

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ  
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» X ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
X МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE X INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

**Нұр-Сұлтан, 2022**

**УДК 656/621.31**  
**ББК 39/31**  
**А43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Мерзадинова Г.Т., Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, д.т.н., профессор; Заместитель председателя – Султанов Т.Т., заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Сулейменов Т.Б. – декан транспортно-энергетического факультета ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, д.т.н., профессор; Председатель «Әдеп» – Ахмедьянов А.У., к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н. профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н. профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н. профессор; Жакишев Б.А.– заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент.

**А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: X Международная научно – практическая конференция, Нур-Султан, 17 марта 2022 /Подгот. Г.Т. Мерзадинова, Т.Б. Сулейменов, Т.Т. Султанов – Нур-Султан, 2022. – 597с.

**ISBN 978-601-337-661-5**

В сборник включены материалы X Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Нур-Султан 17 марта 2022 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего, ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



© ЕНУ имени Л.Н.Гумилева, 2022

УДК 62-5; 620.91

## **КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИЙ**

**Алиев Асхат Калимжанович**

*askhataliyev13@gmail.com*

докторант кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

**Глазырин Сергей Александрович**

*glan-sergey@yandex.ru*

доцент кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

**Бимурзина Зарина Аскарвна**

*bimurzina\_z@mail.ru*

инженер отдела перспективного развития АО «Астана-Энергия», Нур-Султан, Казахстан

Прогнозы развития и анализ достигнутых результатов по использованию возобновляемых источников энергии (ВИЭ) свидетельствуют, что электроэнергетика многих стран мира претерпевает значительные изменения, цель которых – обеспечение всеобщего доступа к недорогим, надежным, устойчивым и современным источникам энергии для всех. Эта цель достигается активной интеграцией возобновляемых источников энергии в широком спектре мощностей от малых объектов распределенной генерации до крупных сетевых электростанций, что влечет за собой преобразование энергетических систем.

Основными факторами, определяющими быстрое преобразование энергетических систем в мире, являются:

- стремление повысить надёжность и эффективность работы энергетических систем, расширить доступность энергии с использованием инновационных технологий, обеспечить высокий уровень экологической и климатической безопасности. При этом использование возобновляемых источников энергии в сочетании с повышением энергоэффективности рассматривается, как основные меры достижения указанного решения по климату;

- значительное уменьшение стоимости технологий производства и потребления электроэнергии, включая ветровые и солнечные электростанции, распределённую генерацию, электротранспорт, системы управления спросом и накопления энергии;

- развитие электрификации экономики, расширение цифровизации и автоматизации энергетических систем.

Происходящие технологические изменения сопровождаются созданием институциональной основы, определяющей регулирующие, технологические и экономические правила надёжного и эффективного развития и функционирования энергетических систем в новых условиях. Другими словами, идёт активный процесс создания политических, рыночных и регулирующих условий, а также установление практики планирования и функционирования энергетических систем, которые ускоряют инвестиции, инновации и использование интеллектуальных, эффективных, надёжных и экологически безопасных технологий.

Электрические сети низкого и среднего напряжения меняют свои функции от пассивного распределения электроэнергии между потребителями на активное интеллектуальное управление с двунаправленными потоками электроэнергии и информации.

В странах наибольшим внедрением ВИЭ в энергосистему необходимо решить вопросы автоматизаций, такие как;

- созданием институциональной основы,

- стандартизации технических требований к вводимому оборудованию,

- повышение и снижение напряжений и частоты,
- системы прогнозирования выработки ВИЭ,

Автоматика ограничения снижения и повышения напряжения и частоты должна соответствовать параметрам системы. После реализации это затратное, хотя при проектировании практически ничего не стоит. Также необходимо учитывать, что в разных странах нормативы отклонения частоты электрического тока отличаются, соответственно, у генерирующего оборудования разных производителей реакция на изменение частоты тоже может быть разной. ВИЭ должен соответствовать необходимым требованиям, чтобы она не стала потенциальным источником аварий. Технические требования должны быть установлены на уровне документов регуляторов.

