

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ SMART GRID И ПОТЕНЦИАЛА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СЕТЕЙ В КАЗАХСТАНЕ

СЕМЕНИХИН В.В. , ШИЛЬМАГАМБЕТОВА Ж.Ж. , ДОГАРЬ В.А. 

**Семенихин Виктор Васильевич** - Кандидат педагогических наук, доцент, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан.

E-mail: [semenikhinvitia@mail.ru](mailto:semenikhinvitia@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5377-5641>

**Шильмагамбетова Жадра Жангожаевна** - Кандидат педагогических наук, доцент, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан.

E-mail: [zhadra\\_69@mail.ru](mailto:zhadra_69@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-8780-7160>

\***Догарь Виолетта Андреевна** - Магистрант, Актюбинский региональный университет имени К. Жубанова, г. Ақтөбе, Қазақстан

E-mail: [dogar0333@mail.ru](mailto:dogar0333@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9162-4955>

**Аннотация.** Интеллектуальные сети представляют собой преобразующий сдвиг в управлении и эксплуатации электрических сетей, обусловленный необходимостью повышения эффективности, интеграции возобновляемых источников энергии и повышения устойчивости сетей. В этом документе представлен обзор технологий интеллектуальных сетей с акцентом на их роль в модернизации энергетических систем и содействии переходу к устойчивой энергетике. В нем освещаются ключевые компоненты интеллектуальных сетей, включая интеллектуальные счетчики, автоматизированные системы управления и технологии прогнозирования спроса, а также обсуждается их влияние на управление энергопотреблением, стабильность электросетей и интеграцию возобновляемых источников энергии. На примере Казахстана в статье рассматриваются усилия страны по внедрению интеллектуальных электросетевых решений, подчеркивается их потенциал для снижения потерь при передаче, улучшения управления пиковыми нагрузками и повышения надежности электроснабжения. Методология исследования объединяет первичные данные опросов энергетических компаний и потребителей, полевых испытаний и имитационного моделирования для оценки эффективности технологий интеллектуальных сетей в энергосистемах Казахстана. Результаты показывают, что интеллектуальные сети обладают значительными преимуществами, включая повышение операционной эффективности, сокращение выбросов углекислого газа и более широкую интеграцию возобновляемых источников энергии, что способствует достижению более широких целей Казахстана в области энергетики и устойчивого развития. В статье делается вывод о том, что, несмотря на сохраняющиеся проблемы, такие как географические различия в инфраструктуре и сложность интеграции нескольких энергетических секторов, интеллектуальные сети обладают потенциалом для модернизации энергетической системы Казахстана и поддержки ее перехода к устойчивому будущему, основанному на цифровых технологиях.

**Ключевые слова:** интеллектуальная сеть, интеграция возобновляемых источников энергии, энергоэффективность, устойчивость сети, управление спросом, интеллектуальные счетчики.

### Введение

Умные сети появились не в одночасье; они стали ответом на необходимость модернизации электросети, сделав ее более эффективной и экологичной [1, 34]. Интеллектуальные сети позволяют коммунальным предприятиям повысить эффективность энергоснабжения за счет использования существующей инфраструктуры и снижения потребности в дополнительных электростанциях и подстанциях. Они способствуют безопасной интеграции возобновляемых источников энергии, интегрируя энергию из распределенных систем генерации и хранения данных клиентов в сеть. Цель этой статьи - дать краткий обзор характеристик, функций и атрибутов Smart Grid и обсудить, как эти технологии повлияли на современные системы электроснабжения. В презентации рассказывается о прогрессе в области интеллектуальных сетей, освещаются политика, пилотные проекты и инициативы разных стран, а также выявляются тенденции, исследовательская деятельность, вызовы и проблематика. Осведомленность общественности об успехах и неудачах Smart Grid поможет снизить сопротивление потенциальным компромиссам [1, 37]. Энергозависимые источники возобновляемой энергии, такие как энергия ветра, солнца и океана, в значительной степени зависят от их доли в системе. Внедрение технологий использования возобновляемых

