries // *Review of Environmental Economics and Policy*. – 2021. – Vol. 15, no. 2. – P. 238–260.
73. Gielen D. Boshell F., Saygin D., Bazilian M. D., Wagner N., Gorini, R. The role of renewable energy in the global energy transformation // *Energy Strategy Reviews*. – 2019. – Vol. 24. – P. 38–50.
74. Gillingham K., Keyes A., Palmer K. Advances in evaluating energy efficiency policies and programs // *Annual Review of Resource Economics*. – 2018. – Vol. 10. – P. 511–532.
75. Gorjian S., Zadeh B. N., Eltrop L., Shamshiri R. R., Amanlou Y. Solar photovoltaic power generation in Iran: development, policies, and barriers // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2019. – Vol. 106. – P. 110–123.
76. Grisseman U.S. Stokburger-Sauer N. E. Customer co-creation of travel services: the role of company support and customer satisfaction with the co-creation performance // *Tourism Management*. – 2012. – Vol. 33, no. 6. – P.1483–1492.
77. Ihl C., Vossen A. A typology of customer co-creation in the innovation process // *SSRN Electronic Journal*. – 2010.
78. Jaffe A. B., Stavins R. N. The energy-efficiency gap: what does it mean? // *Energy Policy*. – 1994. – Vol. 22, no. 10. – P. 804–810.
79. Janssen M., Estevez E. Lean government and platform-based governance-Doing more with less // *Government Information Quarterly*. – 2013. – Vol. 30 (Suppl. 1). – P. S1–8.
80. Karatayev M., Clarke M. L. A review of current energy systems and green energy potential in Kazakhstan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2016. – Vol. 55. – P. 491–504.
81. Kruger J., Oates W. E., Pizer W. A. Decentralization in the EU emissions trading scheme and lessons for global policy // *Review of Environmental Economics and Policy*. – 2007. – No. 1.
82. Kumar M. V. M., Banerjee R. Analysis of isolated power systems for village electrification // *Energy for Sustainable Development*. – 2010. – Vol. 14, no. 3. – P. 213–222.
83. Kuronen M. Junnila S., Majamaa W., Niiranen I. Public-private-people partnership as a way to reduce carbon dioxide emissions from residential development // *International Journal Strategy Property Management*. 2010. – Vol. 14, no. 3. – P. 200–216.
84. Leibenstein H. Allocative efficiency vs. "X-efficiency" // *The American economic review*. 1966. – Vol. 56, no. 3. – P. 392–415.
85. Li W. et al. Nexus between energy poverty and energy efficiency: estimating the long-run dynamics // *Resources Policy*. – 2021. – Vol. 72. – P. 102063.
86. Limaye D. R., Limaye E. S. Scaling up energy efficiency: The case for a Super ESCO // *Energy Efficiency*. – 2011. – No. 4 (2). – P. 133–144. – doi:10.1007/s12053-011-9119-5.
87. Lin B., Zhou Y. Does energy efficiency make sense in China? Based on the perspective of economic growth quality // *Science of The Total Environment*. – 2022. – Vol. 804. – P. 149895.
88. Liu F. et al. Assessing the role of economic globalization on energy efficiency: Evidence from a global perspective // *China Economic Review*. – 2023. – Vol. 77. – P. 101897.