## **Определение основных направлений подлежащих автоматизаций**

### **1.1 Особенности автоматизаций ВИЭ.**

Элементы энергетической системы и ключевые проблемы, требующие решений в условиях масштабного развития ВИЭ являются;

**Прогрессивные технологии.** Для страховки и сервиса ВИЭ средств можно использовать технологий скопление энергий. И технологии, которые способствуют электрификации других отраслей, создавая новые рынки для ВИЭ - генерации, так и новые способы хранения избытка электроэнергии. Важную роль играют цифровые технологии, которые позволяют внедрять новые приложения, направленные на расширение границ и динамики развития отрасли, и поддержку оптимизации ВИЭ – ресурсов. Ровно, как и новые и «интеллектуальные» сети, как малые локальные, так и более крупные, дополняющие друг друга и позволяющие использовать новые методы, чтобы контролировать разнообразные ВИЭ – ресурсы. А также Модернизация имеющихся активов с целью их адаптации к новым условиям и нуждам ЭЭС.

**Структура рынка.** Современные правила работы оптовых рынков, которые предоставляют гибкий механизм участия, более надежные ценовые сигналы и более правильное формирование платы за системные услуги.

**Управление электроэнергетической системой (ЭЭС).** Внедрение распределенной генерации требует использования новых методов при управлении такой ЭЭС и облегчения условий участия такой генерации в рынке.

Новые требования к объединенному диспетчерскому управлению (ОДУ), которые позволяют усилить гибкость ЭЭС.

Новые методы управления ЭЭС, которые позволяют не сокращать поставки от ВИЭ - ресурсов из-за сетевых ограничений, снижая необходимость усиления сети.

### **Ключевые аспекты перехода**

Успешный переход требует должного рассмотрения ключевых аспектов:

- технологического: обеспечение надёжной и эффективной работы энергосистемы в изменяющихся условиях приводит к новым приоритетам для энергокомпаний и регулирующих органов. Использование передовых информационных и коммуникационных технологий (цифровизация) позволяет улучшить наблюдаемость и управление энергетическими системами и открывает возможности для существенного расширения управления спросом;

- экономического: рост распределённой генерации и повышение экономичности накопителей энергии требуют реформы розничного ценообразования и налогообложения поставок электрической энергии с учётом оплаты поставляемой ими электроэнергии и покрытием части стоимости общей инфраструктуры;

- институционального: изменятся функции и обязанности субъектов управления. Приоритетным станет улучшение координации между операторами передающих и распределительных сетей. Кроме того, в управление должны быть включены совершенно новые субъекты, такие как агрегаторы.

### **1.2 Этапы автоматизаций и внедрения ВИЭ.**

Условно можно выделить четыре фазы интеграции VRE (Variable renewable energy - возобновляемые источники энергии) и связанные с ними ключевые проблемы,

дифференцированные по возрастающему воздействию растущей доли генерации VRE на энергетические системы (рисунок 1).

