

Торайғыров университетінің хабаршысы
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайғыров университета

Торайғыров университетінің ХАБАРШЫСЫ

Энергетикалық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК Торайғыров университета

Энергетическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3420

№ 2 (2023)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Вестник Торайгыров университета

Энергетическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ 14310-Ж

выдано

Министерство информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

публикация материалов в области электроэнергетики,
электротехнологии, автоматизации, автоматизированных и
информационных систем, электромеханики и теплоэнергетики

Подписной индекс – 76136

<https://doi.org/10.48081/ABAC7746>

Бас редакторы – главный редактор

Кислов А. П.

к.т.н., доцент

Заместитель главного редактора

Талипов О. М., *доктор PhD, доцент*

Ответственный секретарь

Приходько Е. В., *к.т.н., профессор*

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Клецель М. Я., *д.т.н., профессор*
Новожилов А. Н., *д.т.н., профессор*
Никитин К. И., *д.т.н., профессор (Россия)*
Никифоров А. С., *д.т.н., профессор*
Новожилов Т. А., *к.т.н., доцент (Россия)*
Оспанова Н. Н., *к.п.н., доцент*
Нефтисов А. В., *доктор PhD, доцент*
Шокубаева З. Ж. *технический редактор*

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

<https://doi.org/10.48081/BEXD7601>

***С. С. Исенов¹, С. К. Шерьязов²**

¹Казахский агротехнический исследовательский университет
имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана;

²ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет»,
Российская Федерация, г. Челябинск

*e-mail : isenov_sultan@mail.ru

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

В научной статье проведен анализ состояния и развития электроэнергетики и существующих систем электроснабжения на базе возобновляемых источников. Приведены показатели по установленной мощности и потребляемой электроэнергии от различных видов возобновляемой энергии. Основным фактором необходимости развития возобновляемой энергетики является наблюдаемая тенденция постоянного роста затрат на электроснабжение из-за износа электросетевого оборудования и постоянный рост цен на традиционные энергоносители, а также необходимость обеспечения энергетической безопасности.

Большие затраты потребуются для автономного электроснабжения сельских товаропроизводителей, если учесть сезонный характер производства и соответственно потребления электроэнергии. Для решения проблемы энергоснабжения удаленных сельских потребителей с использованием возобновляемых источников требуются научные исследования с обоснованием и разработкой систем электроснабжения.

Таким образом, развитие возобновляемой энергетики наблюдается повсюду и во многих странах мира действует Программа их развития. При этом важное значение имеет Государственная политика на поддержание механизмов по развитию ВИЭ. Среди ВИЭ, большое развитие получила ветроэнергетика. Для использования энергии ветра в системе электроснабжения необходимо изучить ее особенности.

Ключевые слова. возобновляемые источники энергии, электроснабжение, ветроэнергетика, микрогенерация, энергосбережение.

Введение

Развитие электроэнергетики связано с состоянием отдельно представляющих элементов ее структуры: генерации, питающей и распределительной электрической сети. При этом одной из основных проблем является наличие устаревшего электрооборудования, срок эксплуатации которых составляет более тридцати лет.

При передаче имеет место сверхнормативные потери электроэнергии. В этих условиях, наличие различных систем электроснабжения предполагает поиск оптимального решения.

В число оптимальных решений можно отнести распределенную генерацию, на базе традиционных и возобновляемых источников, для снижения потери электрической энергии. Возобновляемые источники также могут снизить затраты на потребляемую электроэнергию за счет замещения дорогостоящего органического топлива.

Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в Республике Казахстан является одной из самых обсуждаемых тем на протяжении нескольких десятилетий. Это обусловлено рядом причин, которые повышают интерес со стороны государственных органов, потенциальных инвесторов и конечных потребителей. Основным фактором необходимости развития ВИЭ в электроэнергетике является наблюдаемая тенденция постоянного роста затрат на электроснабжение из-за износа электросетевого оборудования и постоянного роста цен на традиционные энергоносители, а также необходимость обеспечения энергетической безопасности [1–3].