89. Lo C. C., Wang C. H., Huang C. C. The national innovation system in the Taiwanese photovoltaic industry: a multiple stakeholder perspective // *Technology Forecasting and Social Change*. – 2013. – Vol. 80, no. 5. – P. 893–906.
90. Lovins A. B. How big is the energy efficiency resource? // *Environmental Research Letters*. – 2018. – Vol. 13. – No. 9. – P. 090401.
91. Maiorano J. Beyond technocracy: Forms of rationality and uncertainty in organizational behaviour and energy efficiency decision making in Canada // *Energy Research & Social Science*. – 2018. – Vol. 44. – P. 385–398.
92. Malinauskaite J. et al. Energy efficiency in industry: EU and national policies in Italy and the UK // *Energy*. – 2019. – Vol. 172. – P. 255–269.
93. Matyushok V., Krasavina V., Berezin A., Sendra García J. The global economy in technological transformation conditions: A review of modern trends // *Economic Research-Ekonomiska Istraživanja*. – 2021. – Vol. 34, no. 1. – P. 1471–1497.
94. Mengistu F. T., Berhane T. Towards a Better Understanding of the Role of Foreign Direct Investment in Developing Countries with Special Focus on 2012 Ethiopian Investment Law // *Journal of International Business and Leadership*. – 2013. – Vol. 2, no. 1.
95. Nerini F. F. et al. Rural electrification options in the Brazilian Amazon: A multi-criteria analysis // *Energy for Sustainable Development*. – 2014. – Vol. 20. – P. 36–48.
96. Nichols A. L. Demand-side management overcoming market barriers or obscuring real costs? // *Energy Policy*. – 1994. – Vol. 22, no. 10. – P. 840–847.
97. Overholm H. Collectively created opportunities in emerging ecosystems: the case of solar service ventures // *Technovation*. – May 2015. – 39–40 (1). – P. 14–25.
98. Painuly J., Reddy B. Electricity conservation programs: barriers to their implementation // *Energy Sources*. – 1996. – Vol.18, no. 3. – P. 257–267.
99. Palm J., Eriksson E. Residential solar electricity adoption: how households in Sweden search for and use information // *Energy, Sustainability and Society*. – Dec. 2018. – Vol. 8, no. 1. – P. 1–9.
100. Paramati S. R., Shahzad U., Doğan B. The role of environmental technology for energy demand and energy efficiency: Evidence from OECD countries // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2022. – Vol. 153. – P. 111735.
101. Qu C., Shao J., Shi Z. Does financial agglomeration promote the increase of energy efficiency in China? // *Energy Policy*. – 2020. – Vol. 146. – P. 111810.
102. Qureshi T. M., Ullah K., Arentsen M. J. Factors responsible for solar PV adoption at household level: a case of Lahore, Pakistan // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2017. – Vol. 78. – P. 754–763.
103. Ratner S. V., Nizhegorodtsev R. M. Analysis of the World Experience of Smart Grid Deployment: Economic Effectiveness Issues // *Thermal Engineering*. – 2018. – Vol. 65, no. 6. – P. 387–399.
104. Ratner S., Berezin A., Sergi B. S. Energy efficiency improvements under conditions of low energy prices: The evidence from Russian regions // *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*. – 2022. – Vol. 17, no. 1. – P. 1966134.
105. Ratner S., Salnikov A. A., Berezin A., Sergi B. S., Sohag K. Customer engagement in innovative smart grid deployment projects: evidence from Russia // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2022. – Vol. 29, no. 4. – P. 5902–5911.
106. Ratner S., Berezin A., Gomonov K., Serletis A., Sergi B. S. What is stopping energy efficiency in Russia? Exploring the confluence of knowledge, negligence, and other social barriers in the Krasnodar Region // *Energy Research and Social Science*. – 2022. – Vol. 85. – P. 102412.