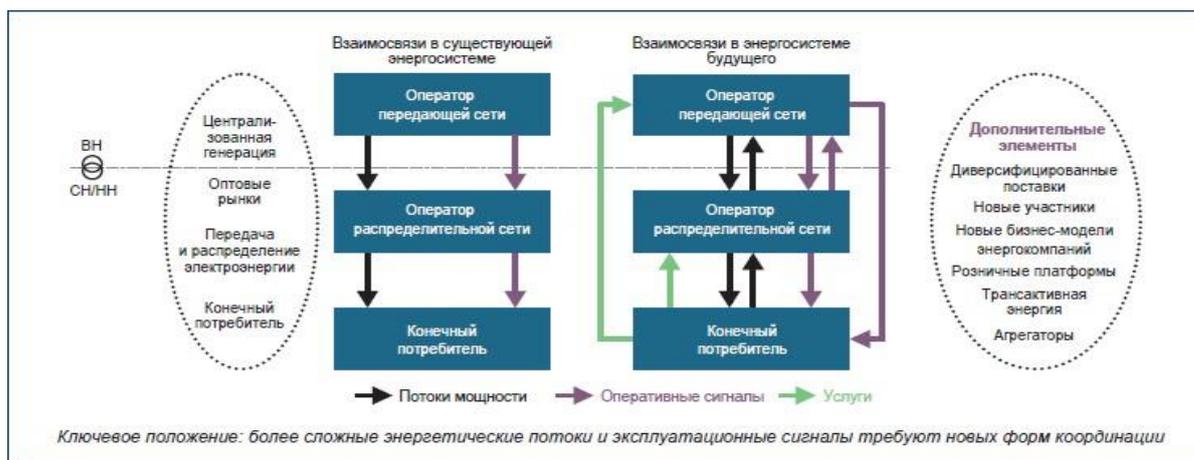


Рисунок 1 - Фазы интеграции VRE

На первом этапе, когда доля ВИЭ в годовой выработке не превышает 3%, специальных мер для ее интеграции обычно не требуется, если только ВИЭ не являются сильно локализованными в энергосистеме. На втором этапе, когда доля ВИЭ составляет 3- 15%, необходима адаптация имеющихся ресурсов регулирования, технологий и способов управления энергосистемой. На третьем этапе, когда доля ВИЭ превышает 15% от годовой выработки, а также дальнейших стадиях уже требуется глубокая перестройка работы энергосистемы и внедрение новых средств и инструментов поддержания работы энергосистемы. Четвертая стадия - более 50% годовой выработки ВИЭ-генерации. Для успешной интеграции такого объема ВИЭ-генерации в энергосистему необходимо, прежде всего, решить вопросы стандартизации технических требований к вводимому оборудованию ВИЭ.

В настоящее время фаза 4 является самой высокой фазой интеграции VRE, которая была достигнута на практике. Небольшое число стран и регионов (например, Дания, Ирландия и Южная Австралия) достигли фазы 4, но многие другие энергосистемы все еще находятся на фазах 1 и 2 и имеют 5-10% долей VRE в годовом производстве электроэнергии (рисунок 2).

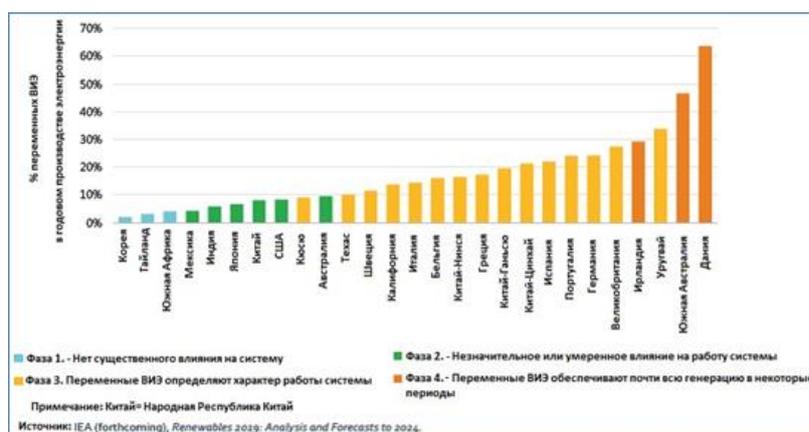


Рисунок 2 - Годовое производство электроэнергии

Однако общее направление этого перехода уже ясно: для большинства стран ожидаются более высокие этапы системной интеграции, что отражается в увеличении уровней развертывания VRE. На четвертой стадии развитие не останавливается и можно выделить пятую и шестую фазы. Для рационального распространения ВИЭ в среднегодовых объемах,

превышающих 50% (фаза 5), для того, чтобы избежать искусственного ограничения выработки и, соответственно, ухудшения экономики генерации, требуется электрификация различных секторов конечного потребления энергии. В условиях доминирования VRE (фаза 6) необходимым становится преобразование электроэнергии в химические вещества (синтетические газы, например, метан и водород). Переход между фазами не происходит внезапно от одной к другой. Вопросы, относящиеся к гибкости, будут постепенно появляться на втором этапе, прежде чем стать отличительной чертой третьего этапа.

