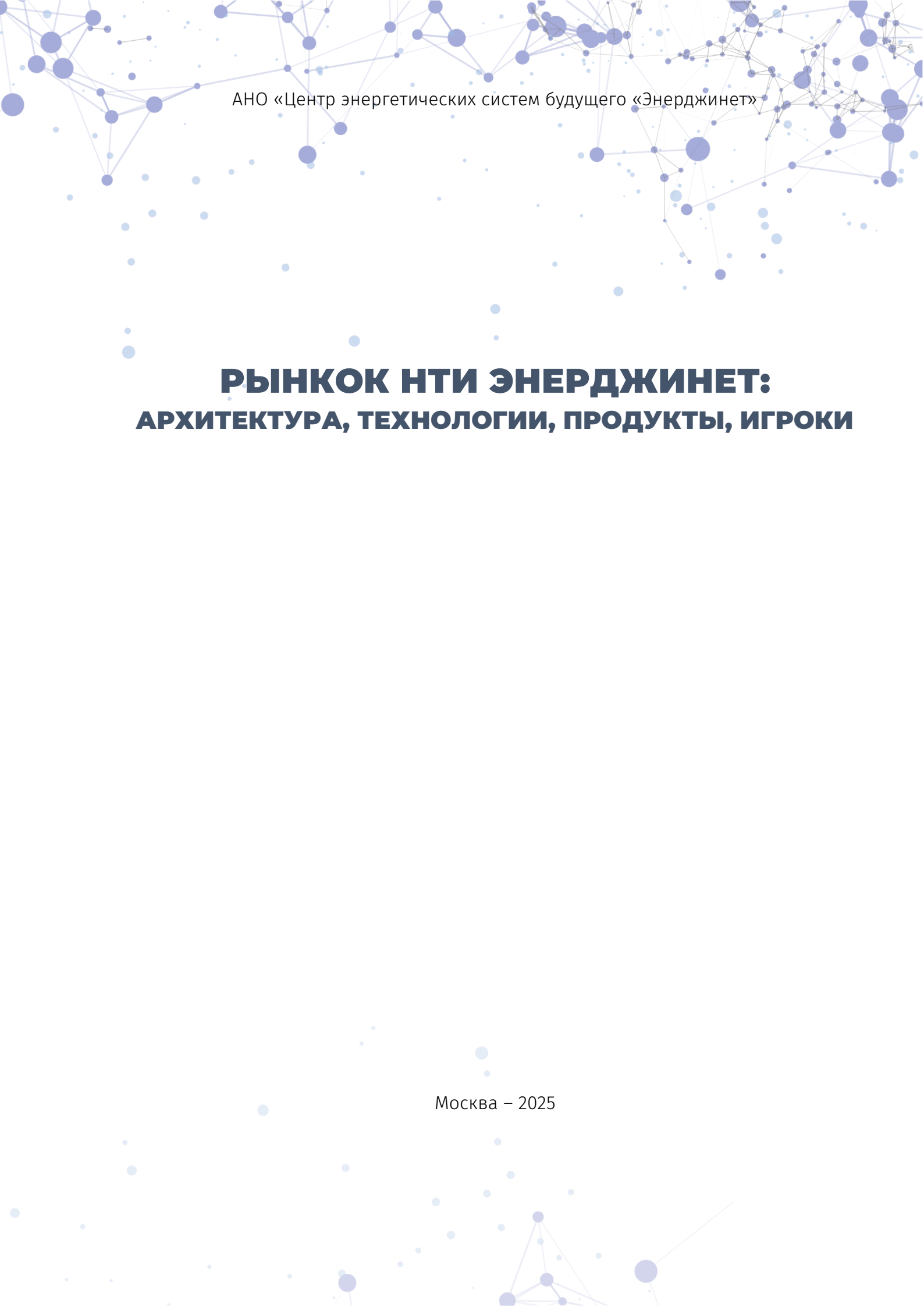




АНО «Центр энергетических систем будущего «Энерджинет»

РЫНКОК НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ: АРХИТЕКТУРА, ТЕХНОЛОГИИ, ПРОДУКТЫ, ИГРОКИ

Москва – 2025

Сбор и обработка данных:

Л.Э. Коломыц, И.С. Чаусов, А.В. Рыбушкина, М.О. Потапова, А.Д. Приходько

Рынок НТИ Энерджинет: архитектура, технологии, продукты, игроки. Аналитический отчет. / АНО «Центр энергетических систем будущего «Энерджинет» – 2025 – 35 с.

На рынке НТИ Энерджинет действуют технологические, производственные и инжиниринговые компании, ведущие разработку, производство и инжиниринг, выпуск, наладку и эксплуатацию комплексных решений для цифровой энергетики. Отчет об исследовании архитектуры рынка НТИ Энерджинет представляет собой ежегодный аналитический обзор сегментов рынка НТИ Энерджинет, ключевых технологий рынка, компаний и других игроков рынка, а также предлагаемых ими продуктов. Такой обзор послужит формированию целостного и системного представления о рынке НТИ Энерджинет. Он поможет в навигации среди представленных на рынке НТИ Энерджинет продуктов и компаний всем заинтересованным в развитии современной энергетики лицам.

В том случае, если вы не нашли свою компанию или важную информацию о ваших продуктах на страницах обзора, но хотели бы включить ее в следующий ежегодный обзор, просьба связаться с составителями обзора по электронной почте info@ioen.ru.

Работа выполнена при поддержке Фонда НТИ и Министерства высшего образования и науки Российской Федерации в рамках реализации Национальной технологической инициативы по направлению «Энерджинет».

© Автономная некоммерческая организация
«Центр энергетических систем будущего «Энерджинет», 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

СЕГМЕНТЫ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ	4
ТЕХНОЛОГИИ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ	9
ПРОДУКТЫ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ	12
ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ	17
СУБЪЕКТЫ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ	19
ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНОСТРАННЫХ ПОСТАВЩИКОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ.....	34
ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ НА ОСНОВЕ ПНСТ-912-2024.....	36

СЕГМЕНТЫ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ

В последние годы энергетическая сфера во многих странах мира, в том числе, и в России, вошла в период трансформации, известной в публичном пространстве под названием «энергетический переход». В сообществе «Энерджинет» этот процесс понимается как смена энергетического уклада, переход к новым технологиям и практикам по всей цепочке получения первичной энергии и ее превращения в полезную работу. История смены энергетических укладов многократно демонстрировала, что такие переходы создают качественно новые возможности для развития экономики и общества.

Вектор энергоперехода, в представлении международного сообщества, задан целью № 7 ООН в области устойчивого развития: это обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии. В качестве основного инструмента энергоперехода принята «климатическая политика», а главным показателем его успешности определено снижение уровня антропогенных выбросов углекислого газа.

Актуальная энергетическая повестка России выходит за рамки «климатической политики», декларируемой странами ЕС, и должна быть подчинена прежде всего целям и задачам развития экономики и общества. Для нашей страны в процессе энергоперехода на первый план выходят такие факторы устойчивого развития, как доступность энергии, экономичность энергоснабжения, надежность работы энергосистем, экологичность энергообеспечения.

В целях ответа на указанную повестку дня в НТИ Энерджинет был сформирован оригинальный подход к энергетическому переходу как смене энергетического уклада (техно-промышленного уклада в энергетике) и технологического пакета в энергетике, а также разработано представление об архитектуре энергетики нового уклада.

Вызовы времени, стоящие перед энергетикой, и суть энергетического перехода

Основными вызовами, на которые должна отвечать национальная программа перехода к новому энергетическому укладу, являются климат, экономика, ресурсы и технологии.

Климат. Глобальная политика энергетического перехода до сих пор была преимущественно нацелена на снижение выбросов парниковых газов и сдерживание климатических изменений. В настоящее время происходит ускорение изменения климата, обостряется негативное влияние этих изменений на хозяйственную деятельность и безопасность жизни людей. Необходимо все больше ресурсов и усилий перенаправлять на адаптацию энергетической инфраструктуры к новым климатическим условиям. Первостепенной задачей в этих новых условиях становится надежность работы энергосистемы.

Экономика. Достижение высокой производительности труда, развитие новых экономических практик, преодоление неравенства в уровнях жизни являются для России приоритетными задачами. Для этого нужна доступная и дешевая энергия, эффективно поддерживающая как старые, так и новые виды экономической деятельности.

Ресурсы. Климатические изменения, усиливающиеся миграционные процессы, ресурсное истощение освоенных территорий приводят к необходимости реализации новых направлений пространственного развития. Россия обладает территориями, до сих пор мало освоенными в связи с низкой доступностью для традиционных инфраструктур. Возникает необходимость – и одновременно открывается возможность – экономического освоения этих территорий для вовлечения больших ресурсов в оборот и потребление. Для этого важно развивать локальную энергетику, функционирующую на принципах ресурсной автономии.

Технологии. Мир в настоящее время переживает новую промышленную революцию, связанную с появлением и масштабным распространением кибер-физических систем. Предстоит и уже во многом происходит глубокая роботизация промышленности, транспорта и сельского хозяйства. В этой связи возникает огромный спрос на мобильную энергетику, обеспечиваемую различными технологиями накопления энергии и альтернативными видами топлива.

Свойства нового технологического пакета энергетики

Адекватный ответ на эти вызовы состоит в подчинении энергетического перехода прежде всего целям и задачам развития экономики и общества. При этом вопросы изменения климата, пространственного развития и самостоятельного (суверенного) технологического развития относятся к важным, но граничным условиям реализации главной целевой функции – экономического и доступного энергоснабжения.

Новый технологический пакет в энергетике, ускоренно формирующийся и развивающийся в последнее время, обеспечивает ответы на указанные вызовы. Новые открытия и технологии в сферах электрохимии, композитных материалов, силовой электроники, цифрового интеллектуального управления создают возможности для качественного изменения энергетических систем, а не только для замещения в них одних элементов другими без создания новых потребительских свойств. Именно в этом состоит роль технологий в переходе к новому энергетическому укладу. Это не простой рост доли новых источников энергии в энергетических балансах.

В достижении стратегических целей и задач развития энергетики необходимо опираться на следующие новые полезные свойства энергетических систем, которые обеспечиваются современными технологиями:

- **Качество** – способность систем энергоснабжения обеспечивать потребителей растущего сегмента цифрового спроса электроэнергией с высокими характеристиками качества и надежности. Это свойство поддерживается использованием накопителей энергии, силовой электроники, цифрового управления.
- **Автономность** – способность систем энергоснабжения поселений, отдельных потребителей, мобильных устройств и транспортных средств получать энергию из локальных источников, запасать её, повышать её плотность и эффективно использовать, тем самым существенно снижая зависимость от крупной централизованной генерации и поставок топлива. Это свойство поддерживается использованием компактных источников энергии высокой плотности, распределенных источников

энергии и энергетической гибкости, умных распределительных сетей, фотонных, в частности, лазерных технологий.

