



## ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА/POWER ENGINEERING

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.34> EDN: ZPNSWA

## СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ СЦЕНАРИИ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАЦИИ ИНТЕРНЕТА ЭНЕРГИИ В РОССИИ

Научная статья

Устюжанина А.С.<sup>1,\*</sup>, Паскарь И.Н.<sup>2</sup><sup>1,2</sup> Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, Кемерово, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (au.ustyuzhanina[at]mail.ru)

Предложена: 16.01.2026; Принята: 05.05.2026; Опубликовано: 18.05.2026

**Аннотация**

В статье анализируются варианты интеграции Интернета энергии в розничные рынки электроэнергии: микрогенерация, p2p-обмен и цифровое управление спросом. Цель работы — сформировать сценарную рамку (негативный, консервативный, инновационный варианты) и описать условия перехода к более технологичной модели функционирования. Методическая основа включает технико-экономическую оценку ВИЭ-генерации у активного потребителя (LCOE, NPV, срок окупаемости) и экспертную оценку региональной готовности. Показано, что развитие микрогридов требует надежного учета и диспетчеризации, а также правового режима для p2p-продажи электроэнергии и агрегирования спроса. Основные барьеры связаны с инвестиционными рисками, регуляторными ограничениями и ограниченной технической базой российских производителей оборудования ВИЭ.

**Ключевые слова:** микрогенерация, p2p-рынок, Интернет энергии, цифровизация энергетики, рынок электроэнергии.

## SOCIO-ECONOMIC SCENARIOS FOR THE DEVELOPMENT OF THE INTERNET OF ENERGY IN RUSSIA

Research article

Ustyuzhanina A.S.<sup>1,\*</sup>, Paskar I.N.<sup>2</sup><sup>1,2</sup> T. F. Gorbachev State Technical University, Kemerovo, Russian Federation

\* Corresponding author (au.ustyuzhanina[at]mail.ru)

Suggested: 16.01.2026; Accepted: 05.05.2026; Published: 18.05.2026

**Abstract**

The article analyses options for integrating the Internet of Energy into retail energy markets: microgeneration, p2p exchange and digital demand management. The aim of the study is to develop a scenario framework (negative, conservative and innovative variants) and to describe the conditions for the transition to a more technologically advanced operating model. The methodological basis includes a technical and economic evaluation of RES generation by active consumers (LCOE, NPV, payback period) and an expert assessment of regional readiness. It is shown that the development of microgrids requires reliable measurement and dispatching, as well as a legal framework for p2p electricity sales and demand aggregation. The main barriers are linked to investment risks, regulatory constraints and the limited technical capabilities of Russian RES equipment manufacturers.

**Keywords:** microgeneration, p2p market, Internet of Energy, digitalisation of the energy sector, energy market.

**Введение**

По итогам 2025 года рост ВВП составил около 1%, ровно также, как индекс промышленного производства — прирост составил 1% [12]. Это создает сложности в развитии бизнеса и внедрении новых технологий в сфере промышленности, в том числе энергетики.

Импортозамещение усиливает спрос на отечественные решения: в первом полугодии 2024 года промышленное производство выросло на 4,4% по данным Росстата [1]. При этом уровень цифровизации отрасли увеличивается: в 2025 году доля отечественных цифровых решений в энергетике достигает 60–70% [13]. По оценкам Минэнерго России внедрение искусственного интеллекта в энергетику к 2030 году может дать для ВВП дополнительные сотни миллиардов рублей [2].

В логике Индустрии 4.0 энергетика развивается по модели 3D: децентрализация, декарбонизация и цифровизация [9]. Эти направления объединяет концепция Интернета энергии — распределенная архитектура микрогридов, где активные потребители обмениваются электроэнергией (ЭЭ) и данными через цифровые транзакции. Для России тема важна и с точки зрения снижения зависимости от импортных компонентов систем учета и управления [4].

Международный опыт показывает, что развитие Интернета энергии тесно связано с цифровизацией энергосистем и распространением распределенной генерации. В странах ЕС реализуются программы цифровой трансформации энергетики и развития энергетических сообществ, например European Commission [14]. В США ключевым направлением является развитие микрогридов и управление спросом в рамках национальных программ [15]. В Китае внедрение цифровых технологий и IoT способствует повышению энергоэффективности и развитию распределенной генерации. Международные исследования подтверждают, что цифровизация снижает энергопотребление и повышает эффективность энергосистем [16].



В работах российских исследователей [3], [10], [14] подчеркивается значимость внедрения цифровых платформ и блокчейн-технологий для организации децентрализованных рынков ЭЭ. При этом отмечается, что в России сохраняются институциональные и технологические ограничения. Несмотря на наличие отдельных исследований, комплексный сценарный анализ внедрения Интернета энергии с учетом экономических, технологических и нормативных факторов остается недостаточно разработанным. Это обуславливает актуальность настоящего исследования, направленного на системное рассмотрение возможных траекторий развития IoE в России.