В свою очередь, некоторые проблемы, связанные со стабильностью системы, могут стать очевидными уже на третьем этапе. Доля VRE во многих странах выросла за последние несколько лет. В 2015 году насчитывалось чуть более 30 стран с ежегодной долей генерации VRE более 5%; к 2018 году это число возросло почти до 50 стран.

Поскольку число стран со средним и высоким долями переменных ВИЭ значительно возрастает, ожидается, что гибкость энергосистемы для них станет наиболее важной проблемой в ближайшие годы. Для решения проблем интеграции актуальным является рассмотрение ряда технических и экономических мер, дифференцированных по этапам развёртывания VRE, которые представлены на рисунке 3.

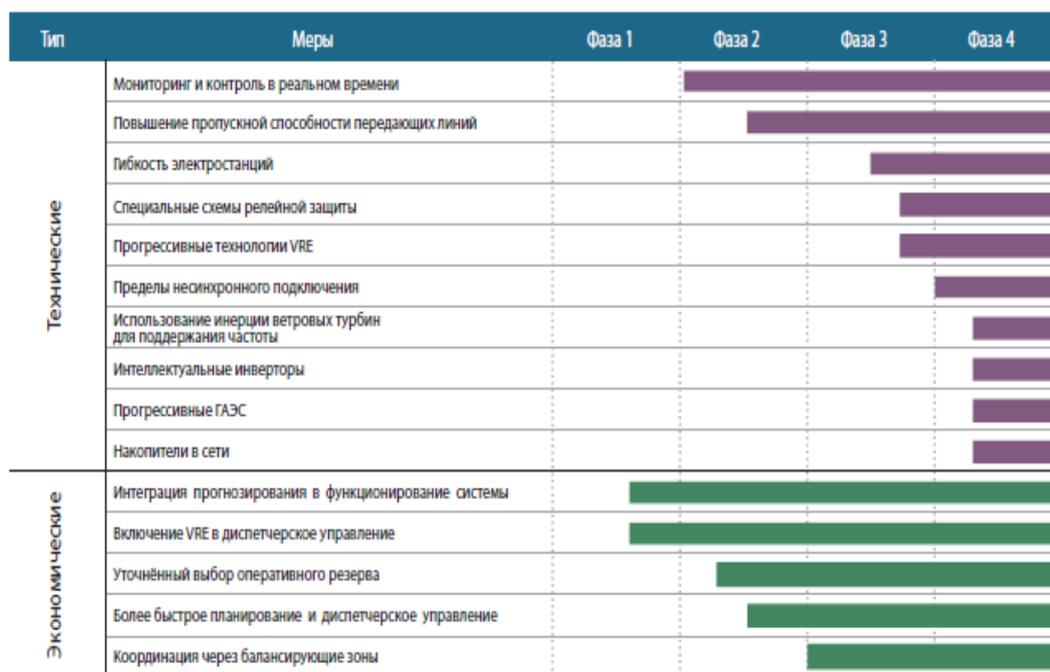


Рисунок 3 - Меры, дифференцированных по этапам развёртывания VRE

#### Список использованных источников

1. Пантелеев, В.И. Многоцелевая оптимизация и автоматизированное проектирование управления качеством электроснабжения в электроэнергетических системах: монография / В.И.Пантелеев, Л.Ф. Поддубных. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2009. - 194 с.
2. Денчик Ю.М. Повышение качества функционирования линий электропередачи / Ю.М. Денчик, М.Н. Иванов, Г.А. Данилов, Г.В. Ситников; под ред. В.П. Горелова, В.Г. Сальникова. – Новосибирск: НГАВТ, 2013. – 559 с.
3. Клецель М.Я. Проблемы релейной защиты и автоматики энергосистем / М.Я. Клецель // Вестник союза инженеров энергетиков. – Алматы, 2003. - № 1. - С. 4–6.
4. Иванова Е.В. Электромагнитные помехи в электроэнергетических системах / Е.В. Иванова; под ред. В.П. Горелова и Н.Н. Лизалека. – Новосибирск: НГАВТ, 2006. – 432 с.
5. Арцишевский Я.Л. Мероприятия по обеспечению ЭМС микропроцессорных устройств РЗА при техпереворужении действующих энергообъектов / Я.Л. Арцишевский [и др.] //