107. Rio D., Burguillo M. An empirical analysis of the impact of renewable energy deployment on local sustainability // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2009. – P. 1314–1325.
108. Shabalov M. Y. et al. The influence of technological changes in energy efficiency on the infrastructure deterioration in the energy sector // *Energy Reports*. 2021. – Vol. 7. – P. 2664–2680.
109. Shoaib A., Ariaratnam S. A Study of Socioeconomic Impacts of Renewable Energy Projects in Afghanistan // *Procedia Engineering*. – 2016. 145. – P. 995–1003.
110. Shove E. What is wrong with energy efficiency? // *Building Research & Information*. – 2018. – Vol. 46. – No. 7. – P. 779–789.
111. Shuai J., Cheng X., Ding L., Yang J., Leng Z. How should government and users share the investment costs and benefits of a solar PV power generation project in China? // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2019. – Vol. 104. – P. 86–94
112. Snyder J. Lee-Partridge J. E. Understanding communication channel choices in team knowledge sharing // *Corporate communications*. Emerald Group Publishing Limited. – 2013. – Vol. 18, no. 4. – P. 417–431.
113. Sovacool B. K., Griffiths S. The cultural barriers to a low-carbon future: A review of six mobility and energy transitions across 28 countries // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2019. – P. 109569.
114. Sun H. et al. Energy efficiency: The role of technological innovation and knowledge spillover // *Technological Forecasting and Social Change*. – 2021. – Vol. 167. – P. 120659.
115. Tang Y., Zhang Q., McLellan B., Li H. Study on the impacts of sharing business models on economic performance of distributed PV-Battery systems // *Energy*. – Oct. 2018. – Vol. 161. – P. 544–558.
116. Tetiana H. et al. Innovative methods of performance evaluation of energy efficiency projects // *Academy of Strategic Management Journal*. – 2018. – Vol. 17, no. 2. – P. 1–11.
117. Trotta G. Factors affecting energy-saving behaviours and energy efficiency investments in British households // *Energy policy*. – 2018. – Vol. 114. – P. 529–539.
118. Tseng F. M. Chiang L. L. Why does customer co-creation improve new travel product performance? // *Journal of Business Res.* – June 2016. – Vol. 69, no. 6. – P. 2309–2317.
119. Tvaronavičienė M. et al. Energy efficiency in the long run in the selected European countries // *Economics and Sociology*. – 2018. – P. 245–254.
120. Wand R., Leuthold F. Feed-in tariffs for photovoltaics: learning by doing in Germany? // *Applied Energy*. – 2011. – Vol. 88, no. 12. – P. 4387–4399.
121. Wang N., Ma M. Public–private partnership as a tool for sustainable development – what literatures say? // *Sustainable Development*. – 2020. – Vol 29, no. 1. – P. 243–258. <https://doi.org/10.1002/sd.2127>
122. Xue Y., Temeljotov-Salaj A., Engebo A., Lohne J. Multi-sector partnerships in the urban development context: a scoping review // *J. Clean Prod.* – May 2020. – Vol. 268. – P. 122291.
123. Yang J., Xiong G., Shi D. Innovation and sustainable: Can innovative city improve energy efficiency? // *Sustainable Cities and Society*. – 2022. – Vol. 80. – P.103761.
124. Yarygina I. Z. et al. Trade and Economic Cooperation of BRICS: Problems and Prospects // *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*. – 2021. – Vol. 9, no. 6. – P. 89–104.
125. Yin Mah D. N., Wang G., Lo K., Leung M. K. H., Hills P., Lo A. Y. Barriers and policy enablers for solar photovoltaics (PV) in cities: perspectives of potential adopters in