- **Интеллектуальность** – способность осуществления энергообмена и развития энергосистемы в темпе изменения потребности, автоматического управления существенно более сложными инфраструктурными системами и множественными, динамичными, кастомизированными сервисами на их базе. Это свойство поддерживается использованием цифрового моделирования, масштабируемых архитектур, цифровых рынков и сервисов.

Принципы энергетического перехода

Эти новые свойства энергетических систем, возникающие в результате перехода к следующему пакету технологий, позволят увеличить производительность национальной экономики.

Новые технологии создают возможности для такой трансформации энергетики, которая будет наиболее полно соответствовать стоящим перед Россией вызовам. Эта трансформация должна соответствовать следующим принципам «3С»:

Со-обеспечение (co-sufficiency): получение рассеянной энергии (прежде всего, возобновляемой) из окружающей среды без необратимого нарушения ее полезных свойств в непосредственной близости от потребителя, её хранение и превращение в удобные для использования формы в сочетании с традиционной энергетикой и использованием высококонцентрированных форм энергии, снижающих потребность в ее доставке (например, малой атомной энергетики). Основным технологическим условием для реализации этого принципа являются решения по управлению энергетической гибкостью на основе устройств управления нагрузками, накопителей энергии и водородных технологий.

Со-организация (co-assembly): интеграция и распределенное роботизированное управление источниками энергии и гибкости, а также активными потребителями (в т.ч. мобильными) и инфраструктурой для скоординированной оптимизации надежного энергообеспечения. Основным технологическим условием для реализации этого принципа являются решения по бесшовной интеграции в сеть активных абонентов и надежному управлению энергетическими транзакциями между ними.

Со-развитие (co-development): конструирование и настройка экономических отношений, обеспечивающих расширенное воспроизводство энергетики с учетом актуальных задач общества и природных ограничений. Основным технологическим условием для реализации этого принципа являются платформенные решения по реализации интеллектуальных энергетических сервисов для энергетических абонентов различного типа.

Современные энергетические практики

С учетом перечисленных ранее актуальных вызов, стоящих перед мировой энергетикой, в НТИ Энерджинет были определены ключевые направления применения новых энергетических технологий на практике.

Потенциал освоения изолированных и труднодоступных территорий на базе старых технологий ограничен высокой стоимостью электрификации. Технологии

построения микрогридов (микроэнергосистем) на базе возобновляемых источников энергии, топливной генерации, накопителей энергии и водородных технологий, а также систем управления позволяют реализовывать экономически более привлекательные решения по энергоснабжению за счет более низкой стоимости поставляемой потребителям энергии.

Модернизация энергетических систем существующего уклада связана с естественным замещением выбывающих генерирующих и сетевых мощностей, появлением новых типов источников энергии, ростом требований потребителей к надежности и качеству энергоснабжения. В этом контексте особую роль играют новые решения для распределительных электрических сетей, обеспечивающие создание и работу цифровых электрических сетей, которые лучше всего отвечают новым требованиям участников энергосистемы и позволяют сдерживать рост стоимости владения инфраструктурой.

Развитие коммунальной инфраструктуры городов и поселений в рамках перехода к новому укладу связано с распространением эффективных практик использования новых возможностей автономности, мобильности и интеллектуальности энергосистем. Ключевую роль в решении этой задачи будут играть сложные взаимосвязанные коммунальные системы, управляющие гибким преобразованием широкого набора источников энергии в разные её формы (электричество, тепло, водород), использующие распределенные источники энергетической гибкости (от электромобилей до просьюмеров) и создающие разнообразные кастомизированные сервисы для потребителей. Такой класс решений часто называют мульти-инфраструктурой. Ключевой задачей в этом направлении работ является обеспечение высокой степени гибкости и управляемости процессов, а также обеспечение значительных экономических эффектов от согласованного управления инфраструктурами и абонентами на всем их жизненном цикле.

Символом времени становится масштабное развитие электромобильности и вторичная электрификация промышленности, сельского хозяйства, транспорта различных типов. Это не только привычные уже электромобили и электробусы, но и беспилотные летательные аппараты, речные и морские суда, роботы. Ведущую роль в развитии этого направления будут играть технологии создания энергетических установок с высоким запасом хода и плотностью мощности, а также решения для зарядной и водородной заправочной инфраструктуры мобильных систем. Ключевая задача – обеспечение доступности энергии для мобильных систем с приемлемой стоимостью.

Сегменты рынка НТИ Энерджинет

С учетом указанных новых практик развития энергетики в рамках рынка НТИ Энерджинет можно выделить четыре сегмента, показанные на Рисунке 1. Эти сегменты сложились в соответствии с основными сферами применения технологий нового энергетического уклада, создаваемых компаниями НТИ Энерджинет. Эти сегменты во многом выделяются в соответствии с этапами цепочки производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии в контексте появления новых видов субъектов, потребителей и абонентов энергосистемы.

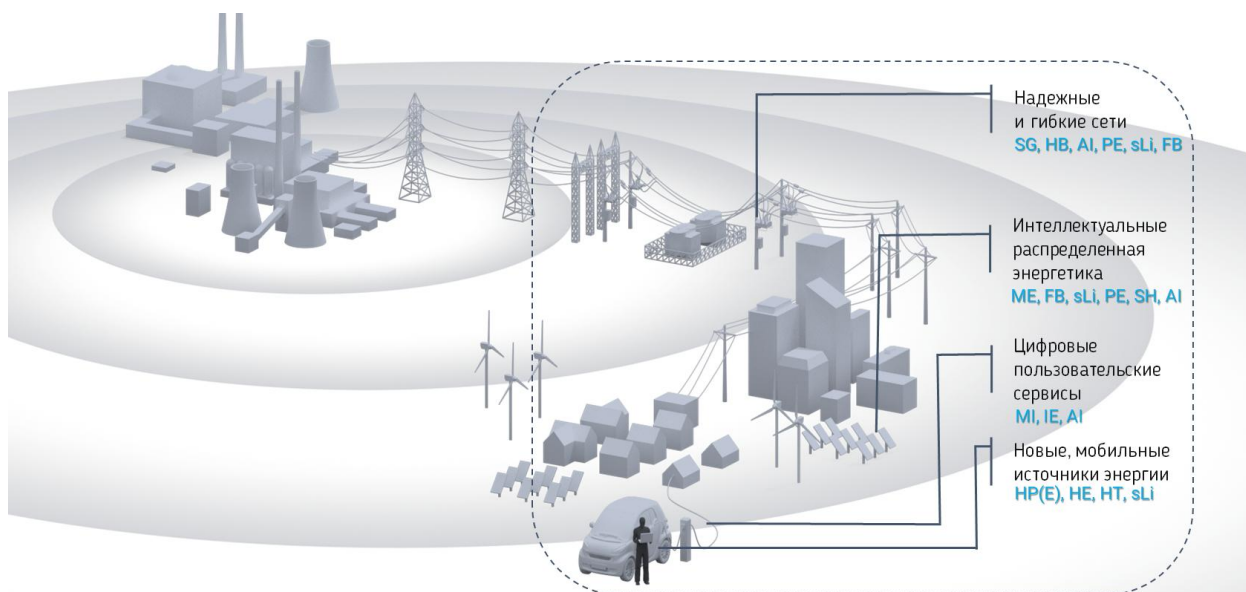


Рисунок 1. Сегменты рынка НТИ Энерджинет

Работа компаний рынка НТИ Энерджинет ведется в следующих сегментах:

- **Надежные и гибкие электрические сети.** Сегмент комплексных решений и технологий, обеспечивающих развитие распределительного электросетевого комплекса, нацеленного на рост качества, надежности и доступности сетевого электроснабжения при улучшении экономики владения сетевыми компаниями. В рамках сегмента предлагаются решения, дающие возможность реализации сетевыми компаниями новых бизнес-моделей.
- **Интеллектуальная распределенная энергетика.** Сегмент комплексных решений для локальной и распределенной энергетики от изолированных энергоузлов и микроэнергосистем на труднодоступных территориях до розничной генерации и сетевых систем накопления энергии, а также подключенных к сети микроэнергосистем промышленных объектов и коммерческой недвижимости.
- **Пользовательские сервисы.** Сегмент цифровых сервисов для конечных потребителей электроэнергии, дающих им возможность эффективно участвовать в новых типах энергетических практик, таких как управление мульти-инфраструктурами, активное потребление электроэнергии, сертификаты происхождения электроэнергии, управление спросом и других практиках такого типа.
- **Новые и мобильные источники энергии.** Сегмент комплексных технологических решений, развивающих мобильность энергоснабжения на основе новых типов источников энергии, таких как аккумуляторные и проточные батареи, а также топливные элементы. В сегмент входят также другие технологические решения для водородной энергетики и электрозарядной инфраструктуры.

ТЕХНОЛОГИИ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ

На рынке НТИ Энерджинет используется множество технологий как нового энергетического уклада, так и относящихся к более традиционной энергетике текущего уклада. В целях удобного отнесения продуктовых решений компаний сообщества Энерджинет к направлениям технологического пакета НТИ Энерджинет, все технологии, используемые на рынке, были классифицированы по сегментам рынка и по следующим трем типам:

- **Комплексные решения.** Технологические решения и системы, обеспечивающие за счет своих полезных свойств при внедрении в энергетике получение технико-экономического эффекта. В тип входят технологические комплексы, позволяющие формировать целостные электроэнергетические бизнес-практики.
- **Оборудование и объекты.** Технологические решения и системы, являющиеся компонентами комплексных решений. Каждое из решений обладает полезными свойствами, но позволяет сформировать целостную бизнес-практику и получить технико-экономический эффект только в совокупности с другим оборудованием и объектами.
- **Вспомогательные системы.** Обслуживающие и вспомогательные технологические решения и системы, обладающие полезными свойствами и дающие технико-экономический эффект только на стадиях обоснования инвестиций и проектирования, а также в процессах обследования технического состояния, обслуживания и ремонта активов.

Результат классификации технологий рынка НТИ Энерджинет приведен в Таблице 1.