*Цель исследования* — разработка и анализ сценариев развития Интернета энергии в экономике России с учетом ключевых факторов и ограничений.

Задачи исследования:

- проанализировать современные подходы к развитию Интернета энергии;
- сформировать систему сценариев (негативный, консервативный, инновационный);
- оценить влияние сценариев на рынок электроэнергии, экономику и технологическую инфраструктуру;
- выявить ключевые драйверы и барьеры развития IoE в России.

### **Методы и принципы исследования**

Для разработки прогнозной модели по теме «Социально-экономические сценарии развития интеграции Интернета энергии в России» до 2035 года был применен следующий подход:

1. Формирование наиболее вероятных сценариев развития электроэнергетики с учетом трендов и тенденций в этой области, а также внутренних и внешних факторов.

Для этого необходимо:

- определить характеристику каждого сценария (инновационный, базовый, негативный), с учетом факторов для каждого из них;
- определить критерии оценки сценариев и другие факторы, влияющие на развитие будущего по выбранной теме;
- выделить тренды и тенденции в электроэнергетике, как мировые, так и относящиеся только к Российской Федерации;
- определить уровень технологического развития страны в условиях развития Интернета энергии;
- определить сферы влияния на развитие Интернета энергии (рынок электроэнергии, нормативно-правовая база, экономика, технологии).

2. Рассмотрение текущих барьеров в формировании базы для исследований в теме IoE.

3. Определение характеристик каждого из сценариев, основываясь на текущем состоянии технической и нормативной составляющей по вопросам внедрения цифровых технологий в энергетике.

4. Вывод по представленным сценариям развития будущего в рамках реализации Интернета энергии в Российской Федерации.

### **Основные результаты**

Далее сценарии рассмотрены по рынку, регулированию, технологической инфраструктуре и экономике.

#### **3.1. Рынок электроэнергии**

##### **3.1.1. Негативный**

Экономика и технологическая база не готовы к массовому переходу на Интернет энергии. Взаимодействие участников рынка сохраняется в прежнем виде (см. рис. 1), тарифы для населения растут, а перекрестное субсидирование увеличивается. Микрогенерация у потребителя присутствует, но ее доля остается менее 10%.

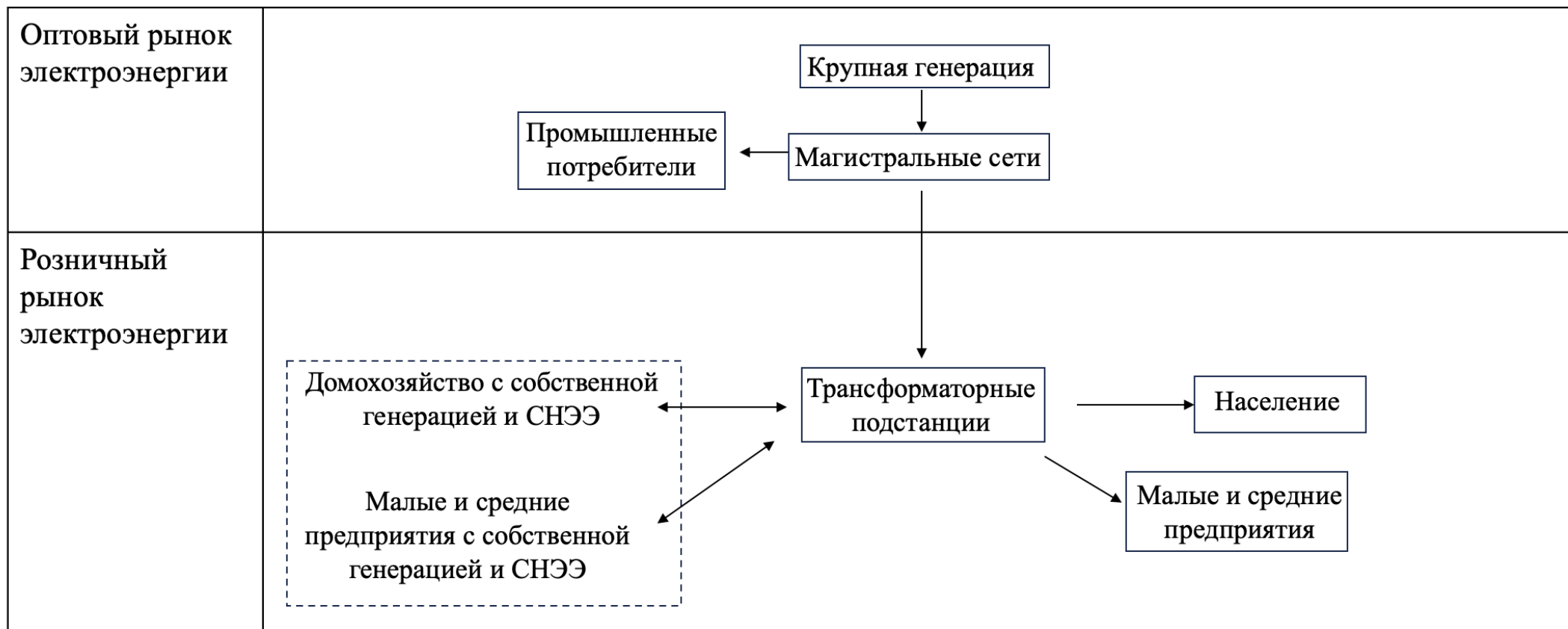


Рисунок 1 - Работа ОРЭМ и РРЭМ с РГ  
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.34.1>