- Hong Kong // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – September 1, 2018. – Vol. 92. – P. 921–936. Elsevier Ltd.
126. Yurdakul H., Kamaşak R., Yazar Öztürk T. Macroeconomic drivers of Public Private Partnership (PPP) projects in low income and developing countries: A panel data analysis // *Borsa Istanbul Review*. – 2022. – Vol. 22, Iss.1. – P. 37–46.
127. Zakari A. et al. Energy efficiency and sustainable development goals (SDGs) // *Energy*. – 2022. – Vol. 239. – P. 122365.
128. Авдокушин Е. Ф., Фролов А. В. Радикальные инновации в России: факторы развития и роль государственно-частного партнерства // *Вопросы новой экономики*. – 2016. – № 4. – С. 4–15.
129. Березин А. Э. Государственно-частное партнерство: проблема энергоэффективности инфраструктурных проектов // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2016. – № 5 (47). Ч. 1. – С. 33–35.
130. Иванов О., Завьялова Е., Рязанцев С. Государственно-частное партнерство в странах ЕАЭС // *Центральная Азия и Кавказ*. – 2019. – Т. 22, № 2. – С. 37–53.
131. Нежникова Е. В., Черняев М. В. Некоторые аспекты энергоэффективности жилищного строительства Российской Федерации // *Экономические системы*. – 2020. – Т. 13, № 2. – С. 90–96.
132. Палеев Д. Л., Черняев М. В. Пути укрепления энергетической безопасности России в условиях обострения геополитической ситуации // *Экономические системы*. – 2022. – Т. 15, № 4. – С. 154–164.
133. Ратнер С. В., Алмастьян Н. А. Рыночные и административные методы управления негативным воздействием объектов электроэнергетики на окружающую среду // *Экономический анализ: теория и практика*. – 2015. – № 16. – С. 2–15.
134. Ратнер С. В., Иосифов В. В. Сравнительный анализ конкурирующих инновационных технологий наземного автотранспорта по эколого-экономическим показателям // *Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки*. – 2018. – Т. 11, № 4. – С. 212–221. DOI: 10.18721/JE.11416
135. Ратнер С. В., Нижегородцев Р. М. Барьеры энергоэффективности: эмпирическое исследование // *Экономическая наука современной России*. – 2017. – № 4 (79). – С. 103–117.
136. Фролов А. В. Государственно-частное партнерство как актуальный фактор инновационного развития США // *Контурь глобальных трансформаций: политика, экономика, право*. – 2018. – Т. 11, № 2. – С. 151–165.
137. Фролов А. В. Роль чистой энергетики в «новой экономике» США // *Вопросы новой экономики*. – 2010. – № 2. – С. 18–34.
138. Фролов А. В. Технологические государственно-частные партнерства: пример и опыт Европы // *Вестник Московского университета имени СЮ Витте. Серия 1: Экономика и управление*. – 2021. – № 4 (39). – С. 58–67.
139. Черняев М.В., Бойко А.А. Экономическая эффективность инвестиционных проектов газовой отрасли России на примере экспортных газопроводов // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экономика*. – 2022. – Т. 30. – № 4. – С. 587–601. – doi: 10.22363/2313-2329-2022-30-4-587-601

Электронные ресурсы

140. Paris agreement” // United Nations. – URL: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf (accessed: 20.06.2020).

141. 11th Five-Year Plan (2006-2010) for National Economic and Social Development // China's National People's Congress. – URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/115> (accessed: 20.06.2020).
142. 12th Five-Year Plan (2011-2015) for National Economic and Social Development // China's National People's Congress. – URL: <https://policy.asiapacificenergy.org/node/37> (accessed: 20.06.2020).
143. 13th Five-Year Plan (2016–2020) for National Economic and Social Development // National Reform and Development Commission. – URL: <https://en.ndrc.gov.cn/policies/202105/P020210527785800103339.pdf> (accessed: 20.06.2020).
144. 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development of the People's Republic of China and Outline of the Vision for 2035 // National Reform and Development Commission. – URL: <https://en.ndrc.gov.cn/policies/202203/P020220315511326748336.pdf> (accessed: 20.06.2020).
145. 50001 Energy management // ISO. – URL: <https://www.ipeec.org/en.html> (accessed: 01.02.2023).
146. About // International Partnership for Energy Efficiency Cooperation. – URL: <https://www.ipeec.org/> (accessed: 20.06.2020).
147. An Introduction to Public-Private Partnerships 2003 // Partnerships British Columbia. – URL: <http://www.partnershipsbc.ca/pdf/An%20Introduction%20to%20P3%20-June03.pdf> (accessed: 20.06.2020).
148. An Introductory Guide to Public Private Partnerships (PPPs) // Efficiency Office of Government of the Hong Kong Special Administrative Region. – URL: https://www.effo.gov.hk/en/reference/archive/ppp_guide_2008.pdf (accessed: 20.06.2020).
149. Barriers, Opportunities, and Market Potential of Technologies and Practices // The Intergovernmental Panel on Climate Change. – URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg3/chapter-5-barriers-opportunities-and-market-potential-of-technologies-and-practices/> (accessed: 20.06.2020).
150. China Energy Efficiency Financing II // World Bank. – URL: <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P113766> (accessed: 20.06.2020).
151. China Energy Transition Status Report 2020 // Sino-German Energy Transition Project. – URL: https://www.energypartnership.cn/fileadmin/user_upload/china/media_elements/publications/China_Energy_Transition_Status_Report.pdf (accessed: 20.06.2020).
152. Climate smart buildings initiative // Federal Energy Management Program. – URL: <https://www.energy.gov/femp/climate-smart-buildings-initiative> (accessed: 20.06.2020).
153. Climate Watch // United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). – URL: <https://www.climatewatchdata.org/> (accessed: 01.02.2023).
154. Commercializing Energy Efficiency Finance (CEEF) // World Bank. – URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/zh/707831468780007997/276340CEEF0Pro1ent0Final0Submission.doc> (accessed: 20.06.2020).