источников энергии можно разделить на три этапа: этап внедрения, этап крупномасштабной интеграции и этап получения 100% возобновляемой энергии. На начальном этапе возобновляемые источники энергии составляют незначительную часть энергетической инфраструктуры, например, ветряные турбины, которые вырабатывают лишь небольшой процент от общей энергии ветра. Технические последствия использования возобновляемых источников энергии очевидны, учитывая, что система функционирует непрерывно в течение всего года, и лишь незначительные колебания в экономии топлива обусловлены использованием возобновляемых источников энергии. На этапе широкомасштабной интеграции возобновляемые источники энергии составляют существенную часть системы, и включение дополнительных возобновляемых источников приводит к различным реакциям системы, зависящим от таких факторов, как спрос на тепло и потребление электроэнергии. Сложность интеграции ветровой и солнечной энергии возрастает, что требует тщательного внимания к стабилизации энергосистемы [2, 586]. На этапе 100% использования возобновляемых источников энергии энергетическая система полностью или преимущественно опирается на возобновляемые источники. Система определяется тем фактом, что новые инвестиции в возобновляемые источники энергии должны сравниваться не с ядерными или ископаемыми видами топлива, а с другими возобновляемыми технологиями. К ним относятся улучшения в области энергосбережения, эффективности, систем хранения и преобразования энергии, такие как использование ветряных турбин для снижения зависимости от биомассы. Это оказывает комплексное воздействие на систему не только из-за ежечасных колебаний, но и из-за поиска правильного сочетания изменений в технологиях преобразования и хранения данных. Это особенно важно для производства электроэнергии, где поддержание баланса между спросом и предложением имеет решающее значение в любое время. Во многих статьях рассказывается о том, как помочь клиентам в обеспечении стабильности электроснабжения с помощью технических структур и/или денежных стимулов для продажи в зависимости от спроса. Они включают в себя усовершенствование подходящих переговорных устройств, тепловых насосов и электромобилей. Другие статьи посвящены совершенно новым сложным ситуациям, связанным с неопределенностью, рисками и мерами предосторожности. Большая часть преобладающей литературы по интеллектуальным сетям сосредоточена в энергетическом секторе. Однако некоторые исследования указывают на необходимость интеллектуального управления более широким спектром видов крепких напитков, включая энергетические, тепловые, водородные и биотопливные. Кроме того, в многочисленных статьях рассматривается смешение рынков крепких напитков. В этой статье утверждается, что интеллектуальные сети больше не должны рассматриваться изолированно от различных секторов энергоснабжения и что интеграция этих секторов является основным способом поиска эффективных решений в сложных ситуациях, связанных с интеграцией энергоснабжения. Здесь есть принципиальные моменты: во-первых, переход к устойчивому распределению энергии гораздо менее значим, если он больше не координируется с сопоставимыми изменениями в различных элементах системы энергоснабжения. Во-вторых, координация этих усилий приводит к более эффективному внедрению интеллектуальных сетей по сравнению с полным сосредоточением внимания на энергетическом секторе. Методология. Smart Grid в Казахстане - это современная концепция построения интеллектуальных энергетических сетей, направленная на повышение эффективности и надежности энергетических систем страны. Внедрение таких технологий позволяет улучшить управление потоками энергии, снизить потери при передаче и оптимизировать работу всей энергетической системы за счет интеграции современных цифровых решений, таких как датчики, интеллектуальные счетчики и автоматизированные системы управления. В Казахстане развитие интеллектуальных сетей рассматривается как важный шаг на пути модернизации энергетического сектора, что особенно актуально в связи с необходимостью повышения энергоэффективности и устойчивости сетей в условиях растущего спроса на электроэнергию и увеличения нагрузки на инфраструктуру. Одной из ключевых задач является интеграция возобновляемых источников энергии (таких как энергия ветра и солнца)

в общую сеть, что требует гибкого управления и прогнозирования баланса между производством и потреблением электроэнергии.

