

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ SMART GRID НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Амурова Наталья Юрьевна

Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада

аль-Хорезми, Ташкент, Узбекистан

amuryonok@list.ru

Аннотация: В данной статье анализируется экологическое воздействие внедрения концепции Smart Grid в контексте глобальной стратегии декарбонизации и перехода к устойчивым энергетическим моделям. Реализация технологий интеллектуальных энергосетей способствует существенному снижению выбросов парниковых газов, повышению общей энергоэффективности и интеграции возобновляемых энергетических ресурсов, что ведет к оптимизации операционных процессов в электроэнергетическом секторе. Использование данных инновационных решений обеспечивает снижение энергетических издержек для промышленных потребителей, повышение надежности и качества электроснабжения, а также способствует созданию новых рабочих мест за счет развития высокотехнологичной инфраструктуры и цифровизации энергетического комплекса.

Ключевые слова: Smart Grid, экологический эффект, углеродные эмиссии, энергоэффективность, возобновляемые энергетические источники, операционные издержки, энергетическая инфраструктура, интеграция энергетических систем.

Введение

В условиях глобальных инициатив по снижению уровня загрязнения окружающей среды и роста выбросов парниковых газов, государства во всем мире активно внедряют экологически устойчивые технологии. По данным Национальной лаборатории возобновляемой энергии США (NREL),

промышленные и энергетические компании сталкиваются со значительными вызовами, связанными с адаптацией к изменяющимся экологическим условиям и ужесточающимся регуляторным требованиям. Прогнозы указывают на возможное увеличение углеродных выбросов в США с 1,7 млрд тонн в 2025 году до 2,3 млрд тонн к 2030 году. Однако, согласно исследованиям NREL, реализация комплексных программ повышения энергоэффективности, а также широкомасштабная интеграция возобновляемых источников энергии способны не только замедлить этот рост, но и обеспечить снижение выбросов углерода до уровня менее 1 млрд тонн к 2030 году, что способствует формированию более устойчивой и экологически ориентированной энергетической системы.

Основная часть

Экологические эффекты от внедрения технологий Smart Grid:

1. Уменьшение выбросов углерода - технологии Smart Grid способствуют значительному снижению выбросов углерода. Основные механизмы достижения этого эффекта включают:

- **управление спросом и нагрузкой**, оптимизация использования электроэнергии и минимизация потребления дорогостоящей пиковой электроэнергии, которая вырабатывается менее эффективными энергоблоками;

- **повышение энергоэффективности**, реализация образовательных программ и адаптивных тарифных систем способствует более рациональному использованию энергии потребителями;

- **снижение изменчивости возобновляемых источников энергии**, интеграция и оптимизация источников энергии, таких как ветер и солнце, снижают колебания в их производительности;

- **интеграция электромобилей и распределенных источников энергии**, включение электромобилей и распределенных источников энергии в энергосистему способствует более равномерному распределению энергии и снижению зависимости от углеродоемких источников.

Согласно отчету Международного энергетического агентства (IEA), применение технологий Smart Grid может сократить выбросы углерода в среднем на 10-20% в долгосрочной перспективе благодаря улучшению управления потреблением энергии, более эффективному использованию возобновляемых источников и снижению потерь электроэнергии.

2. Снижение операционных и эксплуатационных затрат в энергетическом секторе. Основные направления экономии включают:

- **снижение частоты выездов на аварии и диагностику,** автоматизированные системы позволяют оперативно устранять неисправности и минимизировать расходы на аварийные вызовы и диагностику;

- **переход к обслуживанию по состоянию,** использование технологий мониторинга в реальном времени позволяет проводить техническое обслуживание на основе фактического состояния оборудования, что снижает затраты по сравнению с плановым обслуживанием;

- **снижение риска перегрузки оборудования,** оперативная информация о состоянии сетевых активов помогает предотвратить перегрузки и потенциальные поломки оборудования, особенно важных элементов, таких как трансформаторы. Использование умных датчиков может снизить затраты на обслуживание трансформаторов на 25-30%;

- **оптимизация распределения электроэнергии,** технологии Smart Grid могут сократить потери электроэнергии более чем на 30% за счет улучшения производительности электростанций и управления балансом энергосистемы.

3. Снижение затрат промышленных потребителей, коммерческие и промышленные потребители также выигрывают от внедрения технологий Smart Grid. Примеры экономии включают:

- **эффективность электродвигателей,** высокоэффективные двигатели и приводы с регулированием скорости вращения могут значительно сократить потребление электроэнергии. Использование таких двигателей может

сэкономить до 85 миллиардов кВтч в год;

- **автоматизация ответных реакций на ценовые сигналы**, приводы могут автоматически регулировать потребление энергии в ответ на ценовые сигналы, что снижает затраты на электроэнергию и оказывает положительное влияние на общественные выгоды.