Развитие ВИЭ наблюдается повсюду и во многих странах существуют специальные программы. При этом важное значение имеет Государственная политика по поддержке развития ВИЭ.

Материалы и методы

Анализ состояния и развития систем электроснабжения на базе возобновляемой энергии. Единая энергосистема (ЕЭС) Республики Казахстан в силу географического расположения делится на три зоны: Северную, Южную и Западную. ЕЭС Казахстана сбалансирована по электроэнергии при недостатке пиковой мощности и отсутствии резервов мощности в зимний период [4].

В первую очередь необходимо развивать генерацию, которая является одним из слабых звеньев в энергетике страны, старение объектов генерации

крайне значительно. Другим проблемным звеном энергетики являются электрические сети 0,4–110 кВ РЭК, их износ очень большой и практически они недостаточно развиваются. В этих условиях использование ВИЭ на оптовом рынке и в розницу может снизить потери электрической энергии и замещать органические виды топлива.

На сегодняшний день использование ВИЭ в мировой практике – это действительность со своими преимуществами, перспективами и проблемами. В сфере применения ВИЭ для нужд человечества произошли серьезные изменения, позволяющие демонстрировать значительные успехи. На рисунке 1 показана динамика ввода новых мощностей (МВт) на базе ВИЭ за 2010–2018 годы [5].

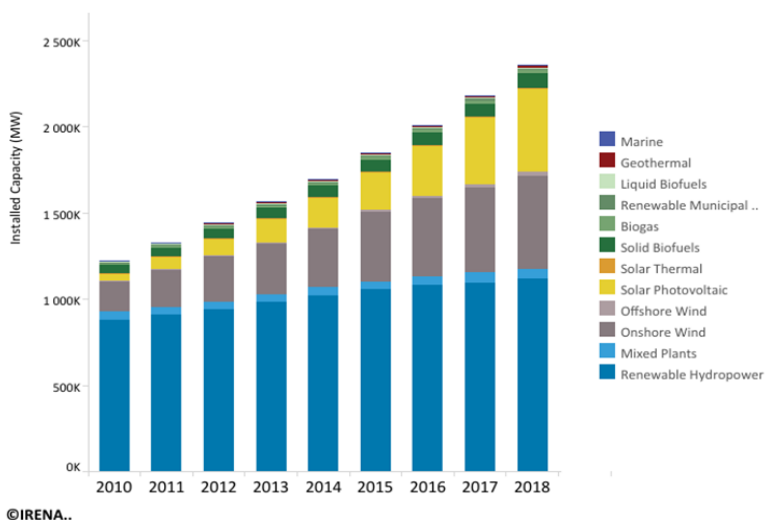


Рисунок 1 – Ввод в мире новых мощностей (МВт) на базе ВИЭ

На рисунке 2 представлена мировая выработка электрической энергии различными видами ВИЭ с 2000 по 2018 годы [5].

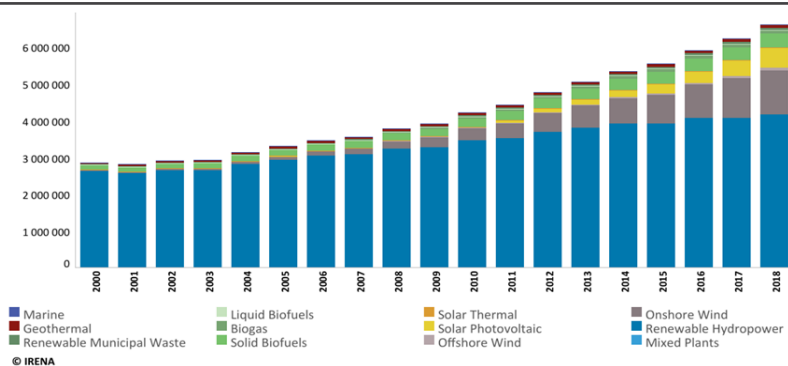


Рисунок 2 – Мировая выработка энергии (ГВт*ч) различными видами ВИЭ

Здесь отчетливо виден стабильный рост практически всех видов ВИЭ, среди которых большую часть занимает гидроэнергетика, затем ветроэнергетика и гелиоэнергетика.