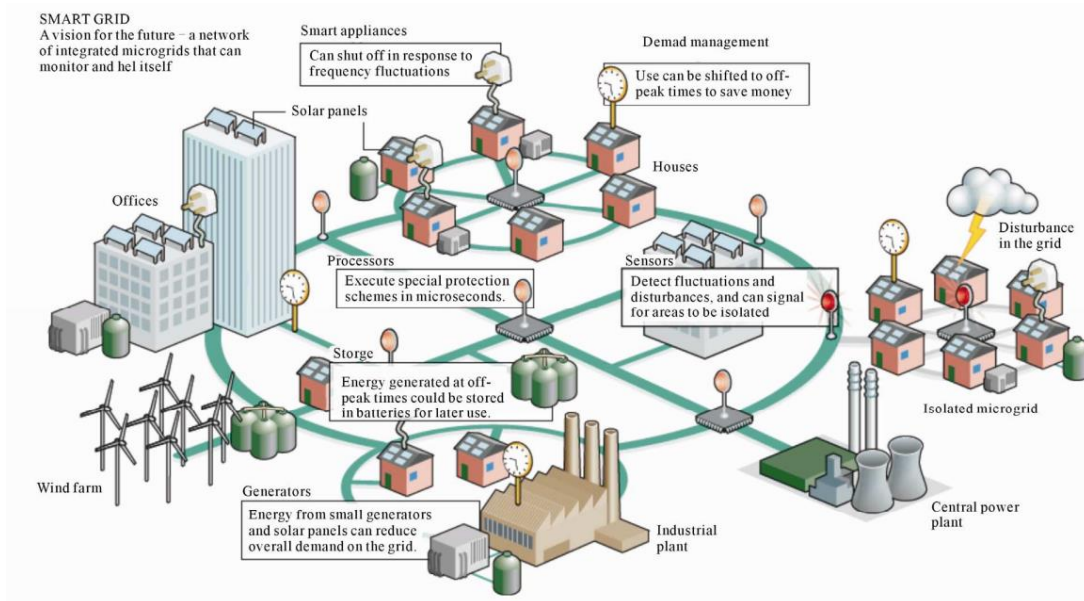


Рисунок 1. Модель настройки сети smart grid.

Основными элементами Smart Grid в Казахстане являются:

1. Интеллектуальные счетчики – устройства, которые измеряют потребление электроэнергии в режиме реального времени и передают данные как потребителю, так и поставщику услуг. Это обеспечивает более точный учет, снижает потери и позволяет пользователям лучше управлять своим энергопотреблением.

2. Автоматизированные системы управления – решения, которые помогают сетевым операторам быстро реагировать на изменения спроса и аварийные ситуации. Это повышает надежность сетей и сокращает время простоя.

3. Удаленный мониторинг и управление – датчики и устройства, которые отслеживают состояние сетей в режиме реального времени, помогая оптимизировать передачу электроэнергии и быстрее решать проблемы.

4. Технологии прогнозирования спроса – системы, которые используют данные о прошлом потреблении и внешние факторы (такие как погодные условия) для прогнозирования пиковых нагрузок и предотвращения перегрузок сети.

Ключевым аспектом внедрения интеллектуальных сетей в Казахстане является поддержка со стороны правительства и различных энергетических компаний, которые инвестируют в модернизацию инфраструктуры [3, 1072]. В последние годы в Казахстане были реализованы пилотные проекты по внедрению интеллектуальных счетчиков и систем управления, которые помогают протестировать технологии в реальных условиях и закладывают основу для широкомасштабного внедрения [4].

Стоит также отметить, что Казахстан стремится к устойчивому развитию энергетики и сокращению своего углеродного следа. Интеграция возобновляемых источников энергии с помощью Smart Grid помогает более эффективно управлять выработкой энергии и сводит к минимуму негативное воздействие на окружающую среду. В частности, гибкость Smart Grid позволяет сети быстро переключаться на возобновляемые источники при избытке энергии от солнечных или ветряных электростанций.

В целом, развитие интеллектуальных сетей в Казахстане открывает перспективы для повышения энергоэффективности, повышения устойчивости энергетической системы и интеграции современных технологий в рамках более широкого стремления страны к

цифровизации экономики.

### **Материалы и методы исследования**

Методология данного исследования направлена на анализ эффективности внедрения технологий интеллектуальных сетей в электроэнергетическом секторе Казахстана с целью оценки их влияния на управление спросом, устойчивость сетей и снижение потерь при передаче электроэнергии. Исследование сосредоточено на городских и промышленных электросетях Казахстана, где проекты по созданию интеллектуальных сетей либо уже начались, либо планируются. Особое внимание уделяется регионам, испытывающим высокие пиковые нагрузки и значительные потери при передаче энергии, что подчеркивает актуальность внедрения интеллектуальных технологий для оптимизации работы электросетей.

В исследовании использовались как первичные, так и вторичные данные. Первичные данные были получены в результате опросов представителей казахстанских энергетических компаний, занимающихся производством, распределением и потреблением электроэнергии, а также конечных потребителей, включая как частных лиц, так и предприятия. Вторичные данные были собраны из публичных отчетов, официальных правительственных данных и научных исследований, посвященных внедрению интеллектуальных сетей в регионе. Также были использованы статистические данные о потреблении энергии и эксплуатационных характеристиках электросетей.

Одним из ключевых методов исследования был экспериментальный подход, который включал полевые испытания технологий интеллектуальных сетей в пилотных зонах Казахстана. В этих зонах были внедрены интеллектуальные счетчики и автоматизированные системы управления энергопотреблением, позволяющие собирать данные для анализа в реальных условиях эксплуатации. Кроме того, были использованы методы моделирования для сравнения производительности сетей до и после внедрения технологий Smart Grid. Моделирование помогло спрогнозировать снижение потерь и повышение устойчивости сети в периоды пиковой нагрузки.