155. Country Analysis Brief // EIA. 2019. – URL: [https://www.eia.gov/todayinenergy/index.php?tg=cab%20\(country%20analysis%20brief\)](https://www.eia.gov/todayinenergy/index.php?tg=cab%20(country%20analysis%20brief)) (accessed: 20.06.2023).
156. Energy and Power PPPs // World Bank. – URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/sector/energy> (accessed: 20.06.2020).
157. Energy Efficiency 2018 // International Energy Agency. – URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2018> (accessed: 20.06.2020).
158. Energy Efficiency 2022 // International Energy Agency. – URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-2022> (accessed: 20.06.2023).
159. Energy Efficiency Governance // International Energy Agency. – URL: <https://www.iea.org/reports/energy-efficiency-governance> (accessed: 20.06.2020).
160. Energy efficiency in Russia: Untapped reserves // World Bank. – URL: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/750871468307169609/Energy-efficiency-in-Russia-untapped-reserves> (accessed: 20.06.2020).
161. Environment Programme Finance Initiative // United Nations. – URL: <https://www.unepfi.org/> (accessed: 20.06.2020).
162. Guidebook on promoting good governance in public-private partnerships // United Nations Economic Commission for Europe. – URL: <https://unece.org/fileadmin/DAM/ceci/publications/ppp.pdf> (accessed: 20.06.2020).
163. Guidelines for Successful Public Private Partnerships // European Commission. – URL: http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/ppp_en.pdf (accessed: 20.06.2020).
164. Horizon Europe // European Commission. – URL: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe_en (accessed: 20.06.2020).
165. IEA, 7th Annual Global Conference on Energy Efficiency: The value of urgent action on energy efficiency, June 2022. – URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/6ed712b4-32a3-4934-9050-d97a83a45a80/Thevalueofurgentaction-7thAnnualGlobalConferenceonEnergyEfficiency.pdf> (accessed: 20.06.2023).
166. Intelligent Energy Europe Programme // European Commission. – URL: https://ec.europa.eu/cip/iee/index_en.htm (accessed: 20.06.2020).
167. Kyrgyzstan // U.S. Energy Information Administration. – URL: <https://www.eia.gov/international/overview/country/KGZ> (accessed: 20.06.2020).
168. National Action Plan for Energy Efficiency Leadership Group National Action Plan for Energy Efficiency Vision for 2025: A Framework for Change (Publication). 2008. – URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/vision.pdf> (accessed: 20.06.2023).
169. National Action Plan for Energy Efficiency Vision for 2025: A Framework for Change // Environmental Protection Agency. – URL: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/vision.pdf> (accessed: 20.06.2020).
170. National mission for enhanced energy efficiency // Bureau of Energy Efficiency. – URL: https://envfor.nic.in/wp-content/uploads_3/2018/01/Mission-SAPCC-NMEEE.pdf (accessed: 20.06.2020).

