

УДК 620.9

## ИНТЕРНЕТ ЭНЕРГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТОРГОВЛИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

А.С. Устюжанина, студент гр. ЭПм-241, 1 курс; Я.В. Авдеев, студент гр. ЭПм-241, 1 курс.  
 Паскарь Иван Николаевич, старший преподаватель кафедры электроснабжения горных и промышленных предприятий  
 ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева»  
 г. Кемерово

**Аннотация:** в данной статье были рассмотрены перспективы развития микрогенерации, а именно, внедрение Интернета энергии в энергосистему России. Был представлен новый способ торговли электроэнергией, основанный на р2р-торговле в рамках концепции Интернета энергии. Также были рассмотрены тенденции развития различных отраслей Российской Федерации и их влияние на экономику страны, переход к цифровой энергетике. В заключении были приведены рекомендации и составлен сценарный анализ будущего по развитию Интернета энергии в РФ.

**Ключевые слова:** распределенная генерация, оптовый рынок электроэнергии, розничный рынок электроэнергии, р2р-торговля, микрогенерация, микрогрид.

### 1. Выбор темы исследования

#### 1.1 Актуальность Интернета энергии и РГ

В настоящее время основным направлением модернизации сферы электроэнергетики является 3D – децентрализация, диджитализация, декарбонизация. Совместно с этим актуальной тенденцией развития энергетики является переход к использованию установок малой генерации (так называемая микрогенерация или распределенная генерация) мощностью до 25 МВт. Все чаще отказываются от централизованного электроснабжения в пользу собственных (децентрализованных) источников электроэнергии. Доля собственной выработки ЭЭ предприятиями – 6,2%, населением – 15,6% от общего объема. Этот отказ, прежде всего, связан с неизбежными потерями при передаче ЭЭ на большие расстояния, ростом тарифов и проблемами подключения к сетям. Возникает необходимость подключения автономных систем к существующим электрическим сетям централизованных энергосистем или формирования энергосистем с распределённой генерацией, объединяющих несколько локальных источников. [1]

Распределенная генерация (РГ) – использование децентрализованных источников энергии на основе ВИЭ совместно с интеллектуальными системами электроснабжения. Благодаря использованию РГ уменьшается количество парниковых газов (главным образом за счет использования возобновляемых источников энергии). [2]

Активный потребитель – потребитель электроэнергии, который также является ее производителем, участник розничного рынка электроэнергии и мощности (РРЭМ), может управлять своим энергопотреблением (как участник программы по управлению спросом).

Развитие технологий цифровизации энергосистем положило начало для Интернета энергии. Интернет энергии (IoE) — микроэнергосистема (или микрогрид), участниками которой являются производители и потребители энергии, которые могут обмениваться энергией между собой. Такая система имеет децентрализованную структуру, взаимодействие участников Интернета энергии происходит посредством энергетических трансакций.[3]

## 1.2 Проведение SWOT и PESTEL анализов развития анализов сценария развития будущего и отдельных факторов выбранной теме

Для оценки эффектов внедрения технологий Интернета Энергии (IoE) был проведен SWOT-анализ (Таблица 1) – метод стратегического планирования, который позволяет рассмотреть объект с 4 основных сторон (факторов) [12]

Приведенный ниже SWOT-анализ был проведен на основе научных исследований Московской школы управления «Сколково» в области децентрализации, декарбонизации и цифровизации. [2,4-7]

### SWOT-анализ

Таблица 1 – Оценка критериев SWOT-анализа внедрения технологий «Интернет Энергии» (IoE) в электроэнергетическом секторе Российской Федерации