Таблица 1. Классификация технологий рынка НТИ Энерджинет по сегментам и уровням организации энергосистемы

Комплексные решения	Оборудование и объекты	Вспомогательные системы
Надежные и гибкие электрические сети		
• Цифровой район электрической сети (ЦРЭС) • Цифровая подстанция (ЦПС) • Подстанция (ПС) • Схема выдачи мощности • Точка трансформации	• Распределительное устройство открытого или закрытого типов (ОРУ и ЗРУ) • Воздушная линия (ВЛ) • Кабельная линии (КЛ) • Трансформаторный пункт (ТП) • Центр управления сетями (ЦУС) • Автоматизированная система управления (АСУ) • Система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) • Система релейной защиты и автоматики (РЗА) • Коммутационное оборудование • Силовое преобразовательное оборудование • Измерительное оборудование • Опора ЛЭП • Кабельная и проводная продукция	• Система автоматизированного моделирования и проектирования • Диагностический комплекс мониторинга и оценки параметров технического состояния оборудования

	• Канал связи • Изолятор и заземление • Компенсирующее и токоограничивающее устройство • Система плавки гололеда и защиты ЛЭП	
Интеллектуальная распределенная энергетика		
• Изолированная микроэнергосистема (микрогрид) • Подключенная к сети микроэнергосистема (микрогрид) • Розничная генерация (электростанция) • Мини-ТЭЦ • Сетевая система накопления электрической энергии (СНЭ) • Распределительная электрическая сеть 0,4–35 кВ • Локальная система отопления	• Ветроэнергетическая установка (ВЭУ) • Фотовольтаическая солнечная электростанция (СЭС) • Дизельный электрогенератор (ДГУ) • Коммутационное оборудование • Системы оперативного постоянного тока (СОПТ) • Силовое преобразовательное оборудование (инвертор) • Электрохимический генератор на топливных элементах • Автоматизированная система управления микроэнергосистемой (АСУ) • Котельная • Тепловой насос • Электрический котел • Котел на газе, угле, жидком топливе • Измерительное оборудование	• Система автоматизированного моделирования и проектирования • Испытательный полигон
Пользовательские сервисы		
• Агрегатор управления спросом • Учетно-расчетный сервис • Виртуальная электростанция • Система управления потреблением энергии для активного потребителя • Торговая система «зеленых» сертификатов • Сервис электромобильности • Торговая система локального энергетического рынка	• Автоматическая система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ) • Система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) • Система управления и диагностики • Измерительное оборудование • Силовое преобразовательное оборудование • Пользовательское приложение • Актуатор • Датчик	• Система автоматизированного моделирования и проектирования • Учебный стенд
Новые и мобильные источники энергии		
• Завод по производству товарного водорода • Водородная транспортная система • Батарейная электрическая транспортная система • Зарядная инфраструктура электрического транспорта (электрозарядная станция) • Водородная промышленная (производственная) система • Система накопления энергии в водородном цикле	• Водородный заправочный комплекс • Система хранения водорода • Система транспортировки водорода • Водородный транспорт • Электро-зарядное устройство (EVSE) • Система управления электро-зарядной станцией • Система накопления электрической энергии (СНЭ) • Генератор водорода на базе электролизера воды • Электрохимический генератор на базе топливного элемента • Ресивер • Баллон высокого давления	• Система автоматизированного моделирования и проектирования • Испытательный полигон

	• Система очистки и осушки водорода • Система водоподготовки • Водородные датчики • Компрессор • Редуктор • Диспенсер • Химический реактор	
--	--	--

ПРОДУКТЫ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ

В перечне продуктов, поставляемых компаниями рынка НТИ Энерджинет, и включенных в Таблицу 2, содержится более 110 наименований продуктов, классифицированных по сегментам рынка, используемым технологиям и типам этих технологий от комплексных решений до вспомогательных систем. Показанный перечень составлен на основе опроса компаний рынка и не является полным и исчерпывающим; он будет пополняться по мере продолжения изучения рынка НТИ Энерджинет.

Таблица 2. Продукты рынка НТИ Энерджинет

Тип технологии	Технология	Продукт	Компания
<i>Надежные и гибкие сети</i>			
Комплексное решение	Цифровой РЭС	Цифровой РЭС	Таврида Электрик / Плаг энд Плей Инжиниринг
	Подстанция (ПС)	Подстанция 35 кВ	Таврида Электрик
	Схема выдачи мощности / Точка трансформации	Точка трансформации 6–35 кВ	Таврида Электрик
Оборудование и объекты	Распределительное устройство открытого или закрытого типа (ОРУ или ЗРУ)	Распределительное устройство 6–35 кВ	ЭКРА
		Распределительное устройство 35–110 кВ	ЭКРА
	Коммутационное оборудование	Вакуумный выключатель	Таврида Электрик
		Реклоузер 6–20 кВ	Таврида Электрик
		Реклоузер 35 кВ	Таврида Электрик
		Ограничитель перенапряжений 3–110 кВ	Таврида Электрик
		Выключатели	КЭАЗ
	Автоматизированная система управления (АСУ)/ Система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA)	Предохранители	КЭАЗ
		Реле	КЭАЗ
		Системы автоматизации энергообъектов	ЭКРА
		Электрооборудование для электросетевых объектов с функцией дистанционного управления и реализацией алгоритмов системы автоматического восстановления сети	ИЦ «Энергоразвитие»
		Программы комплексной автоматизации электрических сетей	ИЦ «Энергоразвитие»
		Аппаратно-программный комплекс мониторинга энергосетей и интеллектуального управления инженерной инфраструктурой	Открытый код
		Программная платформа диспетчерского, оперативно-технологического и ситуационного управления энергосистемами СК-11	Монитор Электрик
		Программный комплекс «КОТМИ-14»	Децима
	Релейная защита и автоматика (РЗА)	Интеллектуальная система РЗА ngAIR	ИЭЭС
		ПО APS - автоматизированная система мониторинга и анализа функционирования РЗА	РТСофт-СГ
		Системы РЗА	ЭКРА

	Силовое преобразовательное оборудование	Преобразователи и низковольтное оборудование	ЭКРА
		Трансформаторы	КЭАЗ
		Преобразователь электроэнергии с регулируемым выходным напряжением	НТЦ «Актор»
		Преобразователь электроэнергии с регулируемым инвертором	НТЦ «Актор»
		Преобразователи частоты	Приводная техника
		Контроллеры	ИЦ «Энергоразвитие»
		Выпрямители	ИЦ «Энергоразвитие»
	Измерительное оборудование	Преобразователи напряжения	Ай-Тор
		Измерители напряжения и тока на базе цифровых трансформаторов	Ай-Тор
		Измерительное оборудование	КЭАЗ
		Поверочные устройства для измерительного и преобразовательного оборудования	НПП «Марс-Энерго»
		Оборудование и ПО в составе поверочных устройств для измерительного и преобразовательного оборудования	Марс-Энерго СК
		Датчик тока ИТТ	ИТЦ «Континуум»
		Многофункциональный измеритель показателей качества электроэнергии	ИТЦ «Континуум»
	Системы плавки гололеда и защиты ЛЭП	Мобильная система плавки гололеда на ЛЭП 6–10 кВ	ИЦ «Энергоразвитие»
	Кабельная продукция	Высокопрочные и высокотемпературные провода	Метсбытсервис
Вспомогательные системы	Система автоматизированного моделирования и проектирования	Цифровой двойник энергосистемы	ИЭЭС
		Комплекс синтеза структурно-функциональных схем РЗА цифровых подстанций ng.Grace	ИЭЭС
		Автоматизированная система проведения испытаний цифровых систем РЗА	ИЭЭС
		Онтологическая платформа OSA	Т-Система
	Диагностический комплекс мониторинга и оценки параметров технического состояния оборудования	Диагностическая платформа «Стрекоза»	Лаборатория будущего
		ПО APS - комплексная система автоматизации процессов управления эксплуатацией, диагностики, техническим обслуживанием и ремонтом для устройств РЗА, средств измерения, АСУ ТП	РТСофт-СГ
	Интеллектуальная распределенная энергетика		
Комплексные решения	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Автономные гибридные интеллектуальные энергосистемы	ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ
		Автоматизированный гибридный энергетический комплекс	ЭНЭЛТ
		Автоматизированный гибридный энергетический комплекс	Альтрэн

	Розничная генерация (электростанция)	Энергоцентр для автоматизированного гибридного энергетического комплекса	ЭНЭЛТ
Оборудование и объекты	Фотовольтаическая солнечная электростанция (СЭС)	Фотоэлектрические модули и элементы	Хевел
	Ветроэнергетическая установка (ВЭУ)	Ветроэлектростанция (ВЭС)	Альтрэн
	Силовое преобразовательное оборудование	Сетевые инверторы	Приводная техника
	Автоматизированная система управления микроэнергосистемой (АСУ) / Силовое преобразовательное оборудование	Интеллектуальная система энергоснабжения на основе персонального энергоблока	ИЭЭС
		Интеллектуальная система энергоснабжения на основе энергорутеров	ИЭЭС
	Автоматизированная система управления микроэнергосистемой (АСУ)	ПО AMIGO EDGE - Программное обеспечение для построения систем управления объектами распределенной энергетики	РТСофт-СГ
		ПТК AMIGO EDGE - Программно-технический комплекс для управления распределенными энергоресурсами на локальном уровне	РТСофт-СГ
	Коммутационное оборудование	Низковольтные комплектные устройства 0,4 кВ	ЭНЭЛТ
	Системы оперативного постоянного тока (СОПТ)	Системы оперативного постоянного тока (СОПТ)	ЭНЭЛТ
		Распределительные системы постоянного тока (РСПТ)	ЭНЭЛТ
		Зарядно-выпрямительные устройства (ЗВУ)	ЭНЭЛТ
Вспомогательные системы	Система автоматизированного моделирования и проектирования	Цифровой двойник энергосистемы	ИЭЭС
		Автоматизированная система расчета параметров срабатывания РЗА в микроэнергосистемах	ИЭЭС
		Онтологическая система проектирования микро- и мини-гридов различной сложности	Т-Система
		Система многопараметрического оптимизационного моделирования микроэнергосистем IDEA.Microgrid	Центр «Энерджинет»
Пользовательские сервисы			
Комплексные решения	Учетно-расчетный сервис	ONDER.GRID	Ондер Лаб
		ИНФОПРО: Энерготрейдинг	ГК «ИНФОПРО»
	Система управления потреблением энергии для активного потребителя	Комплексное решение по интеллектуальному управлению энергоснабжением здания	Фонд «Форсайт»
	Система управления микроэнергосистемой	Система «Дроид-энергоменеджер»	Фонд «Форсайт»