*Примечание: составлено авторами*



### 3.1.2. Консервативный

На розничном рынке формируются энергетические ячейки (микрогриды) с p2p-взаимодействием (см. рис. 2). Автоматизированная система управления фиксирует производство и потребление, балансирует режимы и обеспечивает расчет по сделкам; функции диспетчера микрогрида компенсируются за счет агрегирования нагрузки и внутрисетевого тарифа [3, С. 84–95], [4]. Применение блокчейна повышает прозрачность и защищенность транзакций и может поддерживать сертификацию электроэнергии и контроль квот выбросов, регулируемых ФЗ от 26.07.2019 №195-ФЗ (ред. от 04.08.2023).

В прикладном плане такая схема уменьшает роль «ручного» учета: данные о потоках и расчетах фиксируются автоматически, а прозрачность сделок снижает транзакционные издержки для участников.

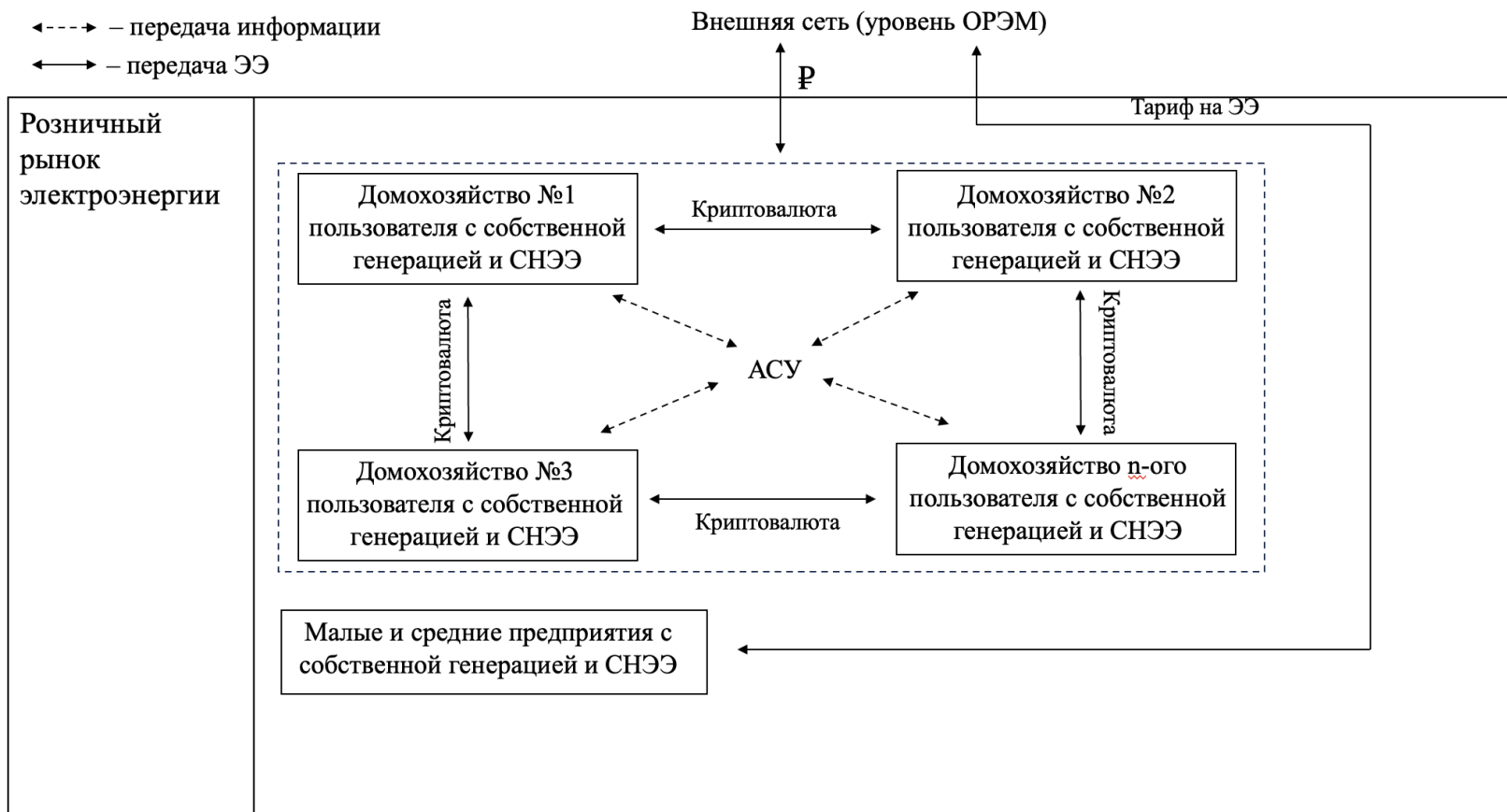


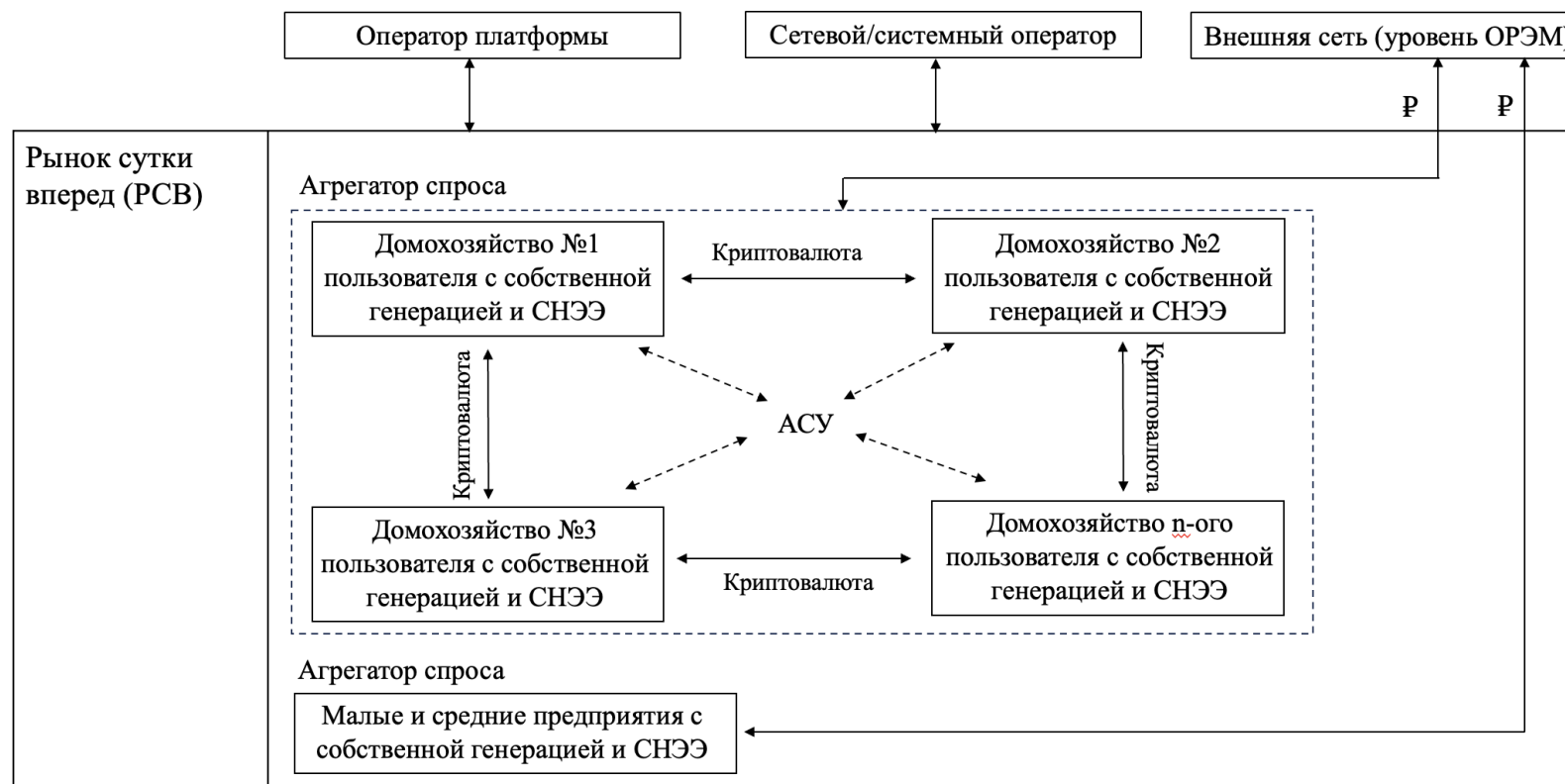
Рисунок 2 - Работа энергетической ячейки внутри розничного рынка электроэнергии  
 DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.34.2>

Примечание: составлено авторами



### **3.1.3. Инновационный**

Микрогриды могут выступать агрегированными участниками управления спросом и рассматриваться на РСВ как потребители (см. рис. 3). По модельным расчетам АО «АТС» и АО «СО ЕЭС» снижение спроса на 50 МВт дает годовой эффект около 390 млн руб.