	Возможности	Угрозы
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Быстрое распространение ВИЭ, распределенной энергетики</li> <li>Стимулирование развития инноваций в области возобновляемой энергетики;</li> <li>Новые возможности для компаний в энергетической отрасли, связанные с развитием возобновляемой энергетики;</li> <li>Возможность получения финансовой поддержки от международных организаций и государств;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Нехватка квалифицированных кадров для разработки и внедрения решений в области ВИЭ;</li> <li>Недостаток финансирования со стороны Государства в связи с неявными перспективами технологий;</li> <li>Увеличение платы за техническое присоединение промышленных потребителей;</li> <li>Снижение покупательной способности потребителей при повышении тарифов;</li> </ul>
Сильные стороны	«Сила и возможности»	«Сила и угрозы»
<ul style="list-style-type: none"> <li>Снижение стоимости электроэнергии для конечного потребителя;</li> <li>Снижение трансакционных издержек при интеграции объектов распределенной энергетики;</li> <li>Развитие научно-технического прогресса в энергетическом секторе;</li> <li>Повышение уровня удобства и адаптивности за счет внедрения цифровых систем торговли ЭЭ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Развитие инфраструктуры в отдаленных и малонаселенных регионах;</li> <li>Появление новых рабочих мест и специальностей в области энергетики;</li> <li>Постепенная замена традиционных видов топлива на возобновляемые источники энергии;</li> <li>Повышение конкурентоспособности российской экономики;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Сокращение рабочих мест в добывающих организациях, существующих на данный момент;</li> <li>Экономические риски от внедрения, такие как снижение рентабельности или увеличение затрат от внедрения подобных технологий;</li> <li>Технологические изменения энергосистемы, что влечет за собой большие затраты и сложности в реализации;</li> </ul>
Слабые стороны	«Слабость и возможности»	«Слабость и угрозы»
<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая стоимость внедрения технологий сферы Интернета энергии;</li> <li>Невозможность применения ВИЭ в некоторых регионах РФ из-за неподходящих климатических условий;</li> <li>Недостаток квалифицированного персонала в России;</li> <li>Недостаточный уровень проработки нормативно-правовой базы в данной области;</li> <li>Зависимость от государственного субсидирования и изменений в законодательстве;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Развитие и государственная поддержка новых стартапов в области ВИЭ;</li> <li>Переработка НПБ и ее адаптация под современные вызовы устойчивого развития энергетики;</li> <li>Переток квалифицированных кадров из других стран;</li> <li>Уменьшение зависимости от традиционных источников энергии</li> <li>Уменьшение углеродного следа;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Удар по экономическому состоянию бизнеса внутри энергетического сектора;</li> <li>Трудности в обеспечении бесперебойного питания I и II-состоиний категорий потребителей электроэнергии;</li> <li>Зависимость от иностранных технологий;</li> <li>Технологические аварии вследствие низкой квалификации рабочих;</li> <li>Снижение энергетической безопасности от внедрения IoE;</li> </ul>

### PESTEL-анализ

Для начала стоит определить вероятность изменения данного фактора в пределах от 0 до 5 по степени значимости, где 1 – не изменится, 2 – возможно изменится, 3 – вырастет незначительно, 4 – вырастет ощутимо, 5 – очень сильно вырастет.

Далее вводятся долевые коэффициенты веса, которые определяют факторы влияния риска на его совокупную оценку. Долевые коэффициенты веса не предполагают непосредственного расчёта с помощью формул, они определяются по степени влияния на комплекс с условием, чтобы их сумма составляла 1 или 100%. Коэффициенты веса определялись согласно ответам экспертов из проводимого опроса, сила влияния оценивается по следующей шкале, где:

- 1 – малое влияние, фактор практически не сказывается на развитие интернет энергии;
- 2 – только значимое изменение повлияет на развитие;
- 3 – высокое влияние факторов.

Коэффициенты веса присваиваются критериям, исходя из опроса экспертов из области ТЭК и МСК. К опросу было привлечено 59 экспертов из 17 регионов РФ.

Характеристика влияния ( $In$ ) и коэффициент веса ( $k$ ) перемножаются для того, чтобы узнать долю влияния конкретного критерия. [8] На основании проведенных расчетов в таблице 2 приводятся оценки критериев PESTEL-анализа.

Таблица 2 – Оценка критериев PESTEL-анализа

Направление	Факторы	Характеристика влияния ( $In$ )	Коэффициент веса ( $k$ )	$In \cdot k$	Вектор (+/-)
(P) Политическое	Актуальность проблемы безопасности в условиях цифровизации	4,2	0,0339	0,1424	-
	Налоговая политика	2	0,0339	0,0678	-
	Государственная нестабильность на мировой арене	4	0,0508	0,2034	-
	Уменьшение субсидий на развитие отрасли энергетики	2,8	0,0339	0,0949	+/-
	Изменение стратегии развития энергетической отрасли	3,8	0,0339	0,1288	+/-
(E) Экономическое	Увеличение стоимости иностранных валют	3,2	0,0169	0,0542	-
	Внешние экономические риски (инфляция, кризис, тенденции фондового рынка и т.п.)	3,6	0,0339	0,1220	+/-
	Падение платежеспособности потребителя	2,2	0,0508	0,1119	-
	Снижение финансовых потерь за счет предиктивной аналитики событий	1,4	0,0169	0,0237	+
	Меры поддержки в отношении внедрения безуглеродных технологий	3,8	0,0339	0,1288	+
	Развитие «зеленого» финансирования	3,8	0,0508	0,1932	+
(S) Социальное	Процесс упрощения коммуникации между людьми и техникой	3,8	0,0508	0,1932	+
	Обеспечение высокого уровня контроля над объектами энергетической инфраструктуры	4	0,0508	0,2034	+
	Обеспокоенность общественности глобальным потеплением и тенденцией к разумному потреблению продукции	2,2	0,0339	0,0746	+
	Невозможность перехода на иные источники энергии по соображениям безопасности общества	1,8	0,0169	0,0305	-