Для анализа собранных данных использовались различные инструменты и технологии. Сенсорные системы и интеллектуальные счетчики использовались для мониторинга потребления энергии в режиме реального времени, предоставляя точные данные о динамике спроса. Эти данные были проанализированы с использованием технологий больших данных, что позволило прогнозировать потребности в энергии и оптимизировать ее распределение. Программное обеспечение, такое как MATLAB и SCADA, использовалось для анализа и моделирования работы энергетических систем, помогая моделировать различные сценарии работы сети с использованием технологий Smart Grid [6].

Для оценки результатов было использовано несколько аналитических методов. Статистический анализ позволил сравнить показатели энергопотребления до и после внедрения технологий Smart Grid, включая снижение потерь, повышение стабильности электросети и снижение пиковых нагрузок. SWOT-анализ помог выявить сильные и слабые стороны, а также возможности и угрозы, связанные с внедрением интеллектуальных сетей в Казахстане [5, 720]. Кроме того, был проведен корреляционный анализ для определения взаимосвязи между внедрением Smart Grid и улучшением ключевых показателей работы сети, таких как надежность и эффективность.

Одним из недостатков данного исследования был ограниченный объем данных от некоторых энергетических компаний, что затрудняло полный охват всех аспектов функционирования энергетических систем Казахстана. Географические ограничения также сыграли свою роль, поскольку не все регионы страны обладают одинаковым уровнем инфраструктуры и технологической зрелости для развертывания интеллектуальных сетей. Кроме того, исследование проводилось в сжатые сроки, что затрудняло анализ долгосрочных последствий внедрения технологий. Однако даже краткосрочные данные дают обоснованное представление о преимуществах интеграции интеллектуальных сетей в энергетическую систему Казахстана.

Таким образом, данное исследование демонстрирует значительный потенциал технологий интеллектуальных сетей для улучшения работы электросетей Казахстана, особенно с точки зрения повышения их устойчивости, снижения потерь энергии и улучшения управления спросом.

Исследование показало, что внедрение интеллектуальных счетчиков, автоматизированных систем управления и технологий обработки больших данных может значительно улучшить работу электросетей Казахстана, особенно в регионах с высокими пиковыми нагрузками. Полевые эксперименты показали реальное снижение потерь и повышение стабильности сети, что подтверждает эффективность Smart Grid в условиях специфической инфраструктуры страны. Моделирование и симуляция сетевых сценариев с использованием новых технологий еще раз подтвердили значительный потенциал таких решений.

#### **Результаты и их обсуждение**

Потенциальные результаты внедрения технологий интеллектуальных сетей в энергетическую систему Казахстана обещают значительные выгоды как для энергетического сектора, так и для экономики страны. Одним из ключевых результатов является улучшение управления энергетической системой, позволяющее оптимизировать процессы генерации, передачи и распределения электроэнергии. Внедрение интеллектуальных счетчиков и систем дистанционного мониторинга повысит точность учета энергопотребления, что приведет к снижению как коммерческих, так и технических потерь при передаче электроэнергии.

Ожидается, что интеллектуальная сеть поможет управлять пиковыми нагрузками, которые особенно актуальны в городских и промышленных центрах Казахстана. Благодаря более точному прогнозированию спроса и автоматизации сетей можно будет снизить риски перегрузок и отключений, тем самым повысив надежность электроснабжения. Кроме того, улучшится качество обслуживания конечных потребителей, поскольку интеллектуальные системы смогут быстрее реагировать на аварийные ситуации и более эффективно восстанавливать электроснабжение.

Другим важным результатом является интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнечные и ветряные электростанции, в общую сеть. Интеллектуальная сеть позволит более гибко управлять этими источниками, эффективно сочетая их переменную выработку с традиционными генераторами и минимизируя выбросы углекислого газа. В долгосрочной перспективе это может способствовать достижению Казахстаном своих целей по сокращению углеродного следа и переходу к более устойчивым формам энергоснабжения.

Ожидается, что с экономической точки зрения эксплуатационные расходы на управление сетями снизятся благодаря автоматизации процессов и уменьшению потребности в ручном вмешательстве. Это также приведет к снижению затрат на техническое обслуживание и ремонт, поскольку системы мониторинга будут заблаговременно выявлять потенциальные проблемы. Потребители также получают выгоду от Smart Grid, получив доступ к данным о собственном потреблении энергии в режиме реального времени, что позволит им более эффективно управлять своим энергопотреблением, что может снизить их счета за электроэнергию.

Таким образом, потенциальные результаты внедрения Smart Grid в Казахстане включают повышение энергоэффективности, снижение потерь, повышение надежности электроснабжения, интеграцию возобновляемых источников энергии и экономические выгоды для всех участников энергетического сектора. Эти достижения не только модернизируют инфраструктуру страны, но и продвигают Казахстан на пути к устойчивому и инновационному энергетическому будущему [7].