171. National survey report of PV power applications in Sweden 2018 // International Energy Agency. – URL: https://iea-pvps.org/wp-content/uploads/2020/01/NSR_Sweden_2018.pdf (accessed: 20.06.2020).
172. Pådriv. About Pådriv. – URL: <https://paadriv.no/about-padriv/> (accessed: 27.06.2022).
173. Project Appraisal Document on a Proposed Loan in the Amount of US \$200 Million and a Proposed Grant from the Global Environment Facility Trust Fund in the Amount of US \$13.5 Million to the People’s Republic of China in Support of the Energy Efficiency Financing Project // World Bank. – URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/630521468214508629/pdf/386410PAD0P08417369B01off0use0only1.pdf> (accessed: 20.06.2020).
174. Project development assistance // European Commission. – URL: https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-funding-climate-action/innovation-fund/project-development-assistance_en (accessed: 20.06.2020).
175. Public Procurement of Energy Efficiency Services // World Bank. – URL: <http://documents.worldbank.org/curated/en/987001468138267837/pdf/524560PUB0pub1101Official0Use0Only1.pdf> (accessed: 20.06.2020).
176. Publicly-Backed Guarantees as Policy Instruments to Promote Clean Energy // UNEP Sustainable Energy Finance. – URL: <https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/project-detail/P113766> (accessed: 20.06.2020).
177. Public-Private Partnerships Legal Resource Center // World Bank. – URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/> (accessed: 20.06.2020).
178. Public-Private Partnerships Reference Guide: Version 2.0. (n.d.). – URL: <https://ppp.worldbank.org/public-private-partnership/library/public-private-partnerships-reference-guide-version-20> (accessed: 20.06.2023).
179. Sustainable infrastructure: Public-private partnerships (PPPs) // European Bank for Reconstruction and Development. – URL: <https://www.ebrd.com/infrastructure/infrastructure-ppp.html> (accessed: 20.06.2020).
180. The European PPP report 2009 // DLA Piper. – URL: <https://www.minfin.bg/upload/8976/European+PPP+Report+2009.pdf> (accessed: 20.06.2020).
181. United Nations (2017) Resolution adopted by the General Assembly on 6 July 2017, Work of the Statistical Commission pertaining to the 2030 Agenda for Sustainable Development (A/RES/71/313)
182. World Bank private participation in infrastructure database // World Bank. – URL: <http://ppi.worldbank.org/> (accessed: 20.06.2023).
183. World Energy Outlook 2022 // International Energy Agency. – URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022> (accessed: 20.06.2023).
184. World Population Prospects 2022 // United Nations. – URL: <https://desapublications.un.org/file/989/download> (accessed: 20.06.2023).
185. Карта российской СПГ отрасли 2022. – 11.04.2022. – URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/spg/733414-karta-rossiyskoy-spg-otrasli-2022/> (дата обращения: 03.08.2022).
186. Росатом. – URL: <https://www.rosatom.ru/about/> (дата обращения: 03.08.2022).
187. Росэнергоатом. – URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-pates/ (дата обращения: 03.08.2022).
188. Хевел. – URL: <https://www.hevelsolar.com/proizvodstvo/> (дата обращения: 03.08.2022).

189. ЭКСАР назвал три барьера для выхода новых экспортеров в Африку //
Новости российского экспорта. – URL:
https://myexport.exportcenter.ru/press_center/finansovye-produkty/4569/ (дата
обращения: 20.06.2020).

ПРИЛОЖЕНИЕ А. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРОК СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

Таблица А1 - Результаты тестов Краскела–Уолиса

Зависимая переменная	Независимая (группирующая) переменная	Значение Н - статистики	Уровень статистической значимости критериальной статистики (p)
Общие инвестиции в энергетические ГЧП/ВВП страны	Группа страны по уровню дохода	7,1661	0,0278
Общие инвестиции в проекты ГЧП в электроэнергетике/ВВП страны	Группа страны по уровню дохода	7,0844	0,0290
Общие инвестиции в проекты ГЧП в секторе природного газа /ВВП страны	Группа страны по уровню дохода	3,3473	0,1876
Доля проектов ГЧП в электросетевом хозяйстве (% от общего количества проектов в энергетике)	Группа страны по уровню дохода	4,8987	0,0864
Доля ветровых проектов ГЧП (% от общего количества проектов в электроэнергетике)	Группа страны по уровню дохода	12,7958	0,0017
Изменения в энергоэффективности	Группа стран по уровню дохода	8,63787	0,0133

Источник: расчеты автора

Таблица А2 - Статистика Фишера по каждой переменной, определяющей технологическую структуру проектов ГЧП в сфере генерации электроэнергии

Переменная	Межгрупповая дисперсия	Внутригрупповая дисперсия	F-статистика	p-уровень
Доля угольных проектов	711,35	8132,04	2,9450	0,03655
Доля проектов большой гидроэнергетики	46502,14	9632,19	162,5355	0,00000
Доля проектов малой гидроэнергетики	8639,83	30192,38	9,6340	0,00001