Темпы развития определенного вида ВИЭ и масштабность его применения зависит от ряда географических и социальных аспектов. В первую очередь, это связано с наличием потенциала того или иного ресурса, затем степенью его технологичности особенно по экономическим показателям, которые характерны для каждого отдельного случая и региона. На рисунках 3 и 4 приведены данные по динамике вводимых мощностей (МВт) и выработанной энергии (ГВт*ч) за период 2010-19 годы в разрезе регионов [5].

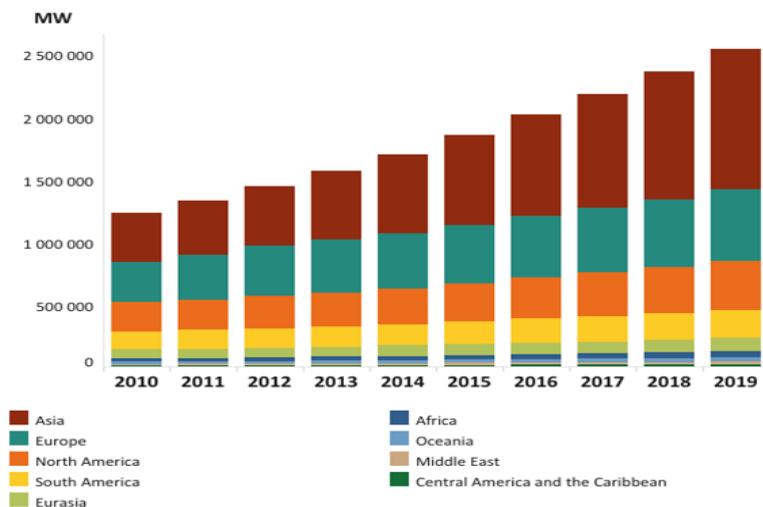


Рисунок 3 – Динамика вводимых мощностей (МВт) за период 2010-2019 годы в разрезе регионов

Анализ приведенных данных показывает, что несмотря на стабильный рост ВИЭ, доля возобновляемых источников в объеме конечного потребления на 2018 год составляет всего 11 %. Следует отметить рост вводимых мощностей и развития системы государственной поддержки и регулирования ВИЭ, которые варьируется в зависимости от политических течений, экономических показателей, появления новых финансовых инструментов.

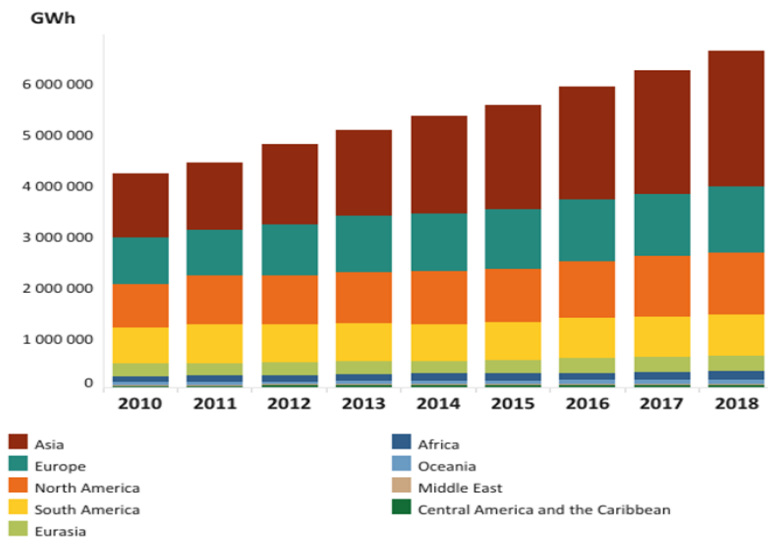


Рисунок 4 – Динамика выработанной энергии (ГВт*ч) за период 2010–2019 годы в разрезе регионов.