Сборник докладов XV научнотехнической конференции по релейной защите и автоматике энергосистем. – М., 2002. – С. 162–163.

6. Семенов О.Ю. Параметры электромагнитной совместимости технических средств при ненормированных показателях качества электроэнергии / Иванова Е.В., Иванов М.Н., Спирёв С.М., Толашко Т.А., Иванов Д.М., Семенов О.Ю. // III Всероссийская научно-практическая конференция Север России: стратегии и перспективы развития: материалы III Всерос. науч.–практ. конф.: в 3 т. – Сургут. гос. ун-т. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2017. – Т. II. – С. 248–250.

7. Интернет ресурс: <https://www.esri.com/library/brochures/pdfs/gis-sols-for-power-generation.pdf>

8. Интернет ресурс: [https://www.ripublication.com/irph/ijert\\_spl/ijertv6n6spl\\_06.pdf](https://www.ripublication.com/irph/ijert_spl/ijertv6n6spl_06.pdf)

9. Интернет ресурс: <https://www.tdworld.com/smart-utility/article/20973162/the-future-of-gis-part-4-to-the-geospatial-future-and-beyond>

10. Интернет ресурс: World Energy Outlook 2019 [www.iea.org/weo](http://www.iea.org/weo)

11. Интернет ресурс: <https://www.power-technology.com/projects/waigaoqiao-power-station-shanghai/>

12. Интернет ресурс: <https://hydrogeneurope.eu/fuel-cell-and-hydrogen-joint-undertaking-fch-ju>

13. Интернет ресурс: [https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0312\\_002.html](https://www.meti.go.jp/english/press/2019/0312_002.html)

14. Интернет ресурс: <https://www.hydrogen.energy.gov>

15. Интернет ресурс: <https://www.globalsyngas.org/resources/world-gasification-database/apport-arthur-hydrogen-plant-i>

16. Интернет ресурс: <https://www.nrcan.gc.ca/science-and-data/funding-partnerships/funding-opportunities/current-investments/shell-canada-energy-quest-project/18168>

17. Интернет ресурс: <https://www.cslforum.org/cslf/Projects/Tomakomai>

18. Интернет ресурс: <https://www.industry.gov.au/funding-and-incentives/hydrogen-energy-supply-chain-pilot-project>

19. Интернет ресурс: [https://unece.org/sites/default/files/2021-01/RUSUNECE\\_14.11.20.pdf](https://unece.org/sites/default/files/2021-01/RUSUNECE_14.11.20.pdf)

УДК 62-5; 620.91

## ПРОБЛЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИЙ

**Алиев Асхат Калимжанович**

*askhataliyev13@gmail.com*

докторант кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

**Глазырин Сергей Александрович**

*glan-sergey@yandex.ru*

доцент кафедры «Теплоэнергетика» ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Нур-Султан, Казахстан

**Бимурзина Зарина Аскарровна**

*bimurzina\_z@mail.ru*

инженер отдела перспективного развития АО «Астана-Энергия», Нур-Султан, Казахстан

### **1. Проблемы автоматизации и способы их преодоления.**

#### **1.1 Проблема «Умных» городов.**

В настоящее время большая часть населения мира живет в растущих городах, руководство большинства которых придерживается инициативных, рациональных подходов к управлению городской инфраструктурой с использованием интегрированной сети датчиков и анализа данных. В центре внимания администраций более продвинутых «умных» городов – повышение качества жизни, конкурентоспособности и устойчивости развития.