←---→ – передача информации

←→ – передача ЭЭ

Рисунок 3 - Автоматическое управление спросом

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.34.3>

Примечание: составлено авторами

Если принять пропорциональную зависимость эффекта от объема управления спросом (линейное приближение), то для 4–6 ГВт на РСВ годовой эффект можно оценить в 31–48 млрд руб. в зависимости от агрегированной мощности потребителей, согласно экспертно-аналитическому докладу Инфраструктурного центра EnergyNet [6].

## **3.2. Нормативно-правовая база**

### **3.2.1. Негативный сценарий**

Децентрализованное энергоснабжение наиболее востребовано в удаленных районах, где централизованные решения ограничены (порядка 2/3 территории РФ). В 2026–2027 годах возможно создание профильного комитета по программам Интернета энергии в технологически изолированных энергосистемах и выпуск ПП РФ о модернизации микрогенерации в удаленных и изолированных районах ДФО. Однако дефицит инвестиций и несовершенство отраслевого регулирования будут удерживать темпы внедрения и поддерживать рост тарифов [7, С. 4–16].

### **3.2.2. Консервативный сценарий**

В 2026 году может быть утверждена программа привлечения частных инвестиций в сетевую инфраструктуру ДФО, ориентированная на доступное и надежное локальное энергоснабжение [8, С. 210–215]. В этот же период предполагается принятие ФЗ «О распределенной генерации» с определением Интернета энергии и правилами внутреннего P2P-рынка, а также РД «О тарифообразовании распределенной генерации» для обоснованного регулирования.

### **3.2.3. Инновационный сценарий**

После отработки решений в ДФО в 2027–2030 годах к программе могут подключаться остальные ОЭС ЕЭС России, и к 2030 году возможен переход к более оптимальным режимам работы энергосистемы. Параллельно в 2030 году может возобновляться электроэнергетическое партнерство со странами Центральной Азии (торговля через сети Казахстана, совместные проекты и поставки оборудования, обмен компетенциями).

В целом переход к инновационному сценарию требует согласованных изменений правил розничного рынка, тарифного регулирования и требований к кибербезопасности, иначе цифровые механизмы останутся на уровне пилотов.

## **3.3. Экономическая сфера**

### **3.3.1. Негативный сценарий**

Высокие начальные затраты, пробелы в регулировании и риски кибербезопасности сдерживают инвестиции; инциденты с данными могут приводить к убыткам и снижать доверие к IoE.

### **3.3.2. Консервативный сценарий**

IoE развивается постепенно: цифровые решения повышают энергоэффективность и управляемость, но экономический эффект проявляется умеренно.

### **3.3.3. Инновационный сценарий**

Масштабное внедрение IoE снижает потери и операционные издержки, повышает эффективность и формирует новые отношения производства и потребления электроэнергии на базе P2P.

## **3.4. Технологическая сфера**

### **3.4.1. Негативный сценарий**

Проникновение ВИЭ и микрогенерации ограничено, умные сети и системы управления не готовы поддерживать Интернет энергии. Высокая стоимость и зависимость от импортных компонентов (сбор данных, связь, управление) сохраняют высокий тариф и уязвимость инфраструктуры.

### **3.4.2. Консервативный сценарий**

Децентрализованные источники внедряются точно, интеллектуальные сети используются для надежности и управления спросом. Часть компонентов импортируется, но ПО и системы управления локализуются; возможен рост числа предприятий в этой области до порядка 10 и постепенное расширение пилотных проектов.

### **3.4.3. Инновационный сценарий**

Большее половины изолированных территорий обеспечиваются электроэнергией за счет микрогенерации на ВИЭ, а интеллектуальные сети оптимизированы под гибкость и надежность IoE. Реализуется полное импортозамещение по ключевым компонентам, формируется широкая производственная база (порядка 50 предприятий) и создаются новые рабочие места.

Критичным условием остается совместимость оборудования и протоколов, а также зрелая киберзащита для микрогридов и систем управления.

Горизонт прогнозирования до 2035 года выбран в соответствии со стратегическими документами развития энергетики Российской Федерации и типичными инвестиционными циклами в электроэнергетике (15–20 лет), что позволяет учитывать долгосрочные эффекты внедрения технологий Интернета энергии.

## **Обсуждение**

Были отмечены главные тезисы сценариев развития (см. табл. 1).

Сводная таблица позволяет сопоставить сценарии по чувствительным для практики индикаторам: динамика тарифа и роли микрогенерации, готовность регулирования P2P и тарифообразования, степень локализации оборудования и ожидаемый экономический эффект. В прикладном смысле это помогает выделить «узкие места», которые можно закрывать уже на этапе пилотных проектов: учет и диспетчеризация, правила расчетов, требования к безопасности и стандарты совместимости.