Однако, основные сводятся к налоговым стимулам производителей энергии, финансовым стимулам производителям оборудования, грантовым стимулам, разработчикам новых технологий, субсидирование покупаемой/ продаваемой энергии и т.п. При этом следует выделить развитие ВИЭ носит региональный характер.

Результаты и обсуждение

Развитию ВИЭ в Республике Казахстан уделяется большое внимание. Это обусловлено рядом причин, которые повышают интерес со стороны государственных органов, потенциальных инвесторов и конечных потребителей. Основным фактором необходимости развития ВИЭ в электроэнергетике является наблюдаемая тенденция постоянного роста затрат на электроснабжения из-за износа электросетевого оборудования и постоянный рост цен на традиционные энергоносители, а также необходимость обеспечения энергетической безопасности.

В связи с этим, в сфере использования возобновляемых источников энергии в Республике Казахстан 4 июля 2009 году был принят Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». В целях успешного развития ВИЭ, в июле 2013 года, с учетом лучших мировых

практик и существующего положения в Республике Казахстан, данный Закон был усовершенствован.

Закон предоставляет возможности поддержки, как для инвесторов, так и для рядовых потребителей. Для обеспечения достаточной потребности в электроэнергии в Казахстане к 2050 году предложены ряд мер, а именно [4]:

1) за счет принятых мер по повышению энергоэффективности, сократить потребления электроэнергии. Это позволит снизить спрос на электроэнергию в основных секторах, потребляющих электроэнергию на 10 % к 2030 году и на 15 % к 2050 году;

2) применение ресурсов ВИЭ в энергобаланс. В общем объеме производства электроэнергии в соответствии со Стратегией «Казахстан – 2050» и Концепцией перехода РК к «зеленой» предполагается производство 10 % электроэнергии на ВИЭ и альтернативных источниках энергии к 2030 году, включая ветряные (ВЭС), солнечные (СЭС), гидро- и атомные электростанции.

В настоящее время в Республике Казахстан действуют 21 ветровая (ВЭС) и 37 солнечных электростанций (СЭС), с установленной мощностью более 300 и около 800 МВт соответственно. Суммарная мощность установок на базе ВИЭ составляют чуть более 1,3 ГВт и имеются большие перспективы дальнейшего роста доли ВИЭ в энергобалансе Республики [6, 7, 8].

СЭС и ВЭС вырабатывают около 10% от максимально потребляемой мощности, а годовая выработка электроэнергии 2,5 млрд кВтч, что составляет 2,5% от годового потребления Казахстана. Суммарная эффективность ВИЭ в среднем за год составляет порядка 20 % от установленной мощности ВИЭ, при этом в зимний период до 10 %, а в летний до 30% [9].

По данным Министерства энергетики РК объем производства электроэнергии объектами по использованию ВИЭ (СЭС, ВЭС и малые ГЭС) РК в 2021 году составил 4220,3 млн. кВтч, что составляет 3,7%. В сравнении с 2020 годом (3245,1 млн. кВтч) прирост составил 30,1 % [6].

Наибольшая выработка приходится на ВЭУ – 1776 млн.кВтч (42 %), затем от СЭС 1641,1млн. кВтч (39 %) и 799,7 млн. кВтч на малые ГЭС (19 %).

Согласно действующим Законом по поддержке ВИЭ, электроснабжение ориентировано на базе электростанции, требующих квалифицированного обслуживания. При этом СЭС и ВЭС вырабатывают электрическую энергию в энергосистему напряжением 220 кВ.

Вместе с тем развитие ВИЭ на базе СЭС и ВЭС требует наличия резерва в энергосистеме, из-за непостоянства и случайного характера поступающей возобновляемой энергии. Так, например, вечерний максимум нагрузки в целом по Казахстану составляет 1000 МВт, а генерация СЭС при этом падает с 1000 МВт до нуля. В этих условиях требуется резерв мощности порядка

2000 МВт. Реально в ЕЭС Казахстана мобильный резерв составляет 500 МВт (Бухтарминская ГЭС и Мойнакская ГЭС) [10].

