

УДК 621. 311 (476)

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ УМНЫХ СЕТЕЙ В ЭНЕРГОСИСТЕМУ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

П.И. Морозова, 2 курс

Научный руководитель – **О.В. Володько, к.э.н., доцент**

Полесский государственный университет

В настоящее время особую важность имеет внедрение умных энергосистем, поскольку мир стал все более зависимым от энергии, и с ростом населения и экономического развития спрос на энергию продолжает возрастать.

Традиционные энергетические системы ранее справляющиеся с этой ситуацией сталкиваются с рядом проблем, таких как ограниченные ресурсы, растущие затраты на производство и распределение энергии, а также негативное воздействие на окружающую среду. Становится все труднее управлять большим количеством участников сети и поддерживать баланс в энергосистеме. Это требует оценки и анализа потока данных [1].

Подсчеты, проведенные Национальной лабораторией возобновляемых источников (США), показали, что внедрение умных энергосетей снижает энергопотребление на 10-15% и снижает спрос на пиковую нагрузку до 66% [2, с.139].

Умные энергосистемы представляют собой автоматизированный программный комплекс, который позволяет на основе информации, полученной от всех объектов системы и промежуточных элементов сетей, правильно распределять всю имеющуюся энергию между потребителями, обеспечив при этом стабильность энергосистем с точки зрения оценки [2, с.132].

Отметим преимущества внедрения умных энергосистем:

- возможность быстрой передачи электроэнергии в районы, испытывающие дефицит мощностей для покрытия нагрузок, или в случае аварийного отключения;
- гибкое ценообразование в энергетической отрасли, возможность продавать излишки электроэнергии в сеть, наличие экономических стимулов внедрения подобных систем для энергокомпаний;
- появление новых рабочих мест, связанных с разработкой и внедрением умных энергосетей;
- повышение энергобезопасности в мире;
- изменение системы образования в энергетической отрасли: появление новых специальностей, подготовка кадрового резерва энергетической отрасли;

– сотрудничество всех стран мира с учетом экологических требований [2, с. 138].

По состоянию на апрель 2023 года уровень цифровизации энергетического комплекса Беларуси превышает 60 %. Примерами точечного внедрения отдельных технологий умных сетей в Беларуси являются проекты интеллектуального управления уличным освещением, оснащение многоквартирных домов smart-счетчиками, международный проект «Открытые сервисы по энергообеспечению для интеллектуальных сетей» [3]. Всего в стране 1,4 тыс. подстанций с элементами цифровизации, шесть – полностью цифровых. Пилотные проекты по внедрению технологии Smart Grid реализованы в Борисовском, Бобруйском, Лиознинском, Пинском районах электрических сетей [4]. В Республике Беларусь коэффициент потерь электроэнергии в сетях ГПО «Белэнерго» составил 7,84% (по итогам 2024 г.), что указывает на сохраняющиеся высокие уровни в распределительных сетях, несмотря на модернизацию. Годовые потери достигают 10% или 3,8 млрд кВт·ч (эквивалент 380 млн долл. США) при потреблении 43 млрд кВт·ч в 2025 г. Данный процент потерь обусловлен в первую очередь авариями на подстанциях и обрывами линий электропередач, поэтому актуальным вопросом для энергосистемы является создание цифровых подстанций (ЦПС).

Капитальные затраты на модернизацию отдельных элементов электросетевой инфраструктуры, включая реконструкцию линий электропередачи, в 2021–2025 годах оцениваются в объеме порядка 1,5 млрд бел. руб., а в рамках интеграции БелАЭС в энергосистему реконструировано более 1,7 тыс. км линий электропередач, что усиливает финансовую нагрузку и кадровый дефицит. Санкции и физический износ инфраструктуры ограничивают темпы и масштабы цифровизации, в результате чего в 2021–2025 годах реализуется ограниченное число крупных проектов по автоматизации и внедрению элементов Smart Grid, включая цифровые подстанции, что замедляет переход к полноценным умным энергосистемам на предприятиях республики.

Рассмотрим подробнее проблемы внедрения умных сетей в энергосистему Республики Беларусь (таблица).