Статистика по Smart Grid в Казахстане:

- Снижение пиковой нагрузки: прогнозируется снижение пиковых нагрузок на 15-20% благодаря возможностям Smart Grid по управлению спросом.
- Снижение потерь энергии: по оценкам, интеллектуальная сеть Smart Grid может снизить потери при передаче электроэнергии в энергосистемах Казахстана на 10-15%.

- Интеграция возобновляемых источников энергии: к 2030 году Казахстан планирует интегрировать до 50% возобновляемых источников энергии в свою энергетическую систему, чему способствуют технологии интеллектуальных сетей.

- Внедрение интеллектуальных счетчиков: в рамках пилотных проектов в Казахстане уже установлено более 500 000 интеллектуальных счетчиков, и планируется их распространение на крупные города и промышленные районы.

- Сокращение выбросов углекислого газа: ожидается, что технология Smart Grid поможет сократить выбросы углекислого газа до 25% за счет более эффективной работы сети и интеграции возобновляемых источников энергии.

- Повышение надежности: ожидается, что благодаря Smart Grid среднее время простоя при отключении электроэнергии сократится на 30%, что повысит общую стабильность сети.

Внедрение интеллектуальных сетей, рассмотренное в этом документе, знаменует собой кардинальный сдвиг в управлении энергетическими системами во всем мире, и Казахстан является примером модернизации своей электроэнергетической инфраструктуры. Полученные результаты показывают, как технологии интеллектуальных сетей могут решить ряд насущных проблем в энергетических системах, включая повышение эффективности энергосистем, интеграцию возобновляемых источников энергии и повышение надежности. Цель данного обсуждения - глубже изучить значение интеллектуальных сетей в контексте Казахстана, изучить преимущества, проблемы и более широкое воздействие на энергетический сектор.

Эффективность и снижение потерь. Одним из наиболее заметных преимуществ технологии Smart Grid является ее способность значительно снижать как технические, так и коммерческие потери при передаче электроэнергии. Интеграция интеллектуальных счетчиков, систем удаленного мониторинга и автоматизированных механизмов управления позволяет отслеживать потоки энергии в режиме реального времени и управлять ими. В Казахстане, где потери при передаче энергии являются постоянной проблемой, внедрение этих технологий может привести к снижению потерь при передаче на 10-15%, как и прогнозировалось. Это значительное достижение, особенно в регионах с высокими пиковыми нагрузками и стареющей инфраструктурой, где потери часто составляют значительную часть потребления энергии.

Автоматизация сетевых операций также повышает общую эффективность распределения электроэнергии. Операторы сетей могут более оперативно реагировать на сбои в работе или изменения спроса, предотвращая каскадные отключения и оптимизируя распределение энергии. Такой уровень автоматизации не только повышает стабильность электросети, но и снижает зависимость от ручного вмешательства, снижая эксплуатационные расходы поставщиков энергии. Потребители, в свою очередь, выигрывают от повышения качества обслуживания, поскольку перебои в подаче электроэнергии становятся реже, а восстановление обслуживания происходит быстрее.

Интеграция возобновляемых источников энергии. Ключевой задачей для современных энергетических систем во всем мире является интеграция возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия и энергия ветра, которые по своей природе являются непостоянными. Казахстан, как и многие другие страны, стремится увеличить свою долю возобновляемых источников энергии в структуре производства электроэнергии. Интеллектуальные сети предлагают эффективное решение этой проблемы, позволяя лучше прогнозировать, балансировать и управлять производством энергии из возобновляемых источников. Способность интеллектуальных сетей динамически подстраиваться под колебания возобновляемой генерации — переключаясь при необходимости между возобновляемыми и традиционными источниками энергии — гарантирует, что сеть остается стабильной даже при высоких уровнях переменной генерации.

В Казахстане, где энергия ветра и солнца, как ожидается, будет играть все большую роль в энергетическом балансе, технологии интеллектуальных сетей будут играть решающую роль в управлении интеграцией этих источников. К 2030 году Казахстан планирует интегрировать

до 50% возобновляемых источников энергии в свою энергосистему, и эта цель в значительной степени зависит от успешного внедрения интеллектуальных энергосистем. Гибкость и оперативность реагирования этих сетей не только повышают стабильность работы сети, но и помогают свести к минимуму перебои в работе, когда возобновляемая энергия расходуется впустую, поскольку сеть не может ее поглощать.