	Объединение нескольких генераций, поглощение других	4	0,0339	0,1356	-
	Создание новых рабочих мест	2,2	0,0508	0,1119	+
(T)Технологическое	Появление более современных технологий добычи ископаемых	3,4	0,0339	0,1153	+/-
	Автоматизация и роботизация всей энергетической сферы	3	0,0339	0,1017	+
	Отсутствие стабильности наличия импортных составляющих в оборудование	3,6	0,0169	0,0610	-
	Ускорение разработки и строительства единиц распределенной генерации	4	0,0508	0,2034	+
(E)Экологическое	Декарбонизация бытового сектора	4,4	0,0339	0,1492	+
	Поддержка ВИЭ	4	0,0339	0,1356	+
	Экологическая политика	3	0,0169	0,0508	+
	Изменение климата	4,2	0,0339	0,1424	+
(L)Правовое	Создание частного сектора энергетики	4	0,0339	0,1356	+
	Наличие доступа к единому информационному, нормативно-правовому и нормативно-техническому полю энергетики	3,8	0,0339	0,1288	+
	Присутствие административных барьеров	2,6	0,0508	0,1322	-
Итого:			1		

На основе SWOT-анализа и PESTEL-анализа можно сделать вывод, что для успешного внедрения Интернета энергии на территории Российской Федерации необходимо постепенно проводить апробации в отдельных регионах РФ с наиболее благоприятными условиями для этого (т.е. территории, где возможно внедрение установок генерации на основе ВИЭ), одновременно с этим прорабатывая нормативно-правовую базу и повышать осведомленность населения в сфере цифровизации.

## 2. Тенденции развития будущего по теме исследования

### 2.1 Общая характеристика и описание прогнозируемых тенденций развития энергетики

Пользователями интернета являются 64,4%, а это 5,3 млрд человек [10]. С января 2022 года по январь 2023 года произошел прирост в 1,9%. Данная тенденция, несомненно, сказывается на объемах потребления энергии. Причем это также говорит о том, что все большее количество людей пользуется интернет-ресурсами, значит цифровизация как тренд знакома и понятна большинству, что упростит переход на Интернет энергии.

К 2030 году мировая суммарная мощность и энергоемкость СНЭЭ составит 411 ГВт и 1194 ГВт·ч соответственно (рис. 1).

Таким образом, были рассмотрены основные мировые тенденции в области цифровой энергетики. Эти тенденции являются следствием появления такого тренда как распределенная генерация, цифровизация и декарбонизация.

### 2.2 Исследование внешних (общемировых) факторов и тенденций, влияющих на развитие будущего по теме, в т.ч. в части развития спроса на разные виды энергоносителей и энергетических технологий, имеющих прямое и/или косвенное отношение к теме исследования

В России есть тенденция на рост потребления электроэнергии (рис. 2). Скачок годового темпа прироста ожидается на 2024 год. [9] Данная тенденция связана с ростом объема рынка генераторных установок в России.

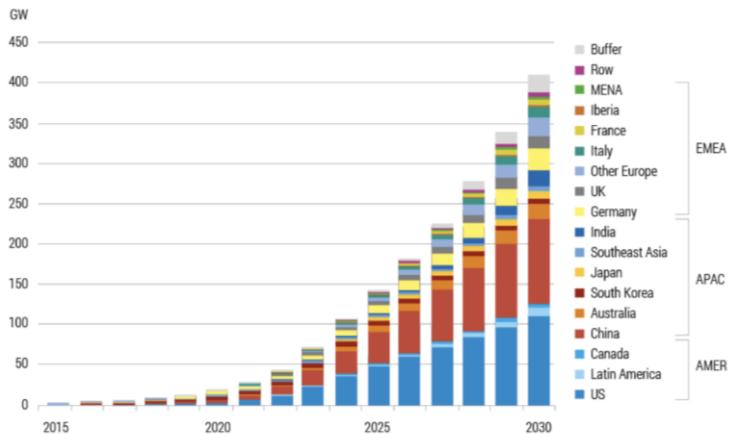


Рис. 1 Суммарная мировая мощность СНЭЭ [11]



Рис. 2 Рост энергопотребления в России [9]

В России существует тенденция на увеличение тарифов на электроэнергию и общий рост потребности в электроэнергии (рис.3). Благодаря технологиям РГ населению удастся избежать высоких тарифов, особенно для тех территорий, для которых тариф изначально выше (Чукотский автономный округ, Республика Саха).

Вследствие этого в России появился тренд на распределенную генерацию. Это связано, в первую очередь, с более низкой стоимостью электроэнергии, по сравнению с ее покупкой из внешних источников. Как можно заметить, в странах СНГ, и, в частности, в

Таким образом, были рассмотрены основные тенденции в области цифровой энергетики в РФ. Ввиду таких тенденций можно заметить появление таких трендов как децентрализация, благодаря чему тариф на электроэнергию может быть снижен.