В Казахстане, аномальные погодные условия с температурой до -40 градусов, в силу географического положения встречаются часто в холодное время года. В таких условиях возможно нарушение электроснабжения от ВИЭ, и требуется строительство мобильных резервных мощностей на величину равной суммарной мощности ВИЭ, поскольку установка накопителей электроэнергии стоит дорого и неэффективно в зимний период.

Таким образом, развитие ВИЭ в системе централизованного электроснабжения, на оптовом рынке электроэнергетики требует решения задачи, связанных с резервированием. При этом, как уже сказано, серьезная проблема с резервированием существует в энергосистеме Казахстана.

В этих условиях актуальную задачу по использованию ВИЭ можно решить в системе централизованного электроснабжения для маломощных потребителей за счет микрогенерации. Примером может служить опыт электроснабжения от микрогенерации ВИЭ в России.

В России для развития микрогенерации действует Федеральный закон №471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон “Об электроэнергетике” в части развития микрогенерации». Закон призван оказывать стимулирующее воздействие на российский сегмент микрогенерации.

В Казахстане действует Приказ Министра энергетики от 08.07.2016 года за № 309 «Правила купли продажи электроэнергии от ВИЭ», редакция которой обновлена Приказом Министра от 29.09.2022 года за № 308. Согласно Приказу, для подключения объекта (объектов) по использованию ВИЭ к электрическим сетям энергопередающей организации, энергоснабжающая организация заключает с потребителем договор купли-продажи электрической энергии в соответствии с гражданским законодательством Республики Казахстан.

В документах устанавливают само понятие объекта микрогенерации, который принадлежит потребителю электрической энергии и присоединен к электросети на уровне напряжения не выше 1000 вольт. При этом генерация электроэнергии может осуществляться, как по традиционной системе, так и с использованием ВИЭ и объем выдачи электроэнергии в сеть не должна превышать максимальную мощность, в точке поставки.

В Казахстане действует закон «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» в редакции от 09.11.2020 № 373-VI и от 01.04.2021 № 26-VII. Согласно закону расчетно-финансовый центр заключает договора купли-продажи электрической энергии с энергопроизводящими организациями, использующими ВИЭ. Поддержка их осуществляется в соответствии с настоящим Законом, и включенными уполномоченными органами в перечень энергопроизводящих организаций, использующих

ВИЭ, и осуществляет покупку электрической энергии в течение пятнадцати лет с даты начала комплексных испытаний, при которых осуществлен отпуск электрической энергии в единую электроэнергетическую систему Республики Казахстан.

Активное действие закона развития микрогенерации в Республике Казахстан позволит развиваться распределенной генерации за счет возобновляемых источников. Данная система позволила бы снизить нагрузку на электрическую сеть и потери электроэнергии.

Информация о финансировании

Данная научная работа является результатом, полученным в ходе реализации проекта ИРН № АР14872147, финансируемого в рамках грантового финансирования от Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Выводы

Для повышения эффективности электроснабжения важную роль играет развитие распределенной генерации на базе возобновляемых источников энергии. При этом развитие ВИЭ для электроснабжения объектов позволит решить ряд важных проблем:

- эффективно развивать систему энергосбережения путем повышения энергоэффективности электроснабжения за счет снижения потери электрической энергии, когда ВИЭ замещает потребляемую электроэнергию из сети;

- обеспечить надежность электроснабжения и качество потребляемой электроэнергии за счет комбинированной системы из двух и более энергоустановок на основе ВИЭ и традиционных источников;

Применение технологии ВИЭ в энергетике решает задачи:

- замещения органических видов топлива и снижения выбросов в окружающую среду;

- снижения затрат на потребляемую энергию, в условиях роста цен на топливо;

Из вышеперечисленных преимуществ, только первый показатель является техническим. Он не зависит от страны, где применяются технологии ВИЭ. Другие преимущества определяются рынком энергетического оборудования, стоимостью топлива, тарифами на электроэнергию и т.д.

Таким образом, роль ВИЭ в энергетике растет и во многих странах мира действует Программа их развития. При этом, важное значение имеет Государственная политика на поддержание механизмов по развитию ВИЭ.