Доля геотермальных проектов	78,60	3096,62	0,8545	0,46739
Доля биоэнергетических проектов	351,28	13462,57	0,8785	0,45496
Доля ветровых проектов	9435,68	37246,80	8,5287	0,00004
Доля концентрированных солнечных проектов	28,68	847,49	1,1392	0,33700
Доля фотовольтаических солнечных проектов	63239,89	23265,80	91,5110	0,00000
Доля проектов «мусор – в энергию»	604,54	14833,29	1,3721	0,25564
Доля газовых и дизельных проектов	85624,27	28977,58	99,4798	0,00000
Доля атомных проектов	5,04	198,21	0,8554	0,466911

Источник: расчеты автора

Таблица А3 - Критериальные статистики χ^2 для проверки гипотезы о наличии связи между признаками «Номер кластера» и «Уровень дохода страны»

Статистика	χ^2	Число степеней свободы (df)	Уровень статистической значимости (p)
Пирсона	17,58978	6	0,00734
Максимального правдоподобия	20,23540	6	0,00251

Источник: расчеты автора

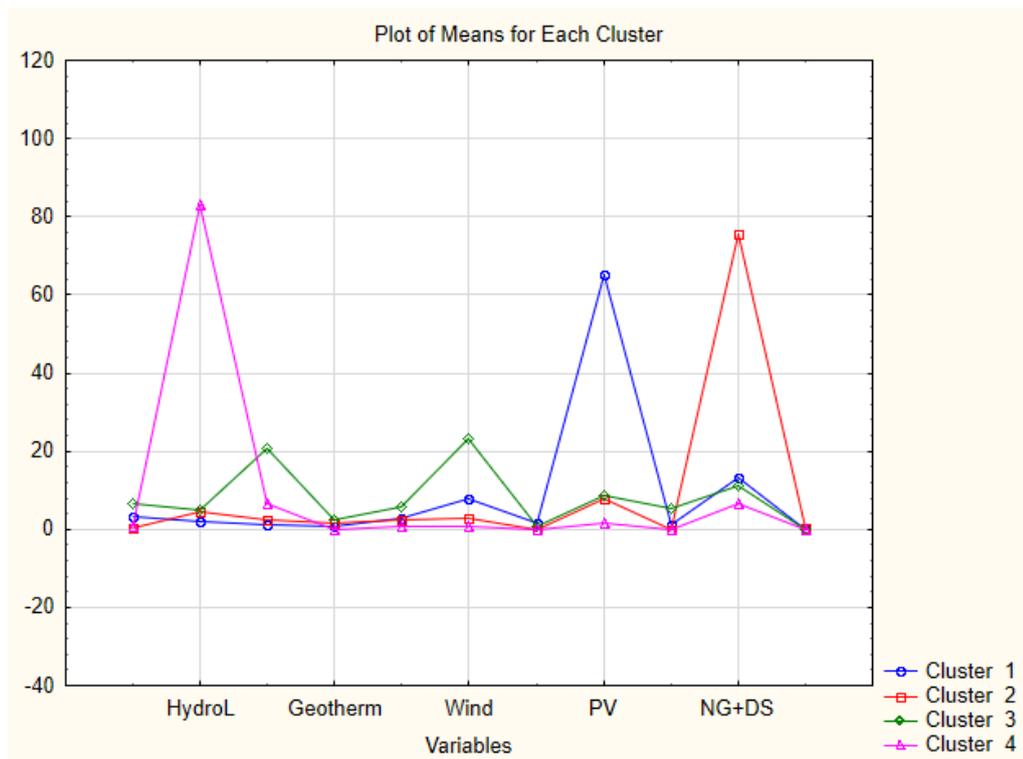


Рис. А1 - Различие между кластерами по каждой переменной
Источник: расчеты автора