### 2.3 Тенденции развития энергетической отрасли в России по теме (в т.ч. поставщиков товаров и услуг), имеющие прямое и косвенное отношение к теме

Как уже отмечалось выше, актуальным является переход к децентрализованному электроснабжению, а именно, к микрогридам. Они позволяют объединять несколько генерирующих установок в одну распределенную систему, связанную интеллектуальными сетями (т.е. имеющие одну систему управления).



Рис. 3 Рост цен на электроэнергию по РФ 2020–2025 гг. [24]

В связи с этим появляются новые технологии в финансовом секторе (блокчейн, смарт-контракты), что создает возможности для масштабного привлечения частных инвестиций в энергетику, монетизации потребительских сервисов, формирования различных практик энергообмена.

Один из таких новых источников гибкости в энергосистемах – программа управления спросом (Demand response), позволяет менять свое энергопотребление (уменьшать или увеличивать) потребителям, которые согласились на эту программу, за определенную плату. Такой механизм может снижать цены на ЭЭ на ОРЭМ, вследствие чего происходит снижение цены и на РРЭМ. [12,13]

Ввиду этого были созданы новые субъекты оптового рынка. Агрегаторы управления спросом – организации, которые выступают неким «посредником» на ОРЭМ для розничных потребителей. Они покупают услуги розничных потребителей (т.е. снижение или увеличение потребления ЭЭ из сети) и преобразуют их в товары и услуги на рынках ЭЭ, мощности и системных услуг, вследствие чего потребители РРЭМ видят эффект – снижение тарифа. [23]

**2.4 Риски развития экономики и энергетики в России по выбранной теме. Зависимость развития экономики и энергетики России от внутренних и внешних (мировых) условий и факторов.**

По проведенным исследованиям можно заключить, что наибольшую опасность при развитии технологий Интернет Энергии представляют политические, финансовые, технологические, социальные, экологические и регуляторные риски.

В ходе работы были выявлены следующие внутренние риски:

- Технологические риски: технологическая адаптация, кибербезопасность, устаревание технологий, сложности при масштабировании

- Социально-политические риски: влияние на рынок труда, восприятие населения, изменение парадигмы покупки-потребления электроэнергии, конфликт общества и государства

- Регуляторные риски: отсутствие регулирования со стороны государства, недостаточная проработка нормативно-правовой базы, проблема границ балансовой принадлежности

А также внешние риски:

- Финансово-инвестиционные риски: зависимость от иностранных компаний, падение интереса со стороны инвесторов, изменение энергетического рынка

- Репутационные риски: проблемы с безопасностью, экологические аспекты, сокрытие информации

2.5 Анализ кейсов организаций отрасли, иллюстрирующих успешный опыт реализации технологических (или технико-экономических) решений по теме и взгляд компаний на перспективы будущего развития, цели и ожидаемые в будущем результат

Были проанализированы успешные кейсы компаний в области Интернета энергии и Интернета вещей (табл. 3).

Таблица 3 – Кейсы компаний

Кейсы компаний	Тренды
В Центре компетенций НТИ МЭИ «Технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем» начали апробировать четырехквадратные усилители фирмы «PONOVO POWER Co» в рамках «Testbed «Энерджинет». [43]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Интернет энергии</li> <li>• Снижение цены на электроэнергию</li> <li>• Модернизация электроэнергетической инфраструктуры в России</li> </ul>
Государственная сетевая корпорация Китая (SGCC) выдвинула концепцию глобального энергетического Интернета (GEI) в 2015 году. [44]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Повышение энергоэффективности</li> <li>• Персонализация производства</li> <li>• Интернет энергии</li> </ul>
General Motors и Dundee Precious Metals интегрировали IoE в свою структуру. Аналогичным образом, General Motors может сократить приток денежных средств в производственный процесс с помощью IoE и добиться улучшения качества продукции.[47]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Взаимосвязь с другими технологиями</li> <li>• Аналитика больших данных</li> <li>• Автоматизация производства</li> </ul>

### Сценарный анализ

#### Рынок электроэнергии

*Негативный.* Взаимодействие между участниками рынка остается прежним, тариф на ЭЭ для населения все выше, объем перекрестного субсидирования увеличивается. Концепция Интернета энергии не реализована в полной мере. Население использует на своей территории установки малой генерации, но их доля остается менее 10%.

*Консервативный.* Взаимодействие субъектов микрогенерации на розничном рынке происходит основе Р2Р. Все трансакции по получению и оплате энергии будут выполняться непосредственно в сети, все сделки будут открытыми. Люди не смогут просрочить платеж за потребление энергии — смарт-контракт будет контролировать исполнение всех трансакций. Все записи будут храниться в открытом доступе в блокчейн-реестре, который отрегулирует все вопросы прав собственности и текущее состояние активов — умных интернет-вещей.