Оборудование и объекты	Система диспетчерского управления и сбора данных (SCADA)	IntelSCADA	Открытый код
	Автоматическая система коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ)	Интеллектуальная платформа распознавания показаний индивидуальных приборов учёта	Открытый код
	Система управления и диагностики	Интеллектуальная система управления цифровым контентом (ЕСМ) с компонентом поддержки принятия решений при возникновении внештатных ситуаций	Открытый код
		Автоматизированная система мониторинга электротехнического силового оборудования	PTСофт-СГ
		ONDER.METER	Ондер Лаб
		Система предиктивной аналитики долгосрочного состояния гидротурбины	ЦКТИ
		Системы автоматизации бизнес-процессов	Децима
		Виртуальный накопитель электроэнергии	Фонд «Форсайт»
		Интеллектуальный ИБП	Фонд «Форсайт»
		Социальная сеть вещей	Фонд «Форсайт»
		Интеллектуальная кластерная система учета и контроля качества электрической энергии	ИТЦ «Континуум»
		Многоцелевой ситуационный центр «КОЛОС»	Рефрактор-Икс
		Система проведения плановых ремонтов Reparatio360	Рефрактор-Икс
Вспомогательные системы	Учебный стенд	Лаборатория для изучения «Интернета энергии»	Полюс-НТ
		Стенд «Имитатор сетей microGRID»	Полюс-НТ
		Стенд «Физическая модель стохастического ветрогенератора»	Полюс-НТ
Новые и мобильные источники энергии			
Комплексные решения	Система накопления энергии в водородном цикле	Система накопления электроэнергии на базе электролизера и топливного элемента	ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ
	Зарядная инфраструктура электрического транспорта (электрозарядная станция)	Ультрабыстрый зарядный хаб	Зарядные станции «Яблочков»
		ЭЗС для электромобилей	Ондер Лаб
		ЭЗС для электромобилей	ТАЧ Продакшн
Оборудование и объекты	Генератор водорода на базе электролизера воды	Промышленные генераторы водорода на основе протонообменных мембран	Поликом
		Генераторы водорода	Центр водородной энергетики / Центр водородных технологий
		Установка для производства водорода путем электролиза морской воды	Прикладные технологии
	Водородный заправочный комплекс	Водородная заправочная станция	Поликом

	Система хранения водорода / Система транспортировки водорода	Системы хранения и транспортировки водорода	Центр водородной энергетики / Центр водородных технологий
		Криогенные танк-контейнеры	Криогенмаш
	Электрохимический генератор на базе топливного элемента	Электрохимические генераторы с топливными элементами	ГК «ИнЭнерджи»
		Энергоустановки на основе водород-воздушных ПОМТЭ	ГК «ИнЭнерджи»
		Энергоустановка "ТОПАЗ - Гамма М"	НИЦ «Топаз»
	Система накопления электрической энергии (СНЭ)	Системы накопления энергии для зданий	Вольтс Бэтэри
		Промышленная система накопления и хранения электроэнергии для нефтегазовой отрасли	Приводная техника
		Электрохимические СНЭ	ГК «ИнЭнерджи»
		Буферный накопитель НКЭ-ЗГ для сетей постоянного тока	Кинемак
		Динамический ИБП НКЭ-ЗГ	Кинемак
		Конденсаторный источник бесперебойного питания и выпрямитель ВБУ-200	Кинемак
		Производство литий-ионных аккумуляторов	НПО «ССК»
		СНЭ для электромобильных зарядных станций	Приводная техника
	Электро-зарядное устройство (EVSE)	Зарядные станции мощностью до 200 кВт для всех типов электротранспорта	Зарядные станции «Яблочков»
		Зарядные станции мощностью до 500 кВт для общественного электротранспорта	Зарядные станции «Яблочков»
		Контроллеры и выпрямители для ЭЗС	ИЦ «Энергоразвитие»
	Система управления электро-зарядной станцией	ПО для управления зарядной инфраструктурой	ТАЧ Продакшн
		Система управления ЭЗС	Ондер Лаб
		Динамическая балансировка мощности	ТАЧ Продакшн
	Вспомогательные системы	Испытательный полигон Водородный полигон Восточного водородного кластера	ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ
		Экспериментальные полигоны для изучения и демонстрации новых технических решений на основе водородных технологий	ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ
		Экспериментальные полигоны водородных технологий	Центр водородных технологий

ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА КОМПЛЕКСНЫХ РЕШЕНИЙ НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ

Целостным технико-экономическим эффектом для конечного пользователя обладают только продукты, являющиеся комплексными решениями. Именно такие решения позволяют развернуть законченную рыночную бизнес-практику, приносящую хозяйственный эффект и, таким образом, порождают активы. В Таблице 3 для комплексных технических решений рынка НТИ Энерджинет указаны сферы применения и полезные эффекты, а также отрасли экономики, в которых данные решения могут быть применены.

Таблица 3. Сферы применения и полезные свойства комплексных решений компаний НТИ Энерджинет

Компания	Продукт – комплексное техническое решение	Сфера применения	Полезные эффекты применения	Отрасль
Гибкие и надежные сети				
ПЛАГ ЭНД ПЛЕЙ ИНЖИНИРИНГ / Таврида Электрик	Цифровой РЭС	Распределительные электрические сети, электросетевые компании	Улучшение надежности, качества, доступности электрической энергии при существующих тарифах	Электроэнергетика
Таврида Электрик	Подстанция 35 кВ	Распределительные электрические сети, электросетевые компании	Улучшение наблюдаемости сети, качества и надежности электроснабжения	
Таврида Электрик	Точка трансформации 35 кВ			
Интеллектуальная распределенная энергетика				
ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ	Автономные гибридные интеллектуальные энергосистемы	Энергоснабжение изолированных и труднодоступных территорий с высокой степенью ресурсной автономности за счет использования ВИЭ и накопления энергии (в т.ч. в водородном цикле)	Замещение привозного топлива на 40-50%, кратное увеличение уровня автоматизации и автономности работы энергосистемы, сокращение выбросов парниковых газов, сокращение полной стоимости владения на жизненном цикле на 30-40%	Электроэнергетика Теплоэнергетика
ЭНЭЛТ	Автоматизированный гибридный энергетический комплекс	Энергоснабжение изолированных удаленных территорий с использованием СЭС	Максимально возможное использование энергии от ВИЭ и работа автономных топливных генерирующих установок с наименьшим удельным расходом топлива в соответствии с заданными параметрами	
Альтрэн	Автоматизированный гибридный энергетический комплекс	Энергоснабжение изолированных удаленных территорий с использованием ВЭС	Максимально возможное использование энергии от ВИЭ и работу автономных топливных	

			генерирующих установок с наименьшим удельным расходом топлива в соответствии с заданными параметрами	
Пользовательские сервисы				
Ондер Лаб	ONDER.GRID	Цифровой сбыт - платформа расчетов и платежей на базе технологии распределенного реестра	Повышение достоверности данных, точности расчетов. Снижение на 20% OPEX на расчеты. Упрощение подписания договоров электроснабжения. Нарращивание дополнительных сервисов для потребителя	Электроэнергетика, промышленность, ЖКХ
ГК «ИНФОПРО»	ИНФОПРО: Энерготрейдинг	Система для эффективной работы на ОРЭМ, РРЭ, ЦЗСП	Максимизация прибыли при работе на энергорынках (ОРЭМ и РРЭ)	
Фонд «Форсайт»	Система «Дроид-энергоменеджер»	Система аналитической поддержки управления нагрузками с применением ИИ	Оптимизация энергопотребления, контроль, мониторинг	
Новые и мобильные источники энергии				
ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ	Система накопления электроэнергии на базе электролизера и топливного элемента	Обеспечение автономного энергоснабжения изолированных и труднодоступных территорий	Повышение КИУМ использования ВИЭ в составе энергоузлов, увеличение автономности энергоснабжения вплоть до 3–4 месяцев	
Зарядные станции «Яблочков»	Ультрабыстрый зарядный хаб	Зарядка электротранспорта	Решение задач быстрой параллельной зарядки электротранспорта в условиях насыщенного потока и/или нехватки мощности в точке подключения для городской и междугородней инфраструктуры.	Электроэнергетика, транспорт
Ондер Лаб	Система управления ЭЗС	Электрозарядные станции и хабы	Оптимизация управления зарядными станциями, расчетов с пользователями, мониторинга потребления электроэнергии	
ТАЧ Продакшн	ЭЗС для электромобилей	Зарядные станции переменного тока для зарядки электромобилей при длительной стоянке. Зарядные станции постоянного тока для зарядки электромобилей в экстренной ситуации	Увеличение стоимости квадратного метра. Увеличение клиентопотока. Дополнительная прибыль от предоставления услуги зарядки	

СУБЪЕКТЫ РЫНКА НТИ ЭНЕРДЖИНЕТ

В число субъектов рынка НТИ Энерджинет входят технологические бизнес-компании (перечень представлен в Таблице 4), вузы – партнеры Центра «Энерджинет» (перечень представлен в Таблице 5), а также Центры компетенций НТИ по направлениям, технологически значимым для рынка.

Таблица 4. Компании – субъекты рынка НТИ Энерджинет

В таблице использована следующая градация размеров компаний:

- Микро – до 15 чел.
- Малые – от 16 до 100 чел.
- Средние – от 101 до 250 чел.
- Крупные – более 250 чел.

Компания	Технологии	Типы деятельности	География	Размер компании
ООО «АЙ-ТОР»	Силовое преобразовательное оборудование Измерительное оборудование	Производство	РФ, СНГ	Малый
ООО «НТЦ «АКТОР»	Силовое преобразовательное оборудование	Производство	РФ, Беларусь	Малый
ООО «Альтрэн»	СЭС, ВЭС	Проектирование Инжиниринг	РФ	Микро
ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ	Микрогриды Водородный полигон	Проектирование	РФ	Микро
ООО «Вольтс Бэтэри»	СНЭ	Производство Инжиниринг	РФ, СНГ, Ближний Восток	Микро
ООО «Децима»	SCADA Коммутационное оборудование Силовое преобразовательное оборудование Система управления и диагностики	Производство	РФ	Малый
АО «ГК «ИнЭнерджи»	Топливные элементы на ПОМ Энергетические установки на топливных элементах СНЭ	Производство Проектирование	РФ	Малый
ООО «Группа компаний «ИНФОПРО»	Учетно-расчетные сервисы	Производство	РФ, Казахстан	Средний
ООО «ИЭЭС»	РЗА Системы автоматического проектирования Программно-аппаратные комплексы управления Системы автоматизированного моделирования и проектирования Система управления и диагностики	Проектирование Производство Проектирование	РФ	Микро
ООО «Кинемак»	СНЭ	Проектирование Производство	РФ	Микро
АО «ИТЦ «Континуум»	Измерительное оборудование Система управления и диагностики	Производство Проектирование	РФ	Малый
АО «Криогенмаш»	Криогенные танк-контейнеры	Производство Проектирование	РФ, Индия, Китай и другие страны	Крупный