Экономические выгоды и расширение прав и возможностей потребителей. С экономической точки зрения преимущества интеллектуальных сетей многогранны. С одной стороны, автоматизация и оцифровка сетевых операций приводят к значительному снижению затрат на техническое обслуживание и эксплуатацию. Интеллектуальные сети снижают потребность в дорогостоящем ручном труде, поскольку автоматизированные системы могут своевременно обнаруживать неполадки и реагировать на них. Снижение потерь при передаче и возможность лучше управлять пиковыми нагрузками также приводят к экономии средств для поставщиков энергии, что в конечном итоге может отразиться на потребителях в виде снижения цен на электроэнергию.

Более того, интеллектуальные сети позволяют потребителям принимать более обоснованные решения об использовании энергии. Благодаря данным о потреблении энергии в режиме реального времени, получаемым с помощью интеллектуальных счетчиков, пользователи могут корректировать свое поведение, чтобы сократить потери энергии и, в свою очередь, снизить свои счета за электроэнергию. Это также может стимулировать рост спроса на энергоэффективные приборы и модели поведения, приводя интересы потребителей в соответствие с более широкими целями устойчивого развития.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение интеллектуальных сетей в Казахстане сопряжено с определенными трудностями. Ключевым препятствием является обширный географический размер страны и разный уровень развития инфраструктуры в разных регионах. В то время как городские и промышленные центры могут получить значительную выгоду от технологий интеллектуальных сетей, сельские районы могут столкнуться с трудностями при внедрении этих систем из-за более низкой плотности населения и ограничений инфраструктуры. Кроме того, энергосистема Казахстана все еще находится в процессе перехода от традиционной централизованной модели к более децентрализованной, которая может использовать возобновляемые источники энергии. Этот переход требует значительных инвестиций как в физическую инфраструктуру, так и в цифровые технологии, которые позволяют использовать интеллектуальные сети.

Кроме того, сложность интеграции нескольких секторов энергетики, таких как электроэнергетика, теплоэнергетика, водород и биотопливо, в единую интеллектуальную энергосистему является серьезным препятствием. Современная литература по интеллектуальным сетям часто фокусируется в основном на электроэнергетическом секторе, но, как подчеркивается в этой статье, достижение значимой интеграции во всех секторах энергетики имеет важное значение для оптимизации всей энергетической системы в целом. Интеллектуальные сети следует рассматривать не изолированно, а как часть более крупной взаимосвязанной энергетической сети. Координация усилий различных секторов поможет создать более устойчивые и эффективные энергетические системы.

Политика и нормативно-правовая база. Успешное внедрение технологий интеллектуальных сетей также зависит от нормативно-правовой базы. В Казахстане правительство поддерживает инициативы в области интеллектуальных сетей, но для преодоления барьеров на пути широкого внедрения необходимы постоянная политическая поддержка и инвестиции. Нормативно-правовая база должна развиваться для решения проблем, связанных с децентрализованным производством энергии, и обеспечения того, чтобы энергетические рынки оставались конкурентоспособными, гибкими и прозрачными. Например, интеграция возобновляемых источников энергии в сеть требует не только технологических решений, но и рыночных механизмов, стимулирующих производство и потребление экологически чистой энергии.

Кроме того, энергетическая политика Казахстана должна поощрять сотрудничество

между государственным и частным секторами, при этом энергетические компании, поставщики технологий и государственные учреждения должны совместно работать над расширением масштабов внедрения интеллектуальных сетей. Пилотные проекты, например, в городских районах, предоставляют ценные данные для масштабирования этих технологий, но необходимы более широкие политические инициативы для содействия внедрению в масштабах всей страны.

### **Заклучение**

В заключение отметим, что внедрение интеллектуальных сетей в Казахстане открывает значительные возможности для повышения эффективности, надежности и устойчивости энергетической системы страны. Интеграция возобновляемых источников энергии, повышение устойчивости сетей и экономические выгоды как для поставщиков энергии, так и для потребителей являются одними из ключевых преимуществ. Однако успех внедрения интеллектуальных сетей зависит от преодоления региональных различий, решения инфраструктурных проблем и обеспечения координации политики в различных энергетических секторах. По мере того, как Казахстан движется к более устойчивому энергетическому будущему, интеллектуальные сети будут играть решающую роль в поддержке этого перехода, обеспечивая гибкую, эффективную и надежную энергетическую систему будущего. Результаты этого исследования подчеркивают потенциал интеллектуальных сетей для преобразования энергетического сектора Казахстана, но они также указывают на необходимость продолжения инвестиций, политической поддержки и межсекторальной координации для полной реализации этого потенциала.