Благодаря блокчейну все потоки электроэнергии обеспечатся защитой от постороннего вмешательства. Это позволит сертифицировать электричество, проверять квоты на допустимые выбросы, количество которых регулируется ФЗ от 26.07.2019 №195-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха».

Таким образом, потребители и поставщики заинтересованы в новой технологии купли-продажи. Новые внедрения микрогрида и блокчейна быстро развиваются, уже в первые 5 лет (к 2030 г.) потребители активно пользуются внутренней валютой.

*Инновационный.* Участие агрегаторов на РСВ возможно также предусмотреть в роли потребителей. Например, вышеописанная система — микрогрид, включающая несколько домохозяйств (рис. 4). Как уже описывалось выше (п. 2.7), участие агрегаторов на РСВ возможно только после модернизации правил работы такого рынка. Отметим, что на основе расчетов АО «АТС» и АО «СО ЕЭС», благодаря снижению спроса на 50 МВт можно получить экономический эффект в объеме около 390 млн руб. [25]



Рис. 4 Автоматическое управление спросом (составлено авторами)

**Рекомендации.** Больше модернизировать технологическую сферу энергетики, выделять более 7 млрд руб. (в 2024 году было выделено 5,5 млрд, к 2025 планируется 5,8 млрд [65]). Также стоит обратить внимание на социальную сферу, чтобы население «осознанно» перешло на микрогенерацию, с пониманием того, как данная система снабжения работает. В том числе нужно увеличить производство полупроводников, следовательно, увеличить инвестиции на уровне зарубежных производителей – более 300 млрд руб. [21]

Остальные критерии были сведены в общую таблицу (табл. 4).

Таблица 4 – Сценарный анализ развития по критериям

Сценарий	Описание
<b>Нормативно-правовая база</b>	
Негативный	Перспективность децентрализованной системы энергоснабжения наиболее заметна в отдаленных районах России, где невозможно использовать централизованные системы (2/3 территории РФ). Правительство РФ совместно с ЕЭС России в 2025-2026 годах начнут создание комитета, который будет отвечать за вопросы реализации программ в области Интернет энергии в технологически изолированных энергосистемах. Развитие и модернизация энергосистемы ДФО идет медленно и неравномерно, так как данная программа не получила поддержки от частных инвесторов, а государственного финансирования не хватает для быстрого и качественного внедрения.
Консервативный	Правительство РФ разрабатывает и утверждает в 2025 году государственную программу по привлечению частных инвесторов в развитие сетевой инфраструктуры ДФО для того, чтобы обеспечить промышленных потребителей и население доступным, гарантированным и экологическим источником локального энергоснабжения, что особенно актуально в условиях глобальной климатической повестки. В этом же году издается Федеральный закон (ФЗ) «О распределенной генерации», где будет однозначная трактовка Интернета энергии, а также регламентирована работа «внутреннего» p2p-рынка. В 2026 году утверждается регламентирующий документ (РД) «О тарифообразовании распределенной генерации» для обоснованного тарифного регулирования и максимального использования потенциала распределенной генерации.
Инновационный	После удачного внедрения Интернета энергий в ДФО оставшиеся объединенные энергетические системы (ОЭС) ЕЭС России в период 2027 по 2030 год начнут активно присоединяться к этой же программе развития и уже, начиная с 2030 года. Параллельно с этим, в 2030 году, начнутся мероприятия по развитию и возобновлению электроэнергетического партнёрства России со странами Центральной Азии.
Рекомендации	РД о «Взаимодействии объектов микрогенерации в составе микроэнергосистемы», а также закон (ФЗ, Постановление), регламентирующий работу микроэнергосистемы внутри РРЭ. <b>Эффекты.</b> Готовность нормативно-правовой базы и наличие законодательного регулирования в области смарт-контрактов, новой модели рынка ЭЭ.
<b>Политическая сфера</b>	