ООО «КЭАЗ»	Измерительное оборудование Силовое преобразовательное оборудование	Производство	РФ, Азербайджан, Беларусь, Грузия, Армения, Узбекистан, Таджикистан, Казахстан, Китай, Египет, Монголия, Молдавия	Крупный
ООО «Лаборатория будущего»	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Производство	РФ, Ближний Восток	Малый
ООО «НПП «Марс-Энерго»	Измерительное оборудование	Проектирование Производство	РФ, Беларусь, Казахстан, Перу, Вьетнам, ОАЭ, Китай, Южная Корея	Малый
ООО «Марс-Энерго СК»	Измерительное оборудование	НИОКР Проектирование	РФ	Микро
ООО «Метсбытсервис»	Кабельная продукция	Производство, поставки	РФ	Микро
АО «Монитор Электрик»	Системы автоматического проектирования	Производство	РФ, Республика Казахстан, Республика Беларусь, Республика Азербайджан	Крупный
ООО «Ондер Лаб»	Учетно-расчетные сервисы Система управления и диагностики Системы управления ЭЭС	Производство Инжиниринг	РФ	Малый
ООО «Открытый код»	АСУ, SCADA Учетно-расчетные сервисы Система управления и диагностики	Производство	РФ	Малый
ООО «ПЛАГ ЭНД ПЛЕЙ ИНЖИНИРИНГ»	Цифровой РЭС	Проектирование	РФ	Малый
ООО «Поликом»	Зарядная инфраструктура Генераторы водорода	Проектирование Производство	РФ	Микро
ООО «НТЦ «Приводная техника»	Силовое преобразовательное оборудование Инверторы СНЭ	Производство Проектирование	РФ, СНГ	Средний
ООО «Компания «Прикладные технологии»	Электролизеры	Проектирование	РФ	Микро
ООО «Полюс-НТ»	Системы автоматизированного моделирования и проектирования	Проектирование	РФ	Микро
ООО «Рефрактор-Икс»	Система управления и диагностики		РФ	Малый
ООО «РТСофт-СГ»	РЗА Системы автоматического проектирования Программно-аппаратные комплексы управления Система управления и диагностики	Производство	РФ, Армения	Малый
ООО «НПО «ССК»	СНЭ	Производство	РФ	Микро
ООО «Т-Система»	Системы автоматического проектирования	Проектирование Производство	РФ	Микро
ООО «Таврида Электрик»	ТП, КЛ, ВЛ Силовое преобразовательное оборудование Микрогриды	Производство Инжиниринг Проектирование	РФ и мир	Крупный
ООО «ТАЧ Продакшн»	Системы управления ЭЭС Зарядная инфраструктура Система управления и диагностики	Производство	РФ, Казахстан, Узбекистан, Таджикистан, Азербайджан, Беларусь	Малый

ООО «НИЦ «Топаз»	Энергетические установки на топливных элементах	Проектирование Производство	РФ	Малый
АО «Фонд «Форсайт»	Система управления микроэнергосистемой Система управления и диагностики	Производство Инжиниринг	РФ	Малый
ООО «Хевел»	СЭС	Производство Инжиниринг	РФ, СНГ, ЮАР, Юго-Восточная Азия, страны ЕС	Крупный
ООО «ЦКТИ»	Система управления и диагностики	Проектирование	РФ, Казахстан, Киргизия	Микро
ООО «НПП «ЭКРА»	РЗА Коммутационное оборудование Силовое преобразовательное оборудование	Производство	РФ, СНГ	Крупный
ООО «Группа ЭНЕЛТ»	Электростанция Программно-аппаратные комплексы управления	Производство Инжиниринг Проектирование	РФ, Беларусь	Малый
ООО «Инженерный центр «Энергоразвитие»	Коммутационное оборудование Силовое преобразовательное оборудование Системы плавки гололеда и защиты ЛЭП Системы автоматического проектирования Зарядная инфраструктура	Производство Проектирование Производство	РФ	Малый
ООО «Зарядные станции «Яблочков»	Зарядная инфраструктура	Проектирование Производство	РФ, страны ЕС	Малый

Вузы, активно участвующие в жизни рынка НТИ Энерджинет, как ведут подготовку кадров, так и развивают собственные технологические разработки на ранних стадиях жизненного цикла, выполняют НИР и НИОКР в интересах компаний рынка и электроэнергетической отрасли. Значимыми видами деятельности для развития рынка НТИ Энерджинет являются участие вузов в межвузовской летней школе инженеров будущего ИНЖИР и открытие на базе вузов учебно-научных центров Energynet.Lab совместно с партнерскими компаниями рынка НТИ Энерджинет.

Таблица 5. Вузы – субъекты рынка НТИ Энерджинет

ВУЗ	Технология	Продукт	Участие в ИНЖИР	Участие в Energynet.Lab
АУЭС	Распределительная электрическая сеть 0,4–35 кВ	Методы моделирования режимов электропередачи в распределительных сетях	Да	Да
БНТУ	Распределительная электрическая сеть 0,4–35 кВ	Методы оптимизации эксплуатации электрических сетей	Нет	Да
	Система релейной защиты и автоматики (РЗА) Фотовольтаическая солнечная электростанция (СЭС)	Микропроцессорные устройства для систем релейной защиты и автоматики Фотоэлектрические устройства		
Братский ГУ	Автоматизированная система управления микроэнергосистемой (АСУ)	Метод управления установкой распределенной генерации на основе прогностического алгоритма	Да	Нет
Брянский ГУ	Локальная система отопления	Гелиустановка для улавливания и концентрации солнечных лучей на сферическом фокусе, передачи образующейся в фокусе теплоты теплоносителю (воде)	Нет	Нет
Воронежский ГТУ	Ветроэнергетическая установка (ВЭУ)	Разработка инновационных элементов ветроэнергетических установок и ветроэлектрических станций	Нет	Нет

ВСГУТУ	Розничная генерация (электростанция)	Плазменные способы получения электрической и тепловой энергии из местного угольного сырья и твердых бытовых отходов	Да	Нет
ВятГУ	Диагностический комплекс мониторинга и оценки параметров технического состояния оборудования	Разработка методов и технических средств мониторинга напряжения в электрических сетях 6-10 кВ Разработка бесконтактного прибора для определения места короткого замыкания	Да	Нет
ГУ «Дубна»	Локальная система отопления	Разработка систем хранения тепловой энергии на базе ФПТАМ на основе смесей кристаллогидратов	Нет	Нет
	Система накопления электрической энергии	Разработка электрохимических накопителей энергии нового поколения	Нет	Нет
ЗабГУ	Диагностический комплекс мониторинга и оценки параметров технического состояния оборудования	Способ автоматического контроля параметров нулевого провода воздушных линий 0,4 кВ	Да	Нет
ИГЭУ	Измерительное оборудование	Цифровые измерительные преобразователи и трансформаторы 6–220 Кв	Да	Да
	Системы автоматического проектирования	Цифровые двойники силовых трансформаторов		
	Системы автоматического проектирования	Киберфизическое моделирование электроэнергетических процессов, разработка «цифровых двойников»		
ИрННТУ	Электрохимический генератор на базе топливного элемента	Малогабаритный водородный тестовый топливный элемент (ТТЭ)	Нет	Нет
	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Дистанционное определение места короткого замыкания на воздушных и кабельных линиях электропередачи 6–500 кВ	Нет	Нет
ИТМО	Электро-зарядное устройство (EVSE)	Прототип системы беспроводной (бесконтактной) зарядки электромобиля	Да	Нет
КГТУ	Ветроэнергетическая установка	Разработка и внедрение ветроустановок (ВЭУ) и ветропарков в составе российской электроэнергетической системы	Нет	Нет
КГЭУ	Системы релейной защиты и автоматики	Алгоритм релейной защиты для интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью	Да	Да
	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Аппаратно-программный комплекс для контроля состояния и выявления дефектов высоковольтных изоляторов в процессе эксплуатации		
	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Система интеллектуального мониторинга ЛЭП в режиме реального времени		
Красноярский ГАУ	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Проектирование систем автономной электрификации сельского хозяйства	Да	Нет
КузГТУ	Локальная система отопления	Подход к актуализации схем теплоснабжения муниципальных образований	Да	Нет
ЛГТУ	Подключенная к сети микроэнергосистема (микрогрид)	Подходы к энергосбережению в системах энергоснабжения промышленных предприятий	Да	Нет
МГТУ им. Н.Э. Баумана	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Конструкции тепловыделяющих сборок для атомных реакторов малой мощности	Да	Нет
	Дизельный электрогенератор (ДГУ)	Система управления топливоподачей и оптимизации режимов работы поршневых двигателей		
МИРЭА	Ветроэнергетическая установка (ВЭУ)	Подвижная ветроэнергетическая установка с лопастями изменяемой геометрии	Нет	Нет
МИСИС	Фотовольтаическая солнечная электростанция (СЭС)	Промышленные технологии печатных сверхтонких и гибких солнечных батарей на основе новых материалов гибридных перовскитов	Нет	Нет
Московский Политех	Система накопления электрической энергии (СНЭ)	Программное обеспечение для имитационного моделирования гибридного накопителя энергии для	Нет	Нет

		работы в автономном режиме и параллельно с сетью		
МФТИ		Водородный испытательный полигон для отработки пилотных проектов применения водородных технологий в автономной энергетике и на транспорте	Да	Нет
На базе вуза действует Центр компетенций НТИ	Испытательный полигон			
	Система накопления электрической энергии	Исследования и разработки в области накопителей энергии		
МЭИ		Программный комплекс для проведения водохозяйственных и водно-энергетических расчетов каскадов малых ГЭС	Да	Нет
На базе вуза действует Центр компетенций НТИ	Системы автоматизированного моделирования и проектирования			
НВГУ	Распределительная электрическая сеть 0,4–35 кВ	Методы моделирования надежности работы распределительных электрических сетей	Да	Нет
	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Система диагностики, мониторинга и локализации повреждений в распределительных сетях среднего напряжения		
	Система накопления электрической энергии	Системы бесперебойного питания и накопления электрической энергии		
	Программно-аппаратный комплекс управления	Разработка магнитного вариатора с переменным передаточным отношением для замещения обычных планетарных редукторов в электрогенерирующей установке		
НГТУ	Программно-аппаратные комплексы управления	Системная автоматика управления режимами локальных систем энергоснабжения (Автоматика Smart EnergyGate)	Да	Да
	Программно-аппаратные комплексы управления	Технология автоматического управления режимами электроэнергетических систем с распределенной малой генерацией		
	Программно-аппаратные комплексы управления	Микропроцессорная система группового регулирования активной и реактивной мощности ГЭС		
	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Микропроцессорная система технического диагностирования генератора и турбины с нечетко-нейронной экспертной системой в составе АСУ ТП ГЭС		
	Система управления и диагностики	Математическая модель функционирования систем РЗ в условиях периодического контроля работоспособности		
НГТУ им. Алексеева	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Способы определения места повреждения линий электропередачи	Нет	Нет
НГУ	Торговая система зеленых сертификатов	Верификация результатов реализации климатических проектов	Да	Нет
ОМГТУ	Измерительное оборудование	Анализаторы качества электрической энергии	Да	Нет
ОМГУПС	Локальная система отопления	Решения для теплоснабжения промышленных и инфраструктурных объектов	Да	Нет
	Система релейной защиты и автоматики (РЗА)	Разработка технических средств предотвращения несанкционированной подачи напряжения в сети 0,4 и 10 кВ		
Орловский ГАУ	Автоматизированная система управления микроэнергосистемой (АСУ)	Разработка средств автоматизации микросети, содержащей несколько дизельных электростанций		
	Автоматизированная система управления (АСУ)	Разработка технических средств автоматизации сельских трансформаторных подстанций 6...20/0,4 кВ	Нет	Нет
	Диагностический комплекс мониторинга и оценки параметров технического состояния оборудования	Беспилотный летательный аппарат для оценки состояния ЛЭП		