4. Повышение качества обслуживания бизнес-клиентов, технологии Smart Grid способствуют улучшению качества обслуживания бизнес-клиентов за счет:

- **автоматический мониторинг и техническое обслуживание**, возможность автоматического мониторинга и активного технического обслуживания оборудования потребителей помогает достигать целей энергосбережения и сокращения выбросов углерода;

- **прозрачность данных и рекомендации**, двусторонняя коммуникация и усовершенствованные системы измерения позволяют энергетическим компаниям предоставлять рекомендации по оптимизации энергопотребления. По оценкам EPRI, это может привести к ежегодной экономии энергии в диапазоне от 2,2 до 8,8 миллиардов кВтч.

5. Влияние на рабочие места и экономическое развитие:

- **создание новых рабочих мест**, разработка, внедрение и обслуживание технологий Smart Grid создают новые рабочие места в таких областях, как инженерия, IT, аналитика данных и обслуживание энергетических систем. Это также стимулирует развитие новых стартапов и инновационных компаний;

- **экономическое развитие**, внедрение умных сетей способствует росту экономики за счет повышения эффективности и конкурентоспособности энергетического сектора. Оптимизация расходов на энергию и снижение потерь способствуют более стабильным ценам на электроэнергию и повышению экономической привлекательности для инвесторов.

Таблица 1.

Цепочка создания ценностей системы Smart Grid

Цепочка	Бизнес-эффект	Получатель	Получаемая	Выгоды
---------	---------------	------------	------------	--------

создания ценности		ценности	ценность	
Конечное потребление - все действия, предпринима емые потребителя ми, или место клиента	Полное удовлетворение требований каждого из отдельно взятых потребителей	Потребители электрическ ой энергии	1. Информация по индивидуаль ному спросу и потреблению. 2. Возможность повышения пропускной способности участков сети	1. Возможность оптимизации управления энергетикой. 2. Повышение доступности сети распределенного генерирующего оборудования
Диспетчерск ое управление в режиме реального времени	1. Совершенство вание традиционных систем измерений. 2. Повышение устойчивости системы (способность принять удар и продолжать работу)	Диспетчеры	1. Управление потерями - определение места сбоя, диагностичес кая информация по требованию. 2. Информаци я о состоянии оборудования , включая сведения о ремонтах в режиме реального времени. 3. Балансиров ка загрузки	1. Оптимизированная система административного управления (OMS) (DA, работающий с GIS, GPS, мобильными сообщениями). 2. Диспетчеры уделяют внимание только значительным отклонениям в работе самовосстанавливаю щейся сети и тратят меньше времени на устранение проблем

Эксплуатация активов - ежедневные работы по обеспечению надежности работы сети	1. Снижение издержек жизненного цикла актива. 2. Получение максимальной ценности от имеющихся сетей и генерации	Менеджеры по управлению активами, операционный и ремонтный персонал	1. Устойчивая и достоверная информация о состоянии активов. 2. Сведения в режиме реального времени об окончании устранения неисправностей и плановых работ	1. Фокус больше на анализе данных, нежели на их сборе. 2. Возможность утверждать эффективность программ управления активами. 3. Снижение уровня технологического риска
Создание активов - реконструкция и новое строительство о активов	Управление рабочей силой с акцентом на безопасность работников и потребителей	Трудовые ресурсы (внутренние и подрядчики)	Статус используемой конфигурации и в режиме реального времени	1. Выше конструкторская эффективность за счет более простого дизайна. 2. Введение гарантий безопасности работы
Проектирование развития активов - определение местоположения, условий и требований к замене или новому строительству у активов Smart Grid	1. Достижение доступности услуг и целей доставки. 2. Снижение издержек обслуживания и снабжения. 3. Эффективность и экологичность	Проектировщики услуг, подстанций и систем распределения электроэнергии	1. Проектирование на основе данных IP-протоколов, чертежи на рабочем месте. 2. Виртуальное обсуждение замыслов, проектирование	1. Переход к plug & play. 2. Снижение потребности в рабочей силе