Таблица 1 - Сценарный анализ внедрения Интернета энергии

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.167.34.4>

Сфера/индикатор	Негативный сценарий	Консервативный сценарий	Инновационный сценарий
Рынок электроэнергии	Тариф на ЭЭ для населения увеличивается. Население использует на своей территории установки малой генерации, но их доля остается менее 10%.	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.	Участие агрегаторов на РСВ возможно также в роли потребителей. Годовой эффект от управления спросом в размере 4–6 ГВт на РСВ можно оценить в зависимости от агрегированной мощности потребителей в 31–48 млрд. рублей.
Нормативно-правовая база	Создание комитета по вопросам реализации программ в области Интернет энергии в ТИГЭС (2026–2027 г.). В начале-середине 2026 года выйдет ПП РФ «Модернизация микрогенерации в удаленных и изолированных районах Дальневосточного федерального округа».	Федеральный закон (ФЗ) «О распределенной генерации» (2026 г.). Регламентирующий документ (РД) «О тарифообразовании распределенной генерации».	Мероприятия по развитию и возобновлению электроэнергетического партнёрства России со странами Центральной Азии.
Технологическая инфраструктура	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.	Интеллектуальные сети используются для улучшения надежности энергоснабжения и управления спросом. Потребители имеют некоторый контроль над своим энергопотреблением, но их участие в рынке электроэнергии ограничено.	Полное импортозамещение в оборудовании для Интернета энергии. Электроэнергией обеспечены больше половины изолированных территорий РФ.
Экономика/инвестиции	Компании, инвестировавшие в IoE, сталкиваются с финансовыми убытками из-за утечек данных или кибератак.	Постепенное внедрение технологий цифровой энергетики помогает улучшить энергоэффективность и снизить затраты, но прогресс ограничен.	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.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- предложен комплексный межсекторный сценарный подход, учитывающий одновременно экономические, технологические и институциональные аспекты развития Интернета энергии;
- дана количественная оценка эффекта управления спросом в рамках IoE для российского рынка;



- определены условия перехода к инновационному сценарию с учетом специфики российской энергетической системы.

Практическая значимость работы состоит в возможности использования предложенных сценариев:

- при разработке государственной энергетической политики;
- для оценки инвестиционной привлекательности проектов в сфере распределенной энергетики;
- при планировании цифровизации электроэнергетики.

### Заключение

Согласно консервативному сценарию, ключевые цели по развитию Интернета энергии в России могут быть достигнуты досрочно (до 2035 г.) с вероятностью 15%. Реализация инновационного сценария (вероятность <5%) требует масштабных законодательных изменений и перехода на стадию внедрения технологии примерно на 40% территорий, тогда как текущий охват составляет менее 10%. Вероятность негативного сценария оценивается как низкая ввиду наличия интереса со стороны промышленности, государства и уже реализуемых проектов (например, пилотный проект НТИ МЭИ) [11]. Оценка вероятностей сценариев выполнена методом экспертных оценок. В исследовании использован подход анкетирования группы экспертов (46 человек), включающий представителей отрасли электроэнергетики, научного сообщества и регуляторов. Итоговые вероятности определены как сбалансированные значения экспертных оценок с учетом коэффициентов компетентности.

Ограничения развития ИЭ связаны с высокой зависимостью от внешних и внутренних факторов, необходимостью синхронных изменений в законодательстве и низким текущим охватом внедрения (менее 10%) при ограниченном числе апробированных проектов.

Дальнейшие исследования целесообразно направить на:

- количественную оценку эффективности пилотных проектов Интернет энергии и анализ их масштабируемости;
- сравнительный анализ международного опыта (в том числе стран ЕС, Китая и дружественных стран);
- разработку и подбор технологических решений для повышения надежности управления микрогридами;
- уточнение параметров LCOE и NPV для различных климатических зон и профилей потребления.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