ПетрГУ	Локальная система отопления	Специализированная запорно-регулирующая арматура	Да	Нет
РУДН	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Урбанистические решения для инфраструктур и поселений Крайнего Севера	Да	Нет
СамГТУ	Электрохимический генератор на базе топливного элемента	Получение новых расплавляемых электролитов химических источников тока и теплоносителей	Нет	Нет
СевГУ	Ветроэнергетическая установка; Солнечная электростанция	Проектирование автономных и сетевых фотоэлектрических и ветроэлектрических установок	Нет	Да
	Силовое преобразовательное оборудование	Разработка инверторных преобразователей, МРРТ-контроллеров, информационно-управляющих систем и комплексов		
	Система автоматизированного моделирования и проектирования	Компьютерный инжиниринг цифровых распределительных сетей электроснабжения		
	Электро-зарядное устройство (EVSE)	Разработка оборудования для беспроводной передачи энергии для зарядки батарей электротранспорта		
Сколтех	Электрохимический генератор на базе топливного элемента	Электрохимическое накопление и преобразование энергии	Нет	Нет
	Фотовольтаическая солнечная электростанция (СЭС)	Преобразование и хранение солнечной энергии		
	Автоматизированная система управления (АСУ)	Интеллектуальные сети: системы и устройства		
СКФУ	Диагностический комплекс для контроля и оценки параметров технического состояния	Система оперативной локализации коммерческих потерь электроэнергии в электрических сетях 0,4-35 кВ на базе технологии синхронных измерений	Да	Нет
	Фотовольтаическая солнечная электростанция (СЭС)	Электроэнергетический комплекс с использованием перспективных солнечных элементов для автономных энергопотребителей		
	Локальная система отопления	Технология использования петротермальной энергии для комплексного энергоснабжения удаленных и обособленных объектов		
	Диагностические комплексы для контроля и оценки параметров технического состояния	Система предиктивной диагностики электродвигателя по электрическим измерениям		
СПбГЭТУ ЛЭТИ	Система накопления электрической энергии	Источник бесперебойного питания на базе модульной многоуровневой схемы	Да	Нет
	Система накопления электрической энергии	Источник бесперебойного питания с системой управления аккумуляторной батареей переменной структуры		
	Силовое преобразовательное оборудование	Энергоэффективные статические преобразователи для систем электродвижения транспорта		
СПбГУ	Система накопления электрической энергии	Способ синтеза слоя электроактивного вещества для электродов суперконденсаторов на основе нанокompозита из металл-кислородных соединений кобальта и никеля	Да	Нет
СПбПУ им. Петра Великого	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Разработка методов и интеллектуальных технологий автономного энергоснабжения Разработка и использование экологичных энергоэффективных турбогенераторов для объектов энергетической и газовой промышленности	Нет	Нет
ТИУ	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Цифровые двойники реального времени для оценки устойчивости энергосистем с распределенной генерацией и возобновляемыми источниками энергии	Да	Нет
ТПУ	Водородная промышленная (производственная) система	Разработка технологий получения, транспортировки, хранения и использования водорода	Нет	Нет
	Система автоматизированного	Цифровые модели и алгоритмы управления пропускной способностью	Нет	Нет

	моделирования и проектирования	энергосистем, моделирующие комплексы энергосистем реального времени		
ТюмГУ	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Урбанистические решения для инфраструктур и поселений Крайнего Севера	Да	Нет
УрГАУ	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Способы получения альтернативных видов топлива на основе местного сырья и отходов растениеводства	Да	Нет
УрФУ	Система автоматизированного моделирования и проектирования	Построение интеллектуальной технологической платформы Smart Grid на основе Big Data Advanced Analytics	Да	Да
	Система автоматизированного моделирования и проектирования	Цифровые двойники электрооборудования и энергосистем		
ЧувГУ	Системы релейной защиты и автоматики	Разработка алгоритмов функционирования микропроцессорных устройств релейной защиты для цифровой энергетики	Да	Нет
	Распределительная электрическая сеть 0,4–35 кВ	Методы расчета режимов электрических систем на базе программных комплексов		
	Локальная система отопления	Математическое моделирование и создание автоматизированного стенда теплоснабжения зданий и сооружений		
	Изолированная микроэнергосистема (микрогрид)	Электрошлаковые технологии газификации местных видов топлив		

Центры компетенций НТИ по технологическим направлениям рынка НТИ Энерджинет

Центры компетенций НТИ осуществляют разработки сквозных технологий и технологических решений, используемых на рынке НТИ Энерджинет. Далее представлены основные направления научных исследований и технологических разработок центром компетенций НТИ, значимых для рынка НТИ Энерджинет.

Центр компетенций ФИЦ ПХФ и МХ РАН по направлению «Новые и мобильные источники энергии»

- Создание новых литий-ионных аккумуляторов с повышенной удельной емкостью и стабильностью работы.
- Создание новых типов проточных батарей с высокой мощностью и удельной энергоемкостью для стационарных и транспортных приложений.
- Разработка способов получения наноразмерного кремния и создание высокочастотных материалов отрицательного электрода для литиевых аккумуляторов.
- Создание широкого спектра энергоустановок на основе топливных элементов со сверхвысокой энергоемкостью для транспортных, мобильных и стационарных применений.
- Макеты транспортных средств на базе энергоустановок, использующих разработанные материалы и технологии – апробация разработанных технологий.

Центр компетенций НТИ по направлению «Технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем» НИУ «МЭИ»

- Программно-технический комплекс автоматизированного синтеза структурно-функциональных схем РЗА ЦПС.
- Программно-технический комплекс автоматизированного синтеза схем микроэнергосистем.
- Автоматизированная система планирования работ по техническому обслуживанию и ремонтам (сервис).
- Разработка и внедрение комплексов РЗА ЦПС с различными архитектурами.
- Разработка распределенной интеллектуальной системы управления режимами ЭЭС по напряжению и реактивной мощности.
- Создание опытного образца программно-аппаратного комплекса реального времени «Цифровой двойник энергосистемы».
- Разработка технологии и пакета цифровых сервисов для автоматической проверки правильности проектных решений по цифровым системам защиты и автоматики электрических сетей 6-220 кВ.
- Разработка технологии и пакета цифровых сервисов для расчетов и оптимизации структуры и параметров схем энергосистем.
- Автоматизированная система расчета параметров срабатывания РЗА в микроэнергосистеме.
- Разработка распределенной интеллектуальной системы управления микроэнергосистемами.
- Разработка основных технических решений по внедрению накопителей электроэнергии и ВИЭ в электрических сетях.
- Разработка технологии и пакета цифровых сервисов для моделирования управления электрозарядной инфраструктурой.

Центр компетенций НТИ на базе ФГБУН «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН» по направлению «Водород как основа низкоуглеродной экономики»

- «Водородная заправка». Развитие технологий и создание прототипа водородной заправки (hydrogen refueling station) для транспортных средств различного типа.
- Биоводород для генерации электроэнергии. Разработка и испытание макетов автономных энергоустановок (электрохимических генераторов) на основе твердооксидных топливных элементов (ТОТЭ).
- Водород для Е-химии и Е-топлива как основа низкоуглеродной экономики.
- Крупнотоннажный водород для низкоуглеродной экономики.

Центр компетенций НТИ на базе ФГАОУ ВО МФТИ по направлению «Мобильные накопители энергии»

- Разработка методов и технологических регламентов производства активных катодных материалов, электролитов, растворителей и сепараторов для литий-ионных аккумуляторов.
- Разработка твердотельных аккумуляторов и материалов для них

- Разработка технологий высокоэнергетических и высокомощных литий-ионных аккумуляторов.
- Разработка базовых конструктивных решений для аккумуляторных батарей модульного типа.
- Разработка и создание прототипов транспортных энергоустановок.
- Разработка устройств силовой электроники, систем управления и программного обеспечения для применения в энергетических установках.
- Разработка стационарных энергоустановок для инфраструктуры заправок и наземного энергообеспечения водного и авиационного электротранспорта.

КЕЙСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДУКТОВ

Компаниями рынка НТИ Энерджинет реализовано множество успешных проектов реализации современных энергетических технологий в каждом из сегментов рынка. В ходе подготовки обзора были проанализированы почти 200 кейсов применения продуктов рынка НТИ Энерджинет. Из их числа отобраны и приведены с подробным описанием 12 наиболее показательных кейсов успешного применения продуктов в 2020 – 2025 годах.