Income	2-Way Summary Table: Observed Frequencies (Spreadsheet1)				Row Totals
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	
1	7	9	7	0	23
Column %	28,00%	32,14%	15,91%	0,00%	
Row %	30,43%	39,13%	30,43%	0,00%	
Total %	6,67%	8,57%	6,67%	0,00%	21,90%
2	6	9	18	8	41
Column %	24,00%	32,14%	40,91%	100,00%	
Row %	14,63%	21,95%	43,90%	19,51%	
Total %	5,71%	8,57%	17,14%	7,62%	39,05%
3	12	10	19	0	41
Column %	48,00%	35,71%	43,18%	0,00%	
Row %	29,27%	24,39%	46,34%	0,00%	
Total %	11,43%	9,52%	18,10%	0,00%	39,05%
Totals	25	28	44	8	105
Total %	23,81%	26,67%	41,90%	7,62%	100,00%

Рис. А2 Двухвходовая таблица кросс-табуляции (скрин результата из пакета STATISTICA 12.0) *Источник: расчеты автора*

Variable	Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet14)			
	Number of projects	Number of Sponsors	Intensity	Inv/projects
Number of projects	1,000000	0,806235	0,401944	0,399435
Number of Sponsors	0,806235	1,000000	0,385927	0,339733
Intensity	0,401944	0,385927	1,000000	0,515702
Inv/projects	0,399435	0,339733	0,515702	1,000000

Kendall Tau Correlations (Spreadsheet14)				
MD pairwise deleted				
Marked correlations are significant at p <,05000				
Variable	Number of projects	Number of Sponsors	Intensity	Inv/projects
Number of projects	1,000000	0,672297	0,280558	0,284965
Number of Sponsors	0,672297	1,000000	0,280346	0,245332
Intensity	0,280558	0,280346	1,000000	0,361918
Inv/projects	0,284965	0,245332	0,361918	1,000000

Рис. А3 Результаты непараметрической корреляции Спирмена (вверху) и Кендалла (внизу) между количеством стран-спонсоров проектов ГЧП и параметрами проектов ГЧП. *Источник: расчеты автора*

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet14)		Kendall Tau Correlations (Spreadsheet14)	
MD pairwise deleted		MD pairwise deleted	
Marked correlations are significant at p <,05000		Marked correlations are significant at p <,05000	
Variable	Number of Sponsors	Variable	Number of Sponsors
Number of Sponsors	1,000000	Number of Sponsors	1,000000
Coal	0,484570	Coal	0,385700
Hydro, L	0,236899	Hydro, L	0,175221
Hydro, S	0,363845	Hydro, S	0,264506
Geotherm	0,332266	Geotherm	0,266783
Bio	0,270540	Bio	0,210924
Wind	0,429966	Wind	0,338227
Solar SPF	0,368471	Solar SPF	0,305642
Solar PV	0,337588	Solar PV	0,238701
Waste	0,347164	Waste	0,277859
Gas	0,033234	Gas	0,006090
Nuclear	0,139509	Nuclear	0,118597

Рис. А4 Результаты непараметрической корреляции Спирмена (слева) и Кендалла (справа) между количеством стран-спонсоров проектов ГЧП и технологической структурой проектов ГЧП. *Источник: расчеты автора*

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet1)											
MD pairwise deleted											
Marked correlations are significant at p <,05000											
Variable	Coal	HL	HS	Geoterm	Bio	Wind	CSP	PV	Waste	NatGas	Nuclear
Diff	0,156925	0,197413	-0,026384	-0,138629	0,019307	0,124922	-0,078315	0,058845	-0,015979	-0,214611	0,114762
Diff(sign)	0,091966	0,075388	0,091653	-0,012035	0,123809	0,232019	0,013268	-0,033595	0,150769	-0,265031	0,096082

Рис. А5 Значения коэффициента непараметрической корреляции Спирмена между ростом энергоэффективности и технологической структурой ГЧП-проектов. *Источник: расчеты автора*

Spearman Rank Order Correlations (Spreadsheet14)		
MD pairwise deleted		
Marked correlations are significant at p <,05000		
Variable	Number of Sponsors	Diff (value)
Number of Sponsors	1,000000	0,220192
Diff (value)	0,220192	1,000000

Рис. А6 Результаты расчета непараметрической корреляции Спирмена между ростом энергоэффективности и технологической структурой ГЧП-проектов. *Источник: расчеты автора*