### Список литературы / References

1. Итоги импортозамещения в России: что удалось, а что ждет в будущем? // TatCenter. — URL: <https://tatcenter.ru/rubrics/monitor/itogi-importozamesheniya-v-rossii-cto-udalos-a-cto-zhdet-v-budushhem/> (дата обращения: 26.01.2026).
2. О реализации проектов, способствующих развитию кибербезопасности в электроэнергетике, в 2020 году / ФАС России. — URL: <https://rosenergo.gov.ru/upload/iblock/538/30xrlg6wt4na7htj0pfez4nstin9k3q8s.pdf> (дата обращения: 26.01.2026).
3. Устюжанина А.С. P2P-рынок как способ взаимодействия объектов микрогенерации / А.С. Устюжанина, И.Н. Паскарь // Экономика и управление инновациями. — 2024. — № 4. — С. 84–95. — DOI: 10.26730/2587-5574-2024-4-84-95.
4. Инфраструктурный центр «Энерджинет». Архитектура Интернета энергии (IDEA). — URL: <https://csr-nw.ru/upload/iblock/af9/Архитектура%20Интернета%20энергии%20IDEA%20версия%202.0.pdf> (дата обращения: 26.01.2026).
5. Интернет энергии: что это такое и почему это важно // Файберроуд. — URL: <https://fiberroad.com/ru/resources/new-trends/what-is-internet-of-energy-why-is-it-important> (дата обращения: 26.01.2026).
6. Концепция создания и функционирования объединения потребителей электрической энергии (агрегатора) на розничных рынках электрической энергии / АО «СО ЕЭС» // Системный оператор Единой энергетической системы. — URL: [https://www.so-eps.ru/fileadmin/files/company/markets/dr/docs/dr\\_agregator\\_concept.pdf](https://www.so-eps.ru/fileadmin/files/company/markets/dr/docs/dr_agregator_concept.pdf) (дата обращения: 26.01.2026).
7. Веселов Ф.В. Перспективы развития электроэнергетики мира и России с учётом влияния технологического прогресса / Ф.В. Веселов, В.А. Кулагин, А.С. Макарова // Вести в электроэнергетике. — 2019. — № 4. — С. 4–16.
8. Романов С.Г. Современное состояние проблем распределённой генерации в Амурской области как территории с изолированными потребителями / С.Г. Романов, Н.В. Савина // Вестник ИрГТУ. — 2014. — № 10. — С. 210–215.
9. Инфраструктурный центр EnergyNet. Управление спросом в электроэнергетике России: открывающиеся возможности. — URL: <https://img-cdn.tinkoffjournal.ru/-/upravlenie-sprosom-v-elektroenergetike-rossii-otkryvaiushchiesia-vozmozhnosti.pdf> (дата обращения: 26.01.2026).
10. Белкин П.А. Применение технологии блокчейн в электроэнергетике как связующей цифровой технологии при переходе на децентрализованную генерацию / П.А. Белкин, Н.П. Посмаков, Н.С. Ростовский // Современные наукоемкие технологии. — 2020. — № 3. — С. 19–24.



11. Национальный исследовательский институт МЭИ. Центр компетенций НТИ МЭИ первым в России разработал киберфизическую модель микрогрид для отработки технологии «Интернета энергии». — URL: <https://mpei.ru/news/Pages/newsItem.aspx?newsID=1769> (дата обращения: 26.01.2026).
12. О динамике промышленного производства, сентябрь 2025 года / Минэкономразвития России. — Москва, 2025. — 23 с.
13. Цифровизация промышленности // TAdviser. — URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор\\_Цифровизация\\_промышленности\\_в\\_России\\_2025](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Обзор_Цифровизация_промышленности_в_России_2025) (дата обращения: 26.01.2026).
14. Туровец Ю. Зеленая цифровая трансформация в электроэнергетике / Ю. Туровец, Л. Проскурякова, А. Стародубцева [и др.] // Foresight and STI Governance. — 2021. — Т. 15, № 3. — С. 35–51. — DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.35.51.
15. U.S. Department of Energy. Microgrid Program Strategy. — URL: <https://www.energy.gov/oe/microgrid-program-strategy> (дата обращения: 26.01.2026).
16. International Energy Agency. Evolving Energy Service Companies in China. — URL: [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/10/evolving-energy-service-companies-in-china\\_072fb8e1/d464781b-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/10/evolving-energy-service-companies-in-china_072fb8e1/d464781b-en.pdf) (дата обращения: 26.01.2026).