Негативный	Отсутствует грамотная внутренняя и внешняя политика в отношении цифрового перехода в электроэнергетике. РФ и другие страны не заинтересованы в сотрудничестве и поставке технологий, оборудования. Вследствие чего в стране все сопутствующие аспекты Интернета энергии – интеграция ВИЭ, микрогенерация и системы управления сетями не имеют доступа к международной практике внедрения таких систем, а значит развитие цифровой энергетики застопорится.
Консервативный	Внутренняя и внешняя политика ведутся, однако импорт все еще превалирует. Перенимаются опыт зарубежных стран, благодаря чему отечественные технологии развиваются быстрее и качественнее.
Инновационный	Осуществляется государственная поддержка цифровых технологий, частные лица также инвестируют в pilotные проекты и стартапы. Удаётся создать крепкие международные отношения между дружественными странами в сфере цифровой энергетики.
Рекомендации	Налоговые льготы для отрасли ВИЭ (снижение ставки налога на прибыль до 0%), льготное кредитование для компаний-производителей установок генерации на основе альтернативных источников энергии – от 1%. <i>Эффекты.</i> Созданы условия для импортозамещения, независимость от импорта. Это позволит упростить ремонтные работы на объектах микрогенерации, так как все необходимые детали будут российскими.
<b>Социальная сфера</b>	
Негативный	Ввиду отсутствия интереса к переходу на микрогенерацию финансирование на продвижение данной концепции не поступает, из-за чего население не имеет представления о новых перспективах и возможностях. В университетах не рассматривают добавление новых специальностей. ВУЗы, как и частные компании, занимающиеся онлайн-образованием не заинтересованы в изменении своей программы обучения. Новых специалистов нет.
Консервативный	В 2025 году продвижение технологий Интернета энергии активно не ведется, только к 2030 году частные компании решают привлекать инвестиции и внимание к проектам этой сферы. ВУЗы начинают разрабатывать новые программы обучения, и к 2035 году вводят новые специальности, связанные с IoT и распределенной генерацией. Однако не все люди готовы поступать ввиду отсутствия популяризации данной сферы государством, поэтому новые специальности не пользуются большой популярностью.
Инновационный	В переходе к «новому» образованию и других специальностях заинтересованы как частные, так и государственные предприятия. Происходит активная рекламная ВУЗов на предмет популяризации новых специальностей. ВУЗы активно вводят новые специальности для абитуриентов, а также проводят курсы перевоподготовки специалистов сферы энергетики к работе с микрогридами. Промышленный комплекс активно разрабатывает оборудование для данной сферы.
Рекомендации	Популяризация микрогенерации с помощью рекламных кампаний проектов/организаций, которые занимаются разработкой оборудования в этой сфере, создавая спрос на специалистов. Увеличение заработных плат для сотрудников. Создание «новой системы управления» HR-процессами, то есть компании не просто нанимают сотрудников, но и создают комфортные условия для работы, социальные пакеты, «сопровождение» и карьерную лестницу для дальнейшего развития. <i>Эффекты.</i> Появление в ВУЗах новых специальностей, популяризация специальностей ТЭК и МСК. Абитуриенты заинтересованы не только в обучении новым профессиям, но и готовы идти на работу по специальности.
<b>Экономическая сфера</b>	
Негативный	Интернет энергии сталкивается с серьезными препятствиями. Проблемы с безопасностью данных, недостаточное регулирование и высокие начальные затраты на технологии сдерживают инвестиции и инновации. Компании, инвестировавшие в Интернет энергии, сталкиваются с финансовыми убытками из-за утечек данных или кибератак. Это может отпугнуть потенциальных инвесторов и замедлить экономическое развитие. В результате экономический спад и отказ от новых технологий в пользу централизованной энергетики.
Консервативный	Интернет энергии развивается постепенно и осторожно. Экономическая выгода есть, но ее сложно «заметить». Постепенное внедрение технологий цифровой энергетики помогает улучшить энергоэффективность и снизить затраты, но прогресс ограничен. Экономика испытывает умеренный рост, и, хотя новые

	возможности появляются, они не изменяют кардинально общую картину. По оценкам Минэкономразвития ВВП РФ к 2030 году увеличится на 3,2% (112 998,49 млрд рублей). [22]
Иновационный	Интернет энергии становится катализатором значительного экономического роста. Интеграция умных сетей приводит к уменьшению потерь энергии, повышению эффективности производства и оптимизации расходования ресурсов. Это снижает операционные издержки и повышает доходы предприятий. В результате, ВВП страны растет, а экономика получает мощный импульс для дальнейшего развития. Благодаря новой модели рынка получается создать новый вид экономических отношений в области потребления и производства ЭЭ – р2р.
Рекомендации	Предоставление государственных субсидий в целях финансирования программ модернизации энергетики (по данным Социального фонда России к 2025 году субсидия составляет около 11,38 млрд рублей).. Упрощенные программы участия в отраслевых субсидиарных программах. <b>Эффекты.</b> Укрепление позиций РФ на мировой арене. Экспорт продукции. Увеличение ВВП РФ.
<b>Технологическая сфера</b>	
Негативный	Децентрализованные источники энергии, такие как солнечные панели и ветряные турбины, имеют ограниченное проникновение на рынок. Интеллектуальные сети и системы управления электроэнергетикой не оптимизированы для поддержки Интернета энергии. Стоимость электроэнергии остается высокой, а надежность энергоснабжения низкой. Россия зависит от иностранных поставщиков для всех компонентов, включая устройства сбора данных, системы управления и средства связи. Высокая стоимость импортного оборудования препятствует широкому внедрению Интернета энергии.
Консервативный	Потребители начинают использовать децентрализованные источники энергии, но их доля в общем энергобалансе остается небольшой. Ключевые компоненты, такие как устройства сбора данных и средства связи, импортируются, но системы управления и программное обеспечение разрабатываются и производятся в стране. В таком сценарии Россия умеренно инвестирует в технологии Интернета энергии, разрабатывает регулирующую базу, расширяет интеллектуальные сети, строится порядка 10 предприятий по производству систем управления и разработке ПО.
Иновационный	Россия является лидером в области Интернета энергии, строится порядка 50 предприятий по производству систем управления, устройств сбора данных, средства связи и разработке ПО. Значительные инвестиции в технологии, всеобъемлющая регулирующая база и расширенная интеллектуальная сетевая инфраструктура способствуют массовому внедрению Интернета энергии.
Рекомендации	Привлечение специалистов для разработки отечественной продукции для сбора данных и средств связи, работа совместно с наукоградами России (например, Сколково). Упрощение порядка участия в грантовых программах для юр./физ. лиц, которые предлагают новые решения в сфере электроэнергетики. <b>Эффекты.</b> Отечественная промышленность предлагает новые решения для микрогенерации, производство большей части продукции в стране. Научно-технологический прогресс.