Надежные и гибкие сети

Цифровой район электрической сети

Компания	ООО «План энд Плей Инжиниринг»
Проблематика	Износ основного оборудования сети более 70%. SAIDI (средняя продолжительность отключения потребителей) – 16 часов в год. Доступность по качеству электроэнергии – 68%. Доступность для подключения новых потребителей – 34%
Локация	Республика Крым, Сакский район
Решение	Комплексный пилотный проект «Цифровой РЭС – Крымэнерго» реализуется с 2019 года в Сакском РЭС компанией Plug & Play Engineering при поддержке НТИ Энерджинет. Проект включает создание автокластерной сети с оптимальной кольцевой топологией, модернизация изношенного оборудования, внедрение системы поддержки принятия решений на основе цифрового двойника, проведение организационных изменений в сетевой компании. В проекте реализуется: – Замена ПС на точки трансформации – Установка роботизированных реклоузеров – Изменение топологии сети – Изменение бизнес-процессов РЭС Включает использование цифровых систем проектирования, мониторинга и управления на базе цифровых двойников
Эффекты	Критически изношенные активы – отсутствуют; SAIDI – менее 2 часов в год; доступность по качеству электроэнергии – 100%; доступность для подключения новых потребителей – 100%, потери электроэнергии – менее 5%, снижение OPEX – не менее, чем на 40%, EBITDA оператора сетевой компании – более 20%

Интеллектуальная система защиты и автоматики энергосистем

Компания	ООО «ИЭЭС»
Проблематика	Внедрение цифровых технологий по стандарту МЭК 61850 в подавляющем большинстве случаев приводит к увеличению CAPEX и OPEX на создание цифровых систем защиты и автоматики на 50–70% для подстанций 110–500 кВ. При этом также происходит снижение показателей надежности: коэффициент готовности по ряду функций снижается с 0,96 до 0,8 и ниже
Локация	Филиалы ПАО «Россети – Центр»
Решение	Создание интеллектуальной системы защиты и автоматики, обладающей свойствами самонастройки, самоорганизации и самовосстановления. Решение строится на базе применения методов программного резервирования функций вместо аппаратной избыточности. При отказе микропроцессорного устройства защиты резервирование обеспечивается за счет миграции (за время, не превышающее 100 мс) функций отказавшего устройства на другие устройства, находящиеся в работе
Эффекты	Снижение нагрузки на технологическую ЛВС при передаче измерительной информации от УСО до терминалов РЗА с сохранением должного уровня надежности, что позволяет сократить затраты на коммутаторы для ЛВС на 25%. Обеспечение надежной работы всех устройств РЗА в синхронном режиме с технологическим процессом даже при потере внешней синхронизации времени, исключение необходимости применения дорогостоящих устройств синхронизации и коммутаторов ЛВС. Повышение уровня киберзащищенности решения за счет контроля правильности возникновения сигналов аварийного отключения от РЗА.

	Снижение CAPEX и OPEX на 30–40% по сравнению с традиционными решениями, снижение стоимости владения до 2-х раз по сравнению с типовыми решениями для цифровых подстанций, повышение коэффициента готовности до 0,98–0,99.
--	---

Интеллектуальная распределенная энергетика

Цифровое моделирование для оптимизации энергоснабжения изолированных микрогридов

Компания	ИЦ «Энерджинет»
Проблематика	Определение технологически доступных и экономически эффективных конфигураций гибридных электростанций и мини-сетей в составе дизельной генерации, ВИЭ и источников энергетической гибкости (управляемой нагрузки и/или систем накопления энергии). Потребность в системах многопараметрического технико-экономического моделирования энергосистем резко выросла после ухода с российского рынка таких программных продуктов, как HOMER Pro
Локация	Удаленные территории, изолированные от сетей централизованного энергоснабжения
Решение	Система многопараметрического технико-экономического моделирования энергосистем, осуществляющая подбор состава оборудования для микроэнергосистемы по заданному профилю потребления электроэнергии и его оптимизацию по критериям себестоимости электроэнергии (LCOE), топливозамещения, капитальной стоимости проекта, удельного расхода топлива, удельной эмиссии CO ₂ и других.
Эффекты	Повышение надежности электроснабжения, снижение стоимости электроэнергии для потребителей на 20–40 % и более, снижение выбросов CO ₂ на 60–80 % по сравнению с дизельной генерацией. Величина полезных эффектов, обеспечиваемых микроэнергосистемами, зависит от оптимального состава оборудования. В отличие от HOMER Pro создаваемая система моделирования позволяет явным образом учесть управление энергетической гибкостью в микроэнергосистеме

Создание универсальной CIM-модели для изолированных микрогридов

Компания	ООО «Т-Система»
Проблематика	Высокая трудоёмкость и стоимость интеграции информационных систем и систем автоматизации, высокая трудоёмкость и стоимость сбора данных, необходимых для надёжной работы и регламентированной эксплуатации изолированных микрогридов
Локация	Удаленные территории, изолированные от сетей централизованного энергоснабжения
Решение	Создание машиночитаемых онтологических моделей микрогридов на базе CIM, интеграция на основе моделей разнородных информационных систем
Эффект	Снижение более чем на 30% стоимости создания и эксплуатации информационных систем для изолированных микрогридов за счёт повторного использования и интероперабельности элементов систем

Безуглеродный микрогрид международной арктической станции «Снежинка»

Компания	ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ
Проблематика	Организация автономного безуглеродного энергоснабжения объектов изолированных и труднодоступных территорий с суровыми климатическими условиями
Локация	Ямало-Ненецкий АО
Решение	Создание полигона для апробации и экономической оценки использования водородных технологий для изолированных и труднодоступных поселков, создание гибридной электростанции на основе энергии ветра с накоплением энергии в форме водорода и тепла/холода. Площадь участка – 32,2 га. Вместимость – 80 человек. Состав станции: – Главный комплекс (включает центральный корпус, общественно-функциональный корпус, два лабораторно-исследовательских корпуса, административно-бытовой корпус на 20 человек, два корпуса общежития); – Ветропарк суммарной мощностью до 1050 кВт – Солнечная электростанция (СЭС) суммарной мощностью до 300 кВт;

	– ЭХГ ПОМТЭ (электрохимический генератор на основе топливных элементов с протонообменной мембраной с жидкостным теплообменником) суммарной электрической мощностью до 500 кВт; – Тепловые насосы мощностью до 1000 кВт для обогрева/охлаждения корпусов Станции; – Комплекс ресиверов водорода и азота – в арктическом исполнении для длительного хранения энергии в водородном цикле общей емкостью не менее 1200 м³ и ресиверы азота общей емкостью не менее 40 м³; – Система водородопроводов; – Накопители энергии на базе литий-ионных технологий общей энергоемкостью до 2500 кВт·ч.
Эффекты	Высокая ресурсная автономность на базе безуглеродных источников энергии, обеспечиваемая за счет накопления энергии в водороде на семь суток штиля

Система накопления и хранения электроэнергии для объектов нефтегазовой промышленности

Компания	ООО НТЦ «Приводная техника»
Проблематика	Обеспечение устойчивого энергоснабжения производственных объектов, изолированных от распределительных электросетей
Локация	Челябинская область, Ханты-Мансийский АО
Решение	СНЭ в контейнерном исполнении на базе собственных инверторов напряжения и системы управления. Номинальная мощность – 1000 кВт. Энергоемкость – 133 кВт·ч + 6,3 Ф. Тип аккумулятора – Li-ion (NMC) + суперконденсатор.
Эффект	Увеличение пропускной способности сети, повышение надежности энергоснабжения, повышение качества электроэнергии, высвобождение мощности генерирующего оборудования в регионах с дефицитом электроэнергии

Пользовательские сервисы

Умное потребление энергии

Компания	ООО «Фонд «Форсайт»
Проблематика	Активные потребители, используя новое энергетическое оборудование (ВИЭ, тепловые насосы, накопители, управляемую нагрузку, зарядные станции), встречаются со множеством трудностей, для решения которых требуется привлечение десятка высококвалифицированных специалистов, что может себе позволить не каждый бизнес
Локация	Объекты с большим энергопотреблением (торговые центры, ледовые арены, рестораны фастфуд, промышленные предприятия) – более 150 объектов в России
Решение	Программно-аппаратный комплекс управления потреблением на базе искусственного интеллекта превращает энергохозяйство потребителя в «умную» микросеть, связывая между собой на приборном уровне при помощи датчиков и контроллеров все устройства и выстраивая на уровне «цифровых двойников» эталонное потребление конкретного объекта. Главная задача комплекса при соблюдении заданных потребительских параметров (например, температуры и уровня CO ₂ в помещении и т.д.) приблизить энергопотребление объекта к эталону и добиться максимально экономичного режима
Эффекты	Сокращение потребности в присоединенной мощности на 10–20%, сокращение затрат на электричество, тепло, газ на 8–32% в месяц, сокращение углеродного следа, продление срока службы дорогого энергетического оборудования Снижение затрат коммерческой компанией на потребляемую электроэнергию и мощность за счет активного потребления – до 15% Увеличение экономического эффекта от использования коммерческими потребителями собственной генерации – до 40% Снижение потребности коммерческой недвижимости и многоквартирных домов в присоединенной мощности – до 50%

Цифровой энергосбыт

Компания	ООО «Ондер Лаб»
Проблематика	Серьезные разногласия по объемам потребления, длительное согласование данных, высокие транзакционные издержки и значительная дебиторская задолженность между сетевыми и сбытовыми компаниями
Локация	Калининградская область
Решение	Доверенная информационная среда на базе технологии блокчейн и смарт-контрактов, автоматическое снятие показаний приборов учета, алгоритмы расчета, расщепления, арбитража между поставщиками и потребителями ресурсов
Эффект	100% достоверность данных и точность расчетов на их базе, снижение на 20% OPEX на учет, расчеты и работу с разногласиями, снижение на 10–35% дебиторской задолженности между сетевыми и сбытовыми компаниями, возможность наращивания дополнительных сервисов для потребителей (зеленые тарифы и пр.). Функциональные возможности: – Ведение реестра договоров ЭС и клиентов – Запись данных договоров, показаний ПУ, объемов, платежей в распределенном реестре – Автоматическое решение выявленных разногласий между данными (Сбыт, Сети) – Расщепление платежей от клиентов между бенефициарами (Сбыт, Сети) – Прогноз потребления электроэнергии и мощности – Возможность введения «зеленого» тарифа

Умный район города

Компания	ООО «Сберэнергодевелопмент»
Проблематика	Создание нового района города с высокими требованиями по надежности, качеству и эффективности снабжения электроэнергией, теплом и холодом
Локация	г. Москва
Решение	Создание энергетического сообщества масштаба района города с распределенными источниками электрической энергии (в т.ч. на основе ВИЭ) и тепла (в т.ч. тепловые насосы), распределенными источниками энергетической гибкости (накопители энергии, управляемая нагрузка) с общей системой интеллектуального управления

Эффекты	Сокращение капитальных и операционных затрат (на 20–30%) относительно уровня затрат старого (традиционного) решения
----------------	---