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Itogi importozameshcheniya v Rossii: chto udalos', a chto zhdet v budushchem? [The results of import substitution in Russia: what has been achieved and what lies ahead?] // TatCenter. — URL: <https://tatcenter.ru/rubrics/monitor/itogi-importozameshcheniya-v-rossii-chto-udalos-a-chto-zhdet-v-budushchem/> (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
2. O realizatsii proyektov, sposobstvuyushchikh razvitiyu kiberbezopasnosti v elektroenergetike, v 2020 godu [On the implementation of projects contributing to the development of cybersecurity in the electric power industry in 2020] / Federal Antimonopoly Service of Russia. — URL: <https://rosenergo.gov.ru/upload/iblock/538/30xrlg6wt4na7htj0pfez4nsth9k3q8s.pdf> (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
3. Ustyuzhanina A.S. P2P-rynok kak sposob vzaimodeystviya ob"yektov mikrogeneratsii [P2P market as a way of interaction between microgeneration objects] / A.S. Ustyuzhanina, I.N. Paskar // Ekonomika i upravleniye innovatsiyami [Economics and Innovation Management]. — 2024. — No. 4. — P. 84–95. — DOI: 10.26730/2587-5574-2024-4-84-95. [in Russian]
4. Infrastrukturnyy tsentr "Energynet". Arkhitektura Interneta energii (IDEA) [Infrastructure Center "EnergyNet". Architecture of the Internet of Energy (IDEA)]. — URL: <https://csr-nw.ru/upload/iblock/af9/Arkhitektura%20Interneta%20energii%20IDEA%20versiya%202.0.pdf> (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
5. Internet energii: chto eto takoye i pochemu eto vazhno [Internet of Energy: what it is and why it matters] // Fiberroad. — URL: <https://fiberroad.com/ru/resources/new-trends/what-is-internet-of-energy-why-is-it-important> (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
6. Kontseptsiya sozdaniya i funktsionirovaniya ob"yedineniya potrebitel'ev elektricheskoy energii (agregatora) na roznichnykh rynkakh elektricheskoy energii [Concept for the creation and functioning of an association of electric energy consumers (aggregator) in retail electricity markets] / SO UES JSC // Sistemnyy operator Yedinoy energeticheskoy sistemy [System Operator of the Unified Energy System]. — URL: [https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/dr/docs/dr\\_aggregator\\_concept.pdf](https://www.so-ups.ru/fileadmin/files/company/markets/dr/docs/dr_aggregator_concept.pdf) (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
7. Veselov F.V. Perspektivy razvitiya elektroenergetiki mira i Rossii s uchotom vliyaniya tekhnologicheskogo progressa [Prospects for the development of electric power industry in the world and Russia taking into account the influence of technological progress] / F.V. Veselov, V.A. Kulagin, A.S. Makarova // Vesti v elektroenergetike [News in Electric Power Industry]. — 2019. — No 4. — P. 4–16. [in Russian]
8. Romanov S.G. Sovremennoye sostoyaniye problem raspredelyonnoy generatsii v Amurskoy oblasti kak territorii s izolirovannymi potrebitel'yami [Current state of distributed generation problems in the Amur Region as a territory with isolated consumers] / S.G. Romanov, N.V. Savina // Vestnik IrGTU [Bulletin of Irkutsk State Technical University]. — 2014. — No 10. — P. 210–215. [in Russian]
9. Infrastrukturnyy tsentr EnergyNet. Upravleniye sprosom v elektroenergetike Rossii: otkryvayushchiyesya vozmozhnosti [Infrastructure Center EnergyNet. Demand management in Russian electric power industry: emerging opportunities]. — URL: <https://img-cdn.tinkoffjournal.ru/-/upravlenie-sprosom-v-elektroenergetike-rossii-otkryvaiushchiesya-vozmozhnosti.pdf> (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
10. Belkin P.A. Primeneniye tekhnologii blokcheyn v elektroenergetike kak svyazuyushchey tsifrovoy tekhnologii pri perekhode na detsentralizovannuyu generatsiyu [Application of blockchain technology in electric power industry as a connecting digital technology in the transition to decentralized generation] / P.A. Belkin, N.P. Posmakov, N.S. Rostovsky // Sovremennyye naukoymkiye tekhnologii [Modern High Technologies]. — 2020. — No 3. — P. 19–24. [in Russian]
11. Natsional'nyy issledovatel'skiy institut MEI. Tsentri kompetentsiy NTI MEI pervym v Rossii razrabotal kiberfizicheskuyu model' mikrogrid dlya otработки tekhnologii "Interneta energii" [National Research Institute MPEI. NTI MPEI Competence Center was the first in Russia to develop a cyber-physical model of a microgrid for testing the "Internet of Energy" technology]. — URL: <https://mpei.ru/news/Pages/newsItem.aspx?newsID=1769> (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
12. O dinamike promyshlennogo proizvodstva, sentyabr' 2025 goda [On the dynamics of industrial production, September 2025] / Ministry of Economic Development of the Russian Federation. — Moscow, 2025. — 23 p. [in Russian]



13. Tsifrovizatsiya promyshlennosti [Digitalization of industry] // TAdviser. — URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Statya:Obzor\\_Tsifrovizatsiya\\_promyshlennosti\\_v\\_Rossii\\_2025](https://www.tadviser.ru/index.php/Statya:Obzor_Tsifrovizatsiya_promyshlennosti_v_Rossii_2025) (accessed: 26.01.2026). [in Russian]
14. Turovets Yu. Zelenaya tsifrovaya transformatsiya v elektroenergetike [Green digital transformation in the electric power industry] / Yu. Turovets, L. Proskuryakova, A. Starodubtseva [et al.] // Foresight and STI Governance. — 2021. — Vol. 15, № 3. — P. 35–51. — DOI: 10.17323/2500-2597.2021.3.35.51. [in Russian]
15. U.S. Department of Energy. Microgrid Program Strategy. — URL: <https://www.energy.gov/oe/microgrid-program-strategy> (дата обращения: 26.01.2026).
16. International Energy Agency. Evolving Energy Service Companies in China. — URL: [https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/10/evolving-energy-service-companies-in-china\\_072fb8e1/d464781b-en.pdf](https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2021/10/evolving-energy-service-companies-in-china_072fb8e1/d464781b-en.pdf) (дата обращения: 26.01.2026).