### Заключение

Ввиду того, что данная тема затрагивает множество смежных сфер, а дальнейшее развитие во многом зависит от внешних и внутренних факторов, была выбрана оценка на основе консервативного сценария. Ожидается достижение целей, поставленных в консервативном сценарии ранее указанного срока (2035 г.) с вероятностью 15%, на основе проведенного опроса экспертов. Результаты могут отличаться, но основная концепция будет соблюдена, все сферы будут так или иначе проработаны. Вероятность достижения реализации инновационного сценария гораздо меньше (менее 5%) в силу того, что слишком много факторов необходимо соблюсти и изменить с точки зрения законодательства. Для достижения этого сценария необходимо находиться на стадии внедрения Интернета энергии – около 40% территории России, а также достаточное количество проектов (в том числе пилотных) для апробации. На данный момент число привлеченных территорий менее 10% (согласно опросу экспертов). Вероятность для наступления негативного сценария также довольно мала, так как понятия Интернета энергии и цифровой экономики в целом уже существуют

и развиваются, промышленные предприятия и законодательство заинтересованы в цифровом переходе.

Благодаря предложенным решениям, в стране получится не только изменить внутренний рынок, повысить качество электроснабжения отдаленных (изолированных) потребителей, развивать концепцию распределенной генерации, но и перейти к более низким тарифам для населения на этих изолированных территориях. Такой внутренний рынок будет «состоять» из частных домохозяйств с собственной генерацией и СНЭЭ, которые связаны Интернетом энергии, экономически и энергетически взаимодействуют между собой на основе p2p-трансакций.

Исходя из изменений, представленных для административной и политической сфер – улучшится взаимодействие с дружественными странами, а значит и внешняя экономика тоже. Благодаря модернизации экономической и коммерческой сфер также предполагается увеличение количества государственных и частных инвестиций в Интернет энергии, что позволит в полной мере реализовать концепцию.

#### Список литературы:

1. К вопросу о внедрении распределенной генерации в России // ЭНЕРГОСТАРТ: Материалы IV Всероссийской молодежной научно-практической конференции, посвященной актуальным вопросам развития топливно-энергетического комплекса, Кемерово, 18–20 ноября 2021 года. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 204-1-204-5. – EDN JLKHTO.
2. Московская школа управления СКОЛКОВО. [Электронный ресурс] URL: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO\\_EneC\\_DER-3.0\\_2018.02.01.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_DER-3.0_2018.02.01.pdf)
3. ИНТЕРНЕТ ЭНЕРГИИ: ЧТО ЭТО ТАКОЕ И ПОЧЕМУ ЭТО ВАЖНО / [Электронный ресурс] // fiberroad: [сайт]. — URL: <https://fiberroad.com/ru/resources/new-trends/what-is-internet-of-energy-why-is-it-important>
4. Декарбонизация нефтегазовой отрасли: международный опыт и приоритеты России. Московская школа управления Сколково. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO\\_EneC\\_Decarbonization\\_of\\_oil\\_and\\_gas\\_RU\\_22032021.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Decarbonization_of_oil_and_gas_RU_22032021.pdf)
5. Блокчейн в электроэнергетике: ландшафт проектов и инвесторов. Московская школа управления Сколково. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [clck.ru/3BK293](https://clck.ru/3BK293)
6. Сценарии декарбонизации в России. Московская школа управления Сколково. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://esg-library.mgimo.ru/upload/iblock/3bf/9ax3bsixbuwn690oeojb4fk3yjox477d/SKOLKOVO\\_EneC\\_RU\\_Decarbonisation\\_Scenarios\\_in\\_Russia.pdf?utm\\_source=yandex.ru&utm\\_medium=organic&utm\\_campaign=yandex.ru&utm\\_referrer=yandex.ru](https://esg-library.mgimo.ru/upload/iblock/3bf/9ax3bsixbuwn690oeojb4fk3yjox477d/SKOLKOVO_EneC_RU_Decarbonisation_Scenarios_in_Russia.pdf?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru)
7. Угольная генерация: новые вызовы и возможности. Московская школа управления Сколково. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO\\_EneC\\_Coal\\_generation\\_2019.01.01\\_Rus.pdf](https://energy.skolkovo.ru/downloads/documents/SEneC/Research/SKOLKOVO_EneC_Coal_generation_2019.01.01_Rus.pdf)
8. PEST-анализ [Электронный ресурс] URL: <https://upr.ru/article/pest-analiz-chto-eto-takoe-i-kak-ego-provesti-na-primerah/>
9. Analytics.Cconomy Энергетическая система России: прогноз на 2023-2028 годы. [Электронный ресурс] URL: <https://cconomy.ru/analysis/articles/1020?ysclid=1vrlxsr44f508236418>
10. Статистика интернета и соцсетей на 2023 год – цифры и тренды в мире и в России [Электронный ресурс] URL: <https://inlnk.ru/68AXEX>