### **Список литературы**

1. Амин С. М., Волленберг Б. Ф. На пути к интеллектуальной сети: энергоснабжение в 21 веке. Журнал IEEE Power and Energy, 2005, 34-41.
2. Чжоу У., Донг З. Ю. Интеллектуальные сети: обзор и перспективы их развития. Журнал электротехники и технологий, 2013, 586-593.
3. Карим М. Р. и Расул М. Г. Интеграция интеллектуальных сетей с системами возобновляемой энергетики. Обзоры возобновляемой и устойчивой энергетики, 2019, 1072-1084.
4. Министерство энергетики Республики Казахстан Энергетическая стратегия Казахстана до 2050 года. 2020 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1200002050>
5. Раза М. Х. и Ахмед С. Большие данные и машинное обучение в интеллектуальных сетях: приложения и проблемы. Журнал современных энергетических систем и чистой энергии, 2022, 712-725.
6. Евлашин С. А., Мерзин В. Е., Савельев И. Л. Развитие интеллектуальных энергораспределительных сетей. Известия МГТУ. 2013. №2 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-intellektualnyh-energoraspredelitelnyh-setey>
7. Казахстанская компания по управлению электрическими сетями (KEGOC) Годовой отчет за 2022 год: Развитие энергетики и инновации. 2023. <https://www.kegoc.kz/upload/iblock/68b/pwd8mvqgomgjuz2ub5kt5ci1cq1cl3mq.pdf>

### **References**

1. Amin S. M., Vollenberg B. F. Na puti k intellektual'noj seti: energosnabzhenie v 21 veke. ZHurnal IEEE Power and Energy, 2005, 34-41.
2. CHzhou U., Dong Z. YU. Intellektual'nye seti: obzor i perspektivy ih razvitiya. ZHurnal elektrotekhniki i tekhnologij, 2013, 586-593.
3. Karim M. R. i Rasul M. G. Integraciya intellektual'nyh setej s sistemami vozobnovlyaemoj energetiki. Obzory vozobnovlyaemoj i ustojchivoj energetiki, 2019, 1072-1084.
4. Ministerstvo energetiki Respubliki Kazahstan Energeticheskaya strategiya Kazahstana do 2050 goda. 2020 <https://adilet.zan.kz/rus/docs/K1200002050>
5. Raza M. H. i Ahmed S. Bol'shie dannye i mashinnoe obuchenie v intellektual'nyh setyah:

Қ.Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университетінің хабаршысы, №2 (84), маусым 2026  
Техникалық ғылымдар-Технические науки-Technical sciences  
prilozheniya i problemy. ZHurnal sovremennyh energeticheskikh sistem i chistoj energii, 2022, 712-725.

6. Evlashin S. A., Merzin V. E., Savel'ev I. L. Razvitie intellektual'nyh energoraspredelitel'nyh setej. Izvestiya MGTU. 2013. №2 (16). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-intellektualnyh-energoraspredelitelnyh-setey>

7. Kazhastanskaya kompaniya po upravleniyu elektricheskimi setyami (KEGOC) Godovoj otchet za 2022 god: Razvitie energetiki i innovacii. 2023. <https://www.kegoc.kz/upload/iblock/68b/pwd8mvqgomgju2ub5kt5ci1cq1cl3mq.pdf>

## SMART GRID ЖҮЙЕСІН ЕНГІЗУ МҮМКІНДІКТЕРІН ЖӘНЕ ҚАЗАҚСТАНДА ЗИЯТКЕРЛІК ЖЕЛІЛЕРДІҢ ӘЛЕУЕТІН ЗЕРТТЕУ

СЕМЕНИХИН В.В. , ШИЛЬМАГАМБЕТОВА Ж.Ж. , ДОГАРЬ В.А. \*

**Семенихин Виктор Васильевич** - Педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті., Ақтөбе қ., Қазақстан.

**E-mail:** [semenikhinvitia@mail.ru](mailto:semenikhinvitia@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5377-5641>

**Шильмагамбетова Жадра Жангожаевна** - Педагогика ғылымдарының кандидаты, доцент, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті, Ақтөбе қ., Қазақстан.

**E-mail:** [zhadra\\_69@mail.ru](mailto:zhadra_69@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-8780-7160>

\***Догарь Виолетта Андреевна** - Магистрант, Қ. Жұбанов атындағы Ақтөбе өңірлік университеті., Ақтөбе қ., Қазақстан