			ие в реальных условиях	
Производство, передача, распределение и хранение электроэнергии, купленной у распределенной генерации (distributed generation)	1. Снижение ограничений в выработке электроэнергии. 2. Доходность и для внешних поставщиков	Внутренние и внешние поставщики распределенной генерации	1. Инфраструктура для присоединения внутренних поставок к сети энергоснабжающих компаний	1. Возможность легко подключиться к сети доступным распределенным источникам энергии. 2. Простота и экономичность поставок электроэнергии
Стратегическое планирование и развитие - долгосрочный обзор нужд потребителя и системы для принятия инвестиционных решений	1. Доступность и надежность за счет оптимизации инвестиций. 2. Достижение ожиданий акционеров относительно уровня доходности	Инвесторы, топ-менеджмент	Информация о работе системы: необходимая в определенных моменты и точечная (пообъектная)	1. Смещение акцента усилий со сбора данных на их анализ. 2. Возможность введения инновационного системного моделирования, проведение исследования снижения потерь. 3. Оптимизация управления активами

Эта таблица иллюстрирует, как внедрение концепции Smart Grid приносит конкретные преимущества на различных уровнях цепочки создания ценности, обеспечивая как оперативные, так и стратегические выгоды для различных участников процесса.

В целом эффекты и выгоды для бизнеса, полученные благодаря

внедрению концепции Smart Grid, могут принимать различные формы:

- более безопасный процесс производства продукции за счет повышения надежности электроснабжения;
- повышение степени удовлетворенности потребителей;
- рост объемов продаж вследствие повышения уровня обслуживания потребителей;
- снижение производственных затрат вследствие сокращения простоев из-за сбоев работы энергетической системы;
- снижение уровня использования невозобновляемых источников энергии;
- создание новых рабочих мест и потенциальный рост ВВП;
- возможность модернизировать энергетическую систему на основе интеграции энергетических активов в сфере генерации, передачи и распределения и аккумулирования электроэнергии.

Исследования, проведенные за рубежом, показывают, что многогранность эффектов от реализации концепции Smart Grid для всех заинтересованных сторон достигает максимума только в случае совокупной реализации всех свойств, методологии и элементов нового технологического базиса, отдельные компоненты, технологии и устройства рассматриваются как комплекс (система) взаимодействующих элементов, обеспечивающих требуемые функциональные свойства, выбор состава и уровня которых, в свою очередь, определяется пользователем.

Заключение

Реализация концепции Smart Grid представляет собой важный шаг к созданию устойчивой и эффективной энергетической системы, способствующей значительному снижению экологического воздействия и углеродных эмиссий. Внедрение технологий Smart Grid способствует оптимизации управления энергопотреблением, интеграции возобновляемых источников энергии, улучшению энергоэффективности и снижению эксплуатационных затрат, что приносит значительные экологические и

экономические выгоды. Важным аспектом является также повышение качества обслуживания потребителей, создание новых рабочих мест и стимулирование экономического роста. Применение этих технологий не только способствует достижению экологической устойчивости, но и повышает надежность и безопасность энергетических систем, обеспечивая долгосрочную устойчивость и развитие энергетической инфраструктуры. В целом, комплексное внедрение технологий Smart Grid предоставляет множество преимуществ, охватывающих как операционные, так и стратегические цели для всех участников энергетической цепочки

Литература

1. Modelling and research of harmonic components of current and voltage in electric nets / Ye. Borisova, N. Amurova, F. Kodirov, S. Abdullayeva // *Universum: технические науки*. – 2022. – No. 2-7(95). – P. 63-67. – DOI 10.32743/UniTech.2022.95.2.13134. – EDN ASWAXJ.

2. Амурова Н. Ю. МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ НА БАЗЕ SMART GRID //ББК 22.3 А 43. – 2019. – С. 17.

3. Амурова, Н. Ю. Тенденции оценки энергоснабжения в Узбекистане с применением ВИЭ на основе концепции Smart Grid / Н. Ю. Амурова // *Высшая школа*. – 2017. – № 4. – С. 90-91. – EDN XYEКТТ.

4. Амурова Наталья Юрьевна. (2024). ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF SOLAR PANELS IN URBANIZED AREAS: AN ANALYSIS OF BENEFITS AND CHALLENGES. *Web of Discoveries: Journal of Analysis and Inventions*, 2(3), 115–120. Retrieved from <https://webofjournals.com/index.php/3/article/view/1043>

5. Yurievna A. N. A MODEL FOR THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE OF SPECIALISTS IN ENERGY AND POWER SUPPLY IN THE FIELD OF INFORMATION TECHNOLOGY BASED ON DESIGN AND CREATIVE TRAINING //International Journal of Education, Social Science & Humanities. FARS Publishers. – 2023. – T. 11. – №. 3. – С. 71-77.