11. Энергетическая политика. Перспективы применения литий-ионных СНЭЭ на АЭС [Электронный ресурс] URL: <https://energopolicy.ru/perspektivy-primeneniya-litij-ionnyh-snee-na-aes/energetika/2023/11/13/>
12. Atomic Expert. Электроэнергетика 4.0: перейти на цифру [Электронный ресурс]. URL: <https://archive.atomicexpert.com/electricenergy40>
13. Центр стратегических разработок. Энергия в нужное русло цифру [Электронный ресурс]. URL: <https://www.csr.ru/ru/news/energiya-v-nuzhnoe-ruslo/>
14. Гуломзода А.Х., Сафаралиев М.Х., Люханов Е.А. Модифицированный способ синхронизации microgrid с внешней изолированной энергосистемой [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modifitsirovannyy-sposob-sinhronizatsii-microgrid-s-vneshney-izolirovannoy-energosistemoy/viewer>
15. Карипова И.А., Тишков П.И. Риски предприятий электроэнергетической отрасли в формировании стратегии перехода на возобновляемые источники энергии // Креативная экономика. — 2020. — Том 14. — № 11. — С. 2977-2992. doi: 10.18334/ce.14.11.111091
16. ТЭК России 2020: функционирование и развитие / Министерство энергетики РФ. Москва, 2021.
17. Национальный исследовательский институт МЭ. Центр компетенций НТИ МЭИ первым в России разработал киберфизическую модель микрогрид для отработки технологии «Интернета энергии» [Электронный ресурс] URL: <https://mpei.ru/news/Pages/newsItem.aspx?newsID=1769>
18. Kaile Zhou, Shanlin Yang, Zhen Shao, Energy Internet: The business perspective [Электронный ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306261916308273>
19. SpiceWorks. What is the Internet of Everything? Meaning, Examples, and Uses [Электронный ресурс] URL: <https://www.spiceworks.com/tech/iot/articles/what-is-internet-of-everything/>
20. Государственная дума. Комитет по энергетике проанализировал параметры финансирования «энергетических» госпрограмм в бюджете на 2023-2025 годы. [Электронный ресурс] URL: <http://duma.gov.ru/news/55469>
21. Overlockers. Россия потратит на создание полупроводниковый отрасли 100 млрд рублей, но получит 350-нм тепроцесс. [Электронный ресурс] URL: <https://overclockers.ru/blog/cool-gadgets/show/114694/rossiya-potratit-na-sozdanie-poluprovodnikovoj-otrasli-100-mlrd-rublej-no-poluchit-350-nm-teprocess>
22. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2036 года [Электронный ресурс] URL: <https://www.economy.gov.ru/material/file/a5f3add5deab665b344b47a8786dc902/prognoz2036.pdf>
23. Инфраструктурный центр EnergyNet Управление спросом в электроэнергетике России: открывающиеся возможности [Электронный ресурс] URL: <https://img-cdn.tinkoffjournal.ru/-/upravlenie-sprosom-v-elektroenergetike-rossii-otkryvaiushchiesia-vozmozhnosti.pdf>
24. Коммерсантъ. Энергоцены выходят на максимум [Электронный ресурс] URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4802810>
25. Авдеев, Я. В. Предпосылки для создания активных энергетических комплексов в России / Я. В. Авдеев // Россия молодая : Сборник материалов XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Кемерово, 20–23 апреля 2021 года / Редколлегия: К.С. Костиков (отв. ред.) [и др.]. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 2021. – С. 21301.1-21301.4. – EDN ZILTXH.