**E-mail:** [dogar0333@mail.ru](mailto:dogar0333@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9162-4955>

**Аңдатпа.** Смарт желілер тиімділікті арттыру, жаңартылатын энергия көздерін біріктіру және желілердің тұрақтылығын арттыру қажеттілігінен туындаған электр желілерін басқару мен пайдаланудағы трансформациялық ауысуды білдіреді. Бұл құжат энергетикалық жүйелерді модернизациялаудағы және тұрақты энергетикаға көшуге ықпал етудегі рөліне баса назар аудара отырып, зияткерлік желі технологияларына шолу жасайды. Ол смарт есептегіштерді, автоматтандырылған басқару жүйелерін және сұранысты болжау технологияларын қоса алғанда, смарт желілердің негізгі құрамдастарын көрсетеді және олардың энергияны басқаруға, электр желілерінің тұрақтылығына және жаңартылатын энергия көздерінің интеграциясына әсерін талқылайды. Қазақстан мысалында мақалада Елдің интеллектуалды электр желілік шешімдерді енгізу жөніндегі күш-жігері қарастырылады, олардың беру кезіндегі шығындарды азайту, ең жоғары жүктемелерді басқаруды жақсарту және электрмен жабдықтау сенімділігін арттыру үшін әлеуеті атап өтіледі. Зерттеу әдістемесі Қазақстанның энергетикалық жүйелеріндегі зияткерлік желілер технологияларының тиімділігін бағалау үшін энергетикалық компаниялар мен тұтынушылардың сауалнамаларының, далалық сынақтардың және имитациялық модельдеудің бастапқы деректерін біріктіреді. Нәтижелер зияткерлік желілердің операциялық тиімділікті арттыруды, көмірқышқыл газы шығарындыларын азайтуды және жаңартылатын энергия көздерінің неғұрлым кең интеграциясын қоса алғанда, елеулі артықшылықтарға ие екенін көрсетеді, бұл Қазақстанның энергетика және орнықты даму саласындағы неғұрлым кең мақсаттарына қол жеткізуге ықпал етеді. Құжатта инфрақұрылымдағы географиялық айырмашылықтар және бірнеше энергетикалық секторларды интеграциялаудың күрделілігі сияқты жалғасып жатқан проблемаларға қарамастан, зияткерлік желілер Қазақстанның энергетикалық жүйесін жаңғырту және оның цифрлық технологияларға негізделген орнықты болашаққа көшуін қолдау үшін әлеуетке ие деген қорытынды жасалады.

**Түйін сөздер:** интеллектуалды желі, жаңартылатын энергия көздерін интеграциялау, энергия тиімділігі, желінің тұрақтылығы, сұранысты басқару, интеллектуалды есептегіштер, автоматтандырылған басқару жүйелері.

## EXPLORING THE POSSIBILITIES OF IMPLEMENTING A SMART GRID SYSTEM AND THE POTENTIAL OF SMART GRIDS IN KAZAKHSTAN

SEMENIKHIN V.V. , SHILMAGAMBETOVA ZH.ZH. , DOGAR V.A. \*

**Semenikhin Viktor Vasiliyevich** - Candidate of pedagogical sciences, docent, K.Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

**E-mail:** [semenikhinvitia@mail.ru](mailto:semenikhinvitia@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0001-5377-5641>

**Shilmagambetova Zhadra Zhangozhayevna.** - Candidate of pedagogical sciences, docent, K.Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan.

E-mail: [zhadra\\_69@mail.ru](mailto:zhadra_69@mail.ru), <https://orcid.org/0009-0008-8780-7160>

\*Dogar Violetta Andreevna - Master's student, K. Zhubanov Aktobe regional university, Aktobe, Kazakhstan

E-mail: [dogar0333@mail.ru](mailto:dogar0333@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-9162-4955>

**Abstract.** Smart Grids represent a transformative shift in the management and operation of electrical grids, driven by the need to improve efficiency, integrate renewable energy, and enhance grid resilience. This paper provides an overview of Smart Grid technologies, focusing on their role in modernizing energy systems and facilitating the transition to sustainable energy. It highlights the key components of Smart Grids, including smart meters, automated control systems, and demand forecasting technologies, and discusses their impact on energy management, grid stability, and the integration of renewable energy sources. Using Kazakhstan as a case study, the paper examines the country's efforts to implement Smart Grid solutions, emphasizing their potential to reduce transmission losses, improve peak load management, and enhance the reliability of the electricity supply. The research methodology combines primary data from surveys with energy companies and consumers, field trials, and modeling simulations to assess the effectiveness of Smart Grid technologies in Kazakhstan's power grids. The results suggest that Smart Grids offer significant benefits, including improved operational efficiency, reduced carbon emissions, and increased integration of renewable energy, contributing to Kazakhstan's broader energy and sustainability goals. The paper concludes that while challenges remain, such as geographic disparities in infrastructure and the complexity of integrating multiple energy sectors, Smart Grids hold the potential to modernize Kazakhstan's energy system and support its transition to a sustainable, digitally enhanced future.

**Key words:** smart grid, renewable energy integration, energy efficiency, grid resilience, demand management.