Таблица – Проблемы внедрения умных сетей в энергосистему Республики Беларусь

Проблемы	Характеристика
Экономические барьеры	вызваны необходимостью больших инвестиций на начальных этапах, включая модернизацию оборудования, обучение персонала и интеграцию ПО для обеспечения надежности. Интеллектуальные сети снижают потери энергии, повышают эффективность управления, улучшают устойчивость системы и интегрируют ВИЭ, но имеют длительный срок окупаемости, что отпугивает инвесторов из-за высокой неопределенности эффекта.
Технические проблемы	обусловлены тем, что имеющиеся электрические сети требуют усовершенствования для интеграции новых интеллектуальных электрических сетей, так как существующая энергосистема Республики Беларусь в большей степени построена на классических, централизованных принципах управления. При внедрении интеллектуальных электрических сетей (Smart Grids) необходимо объединение с разного типа системами учета, управления и передачи данных, что усугубляется разнородностью оборудования и стандартов. Отсюда появляются риски несовместимости новых и старых устройств.
Безопасность и конфиденциальность данных	усугубляются тем, что интеллектуальные сети используют развитые цифровые платформы и постоянную связь для управления энергосистемой в настоящее время. Это значительно повышает эффективность, но одновременно создаёт новые особенности. Большие данные в интеллектуальных сетях содержат критическую информацию об энергопотреблении и состоянии сети, которая требует защиты от постороннего доступа. Из-за киберугроз это становится важной задачей для систем управления. Кибербезопасность в интеллектуальных сетях, требует особого подхода и постоянного совершенствования технологий защиты. Это необходимая задача в связи с растущей цифровизацией энергетики.
Недостаточная нормативно-правовая база и стандартизация	зависит от необходимости появления большого количества новых законов и нормативно-правовых актов из-за появления больших данных и искусственного интеллекта. Для интеллектуальных сетей необходимы четкие, разработанные стандарты по оборудованию, безопасности, совместимости и информационной безопасности. Их недостаток приводит к неоднородности решений, рискам несовместимости и затруднениям в интеграции. Интеллектуальные сети собирают большой объем данных о потреблении, что требует особого точного регулирования в области их конфиденциальности и защиты данных.

Примечание – Источник: собственная разработка на основе [5]

В настоящее время развитие умных энергосистем в Республике Беларусь находится в начале своего развития, поэтому сейчас обсуждают перспективы улучшения и практические составляющие, которые влияют на успех внедрения технологии [3]. Государственная политика в области энергетики сосредоточена на повышении энергоэффективности, снижении нагрузки на энергосети и увеличении доли возобновляемых источников энергии. В этом контексте умные сети играют ключевую роль.

В соответствии со стратегией развития энергетики Беларуси до 2035 года, умные сети являются одним из самых приоритетных направлений развития энергетической системы.

Стратегия выделяет необходимость модернизации энергетической инфраструктуры и внедрения передовых технологий для повышения энергоэффективности и надежности энергоснабжения. Особый акцент будет сделан на внедрении активно-адаптивных интеллектуальных умных сетей, в том числе высокоинтегрированных интеллектуальных системообразующих и распределительных электрических сетей, цифровых подстанций, автоматизированных систем управления технологическими процессами тепловых сетей, цифровых подстанций и автоматизированных систем контроля и учета тепловой и электрической энергии [6].

На основе вышеизложенного можно сделать вывод:

- инновационная направленность концепции умных энергосетей и ее реализация дает толчок перехода к новому технологическому укладу в электроэнергетике и экономике в целом;
- переход к цифровой энергетике должен сопровождаться существенным снижением темпов ввода как новых электростанций, так и связанной с ними сетевой инфраструктуры, вследствие чего снижение капиталовложений является наиболее значимым системным экономическим эффектом.

Список использованных источников

1. Умные сети в Беларуси: устойчивое энергетическое будущее / В.В. Гончарук, А.А. Петрович, Ю.В. Суходолов // Белорусский национальный технический университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/164109/385-388.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2026.
2. Головенчик, Г.Г. Цифровая экономика: учебное пособие / Г.Г. Головенчик. – Минск: Вышэйшая школа, 2022. – 312 с.
3. Использование технологии Smart Grid в контексте цифровизации электроэнергетики Республики Беларусь / Т.Ф. Манцера, Д.А. Лапченко, Е.П. Корсак // Белорусский государственный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/250671/1/106-111.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2026.
4. Использование технологии Smart Grid в контексте цифровизации электроэнергетики Республики Беларусь / Т.Ф. Манцера, Д.А. Лапченко, Е.П. Корсак // Белорусский государственный университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/250671/1/106-111.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2026.
5. Концепция, модель, примеры систем интернета вещей для эффективного электроснабжения / В.А. Вишняков, М.Ю. Максак // Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://elib.bsu.by/bitstream/123456789/250671/1/106-111.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2026.
6. Проблемы внедрения интеллектуальных сетей в энергосистему Республики Беларусь / К.А. Тарасевич, С.В. Сизиков // Белорусский национальный технический университет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/164109/385-388.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2026.
7. Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь до 2035 года [Электронный ресурс]: Протокол заседания Президиума Совета Министров Республики Беларусь от 4 февраля 2020 г. № 3 // Научно-исследовательский экономический институт Министерства экономики Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://economy.gov.by/uploads/files/ObsugdaemNPA/NSUR-2035-1.pdf>. – Дата доступа: 28.03.2026.