Система управления электроразрядными станциями

Компания	ООО «Ондер Лаб»
Проблематика	Задача максимизации загрузки территориально распределенных электрозаправочных станций (ЭЗС) для обеспечения возврата инвестиций и повышения доходности в условиях высоких темпов развития инфраструктуры ЭЗС
Локация	Республика Татарстан, Приморский край
Решение	– Создание удобной системы управления для владельцев ЭЗС, которое позволяет подключать станции и управлять ими (включать, выключать, настраивать и собирать диагностическую информацию), вести профили пользователей, управлять платежами (в том числе через тарифную политику и использование абонементов и промокодов), а также вести аналитику; – Предоставление пользовательского приложения для автомобилистов, которое позволит найти ближайшую станцию, просмотреть состояние электростанции, доступный тип коннекторов, оплатить зарядку через телефон и контролировать процесс зарядки в режиме реального времени
Эффекты	Повышение загрузки территориально распределенной ЭЗС за счет увеличения числа пользователей ЭЗС и оптимального распределения их по разным станциям. Повышение удобства для пользователей за счет развития маркетплейса услуг для автомобилистов на базе пользовательского приложения, внедрения зеленого тарифа для электромобилистов и пр. Возможности: – Пользовательское мобильное приложение оплаты и активации зарядной сессии – Удаленное управление каждой зарядной станцией – Монетизация услуг зарядных сессий – Личный кабинет администратора зарядной станции – Индивидуальная установка тарификации зарядных сессий – Мониторинг потребления электроэнергии на каждой зарядной станции – Формирование отчетных и аналитических документов

Новые и мобильные источники энергии

Водородный полигон для развития электрической мобильности

Компания	ИЦ «Арктическая автономная энергетика» МФТИ
Проблематика	Экономически обоснованный переход к водородным технологиям в транспорте и других областях применения электрической мобильности
Локация	Сахалинская область
Решение	Создание водородного полигона для реализации пилотных проектов, направленных на апробацию и экономическую оценку использования водородных технологий на городском и железнодорожном транспорте, специальной городской технике, мобильных средств энергоснабжения в чрезвычайных ситуациях. Разработаны и формируются четыре комплекта оборудования для испытания в натурных условиях: – Автономное энергообеспечение вышки телекоммуникационной связи с использованием водорода. Место размещения - поселок Огоньки – Мобильный лагерь МЧС с автономным водородным энергоснабжением. Место размещения - Курильские острова; – Водородная заправочная станция для заправки большегрузных автомобилей коммунального хозяйства. Место размещения – Южно-Сахалинск; – Водородная автономная энергосистема на основе водорода и возобновляемых источников энергии. Место размещения - поселок Новиково.
Эффекты	Обеспечение приемлемой стоимости решений для перехода к электрической мобильности с использованием водородных технологий.

Водородная заправочная станция

Компания	ООО «Поликом»
Проблематика	Отсутствие на рынке водородных заправочных станций российского производства
Локация	г. Набережные Челны
Решение	Автономная водородная заправочная станция российской разработки и сборки. Водородная заправочная станция 350 бар на основе генератора водорода «Поликом А10». Включает три модуля: производства, компримирования и заправки ТС, хранения водорода. Может быть установлена на любой ровной площадке подходящего размера, требует только подвода электричества и воды. Может заправлять любой водородный транспорт, оборудованный стандартным разъемом для заправочного пистолета.
Эффекты	Первая в России заправочная станция для водородного транспорта с собственным производством водорода.

ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ИНОСТРАННЫХ ПОСТАВЩИКОВ И КОМПЛЕКТУЮЩИХ

Как и многие сферы российской экономики, рынок НТИ Энерджинет сохраняет существенную зависимость от импорта иностранного технологического оборудования и компонент. Подробный перечень критически значимого оборудования и компонент, зависимость от импорта которых важно для компаний рынка НТИ Энерджинет, представлен в Таблице 6. Наиболее остро ощущается зависимость от импорта силовой и слаботочной компонентной базы, преобразовательных устройств, чипов и контроллеров, а также станочной базы – прецизионных многокоординатных станков и специализированных 3D-принтеров. Кроме того, сохраняется значимая, особенно в сферах электрохимических технологий и водородной энергетики, зависимость от импорта новых функциональных материалов. Наконец, необходимо особо отметить зависимость от импорта ветроэнергетических установок сравнительно малой мощности, необходимых в системах локальной энергетики.

Таблица 6. Импортозависимость компаний рынка НТИ Энерджинет

Тип оборудования и комплектующих	Импортируемое оборудование и комплектующие	Возможность покупки на рынках дружественных стран	Российский научно-производственный задел
Электротехническое и силовое преобразовательное оборудование	Высоковольтные делители	Средняя	Средний
	Полимерные изоляционные материалы	Высокая	Низкий
	Встраиваемые кабели T1, T2, GB/T	Высокая	Высокий
	Контроллеры для домашних станций	Высокая	Низкий
	Розетки T2 с электромеханическими замками	Высокая	Высокий
	Устройства защитного отключения (УЗО) на высокие токи	Высокая	Средний
	Держатели для кабелей T1, T2, GB/T	Высокая	Высокий
	DC/AC преобразователи для общепромышленных сетей 400 В	Высокая	Низкий
	Преобразователи AC/DC	Высокая	Средний
	Предохранители DC	Средняя	Средний
	Контакты DC	Средняя	Средний
Электронная компонентная база	Активные электронные компоненты (микросхемы, микросборки)	Высокая	Низкий
	IGBT транзисторы	Низкая	Низкий
	MOSFET транзисторы	Низкая	Низкий
	Быстродействующие предохранители	Средняя	Низкий
	Контроллеры	Высокая	Средний
	Процессоры с высокой производительностью	Средняя	Низкий
	Аналогово-цифровые преобразователи (АЦП)	Высокая	Средний

	Цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП)	Высокая	Средний
	Программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС)	Средняя	Низкий
	Конденсаторы	Высокая	Низкий
	Силовые транзисторные модули 17-го класса	Средняя	Низкий
Производство энергетического машиностроения (включая ВИЭ)	Ветроэнергетические установки мощностью менее 1 МВт	Низкая	Средний
Производственное и станочное оборудование, аддитивные технологии	Оборудование для поверхностного монтажа	Средняя	Низкий
	Многоосевые обрабатывающие центры	Средняя	Низкий
	Прецизионные обрабатывающие станки	Низкая	Низкий
	Подшипники	Высокая	Средний
	3D-принтеры для металла	Высокая	Низкий
Системы накопления электрической энергии	Аккумуляторные ячейки	Высокая	Средний
	Катодные материалы	Средняя	Низкий
	Анодные материалы	Высокая	Средний
	Электролиты	Средняя	Средний
Компоненты водородной энергетики	Полимерные связующие	Высокая	Низкий
	Мембранно-электродные блоки	Средняя	Высокий
	Катализаторы	Средняя	Высокий
	Ионообменные мембранные материалы	Низкая	Низкий
	Биполярные и концевые пластины	Средняя	Средний
	Газодиффузионные слои	Средняя	Низкий
	Стеклогерметики	Высокая	Низкий
Программное обеспечение	Полимерные изоляционные материалы	Высокая	Низкий
	САПР для проектирования печатных плат	Высокая	Средний
	САПР для расчетов электромагнитных систем	Высокая	Низкий
	Специализированное ПО в сфере солнечной и ветровой энергетики	Высокая	Средний
	Системы анализа механических задач методом конечных элементов (типа ANSYS)	Средняя	Средний
	Среды разработки приложений и интерфейсов	Высокая	Средний

ГЛОССАРИЙ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ НА ОСНОВЕ ПНСТ-912-2024

Умная энергетика	Множество энергетических систем, энергообъединений, энергоузлов, систем энергоснабжения, как технологически связанных, так и изолированных, в которых управление процессами производства, передачи, преобразования, аккумулирования, распределения и потребления энергии осуществляется на базе технологий обработки и интерпретации информации, самостоятельной адаптации к изменениям и улучшения результатов своей работы для достижения максимальной эффективности как для отдельных участников, так и для энергетики как отрасли в целом с обеспечением требуемого уровня стабильности, надежности и безопасности энергоснабжения
Распределенная энергетика	Раздел энергетики, связанный с производством, передачей, преобразованием, аккумулированием, распределением и потреблением энергии при помощи энергоустановок, как присоединенных к распределительным сетям, так и работающих в технологически изолированном режиме
Умная распределенная энергетика	Множество энергетических систем, энергообъединений, энергоузлов, систем энергоснабжения, как технологически связанных, так и изолированных, в которых управление процессами производства, передачи, преобразования, аккумулирования, распределения и потребления энергии осуществляется при помощи энергоустановок, присоединенных к распределительным сетям, сетям потребителей, управление которыми осуществляется на базе технологий обработки и интерпретации информации, самостоятельной адаптации к изменениям и улучшения результатов своей работы для достижения максимальной эффективности как для отдельных участников, так и для энергетики как отрасли в целом с обеспечением требуемого уровня стабильности, надежности и безопасности энергоснабжения
Распределенные источники энергии	Источники энергии, включая накопители энергии, присоединенные к распределительной сети или используемые потребителями электрической энергии
Микроэнергосистема (микрогрид)	Имеющая фиксированные границы совокупность объектов распределенной энергетики, соединенных между собой в процессе производства, передачи, преобразования, аккумулирования, распределения и потребления энергии, технологические режимы которого являются связанными, управляемыми и скоординированными как в параллельном режиме работы с электроэнергетической системой, так и в изолированном
Изолированная микроэнергосистема (изолированный микрогрид)	Микроэнергосистема, не имеющая технологических связей для параллельной работы с другими энергосистемами
Промышленная [коммерческая] микроэнергосистема (промышленный микрогрид; коммерческий микрогрид)	Микроэнергосистема, обеспечивающая электроснабжение промышленных предприятий [коммерческой недвижимости].
Энергетическая гибкость	Техническая способность энергосистемы или микроэнергосистемы управляемым образом осуществлять изменение баланса мощности и/или баланса электрической энергии
Объекты распределенной энергетики	Распределенные источники энергии, распределенные источники энергетической гибкости, электроустановки потребителей-производителей электрической энергии и активных потребителей электрической энергии

Цифровой двойник	Программно-аппаратный комплекс, реализующий комплексную динамическую модель, описывающую поведение объекта в широком классе условий, включающих условия, отличные от тех условий, в которых осуществлялся сбор данных о нем
Приведенная стоимость накопления электрической энергии на жизненном цикле; LCOS	Характеристика системы накопления электрической энергии, выраженная как стоимость накопления электрической энергии с учетом капитальных и операционных затрат на жизненном цикле, отнесенная к ожидаемой величине накопления электрической энергии за срок жизненного цикла системы накопления электрической энергии
Приведенная стоимость электрической энергии на жизненном цикле; LCOE	Характеристика источника энергии, генератора или энергосистемы, выраженная как стоимость производства электрической энергии с учетом капитальных и операционных затрат на жизненном цикле, отнесенная к ожидаемой величине выработки электрической энергии за срок жизненного цикла

Приложение 1. Матрица технологического суверенитета в сфере энергетики