Список использованных источников

- 1 **Sheryazov, S. K., Ptashkina-Girina, O. S.** Methods of effective use of solar power system. 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016 // IEEE Conference Publications. – С.7910986. – <https://doi.org/10.1109/ICIEAM.2016.7910986>.
- 2 **Sheryazov, S. K., Ptashkina-Girina, O. S., Nizamutdinova, N. S.** Technological and Economic Evaluation of the System of Heat Supply with the Usage of Renewable Sources of Energy // International Multi-Conference on Industrial Engineering and Modern Technologies. Publisher: IEEE - 2019. – <https://doi.org/10.1109/FarEastCon.2018.8602526>.
- 3 **Sheryazov, S. K., Issenov, S. S., Kaidar, A. B.** Classification of wind energy nversion systems // Вестник Торайгыров университета. Энергетикалык сериясы. – № 3. – 2020. – С. 356–364.
- 4 **Сухоплюев Ю.** Текущее состояние и развитие ЕЭС Казахстана. Энергетика. – Алматы, 2021. – С.6–11.
- 5 Данные Международного агентства по возобновляемой энергии IRENA [Электронный ресурс]. – <URL:https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic>.
- 6 Министерство энергетики Республики Казахстан [Электронный ресурс]. – <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=ru>.
- 7 Ветроэнергетика Казахстана: вчера, сегодня, завтра [Электронный ресурс]. – <https://eenergy.media/archives/10703>.
- 8 Аналитики прогнозируют пик дефицита электроэнергии в Казахстане в 2029 году [Электронный ресурс]. – https://www.kt.kz/rus/ekonomika/_1377946930.html.
- 9 Анализ рынка электроэнергии январь-декабрь 2021 года. Самрук-Энергия. – Астана, 2022.
- 10 Казахстанская компания по управлению электрическими сетями [Электронный ресурс]. – www.kegoc.kz.

References

- 1 **Sheryazov, S. K., Ptashkina-Girina, O. S.** Methods of effective use of solar power system // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016. IEEE Conference Publications. – С.7910986. – <https://doi.org/10.1109/ICIEAM.2016.7910986>.
- 2 **Sheryazov, S. K., Ptashkina-Girina, O. S., Nizamutdinova, N. S.** Technological and Economic Evaluation of the System of Heat Supply with the Usage of Renewable Sources of Energy // International Multi-Conference on

Industrial Engineering and Modern Technologies. – Publisher : IEEE, 2019. – <https://doi.org/10.1109/FarEastCon.2018.8602526>.

3. Sheryazov S.K., Issenov S.S., Kaidar A.B. [Classification of wind energy conversion systems] // Bulletin of Toraighyrov University. Energetikalық seriyasy. – No. 3. – 2020. – P. 356–364.

4 **Sukhopylyuev, Yu.** The current state and development of the UES of Kazakhstan. Energy. – Almaty, 2021. – P. 6–11.

5 Dannyye Mezhdunarodnogo agentstva po vobnovlyayemyim istochnikam energii IRENA [Data from the International Renewable Energy Agency IRENA] [Electronic resource]. – <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic>.

6 Ministerstvo Energetiki Respubliki Kazakhstan [Ministry of Energy of the Republic of Kazakhstan] [Electronic resource]. – <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo?lang=ru>.

7 Vetroenergetika Kazakhstana : vchera, segodnya, zavtra [Wind energy of Kazakhstan : yesterday, today, tomorrow] [Electronic resource]. – <https://eenergy.media/archives/10703>.

8 Analitiki prognoziryuyut pik defitsita elektroenergii v Kazakhstane v 2029 godu [Analysts predict the peak of electricity shortage in Kazakhstan in 2029] [Electronic resource]. – https://www.kt.kz/rus/ekonomika/_1377946930.html

9 Analiz rynka elektroenergii za yanvar’-dekabr’ 2021 g. [Analysis of the electricity market January-December 2021]. Samruk is Energy. – Astana, 2022.

10 Kazakhstanskaya kompaniya po upravleniyu elektricheskimi setyami [Kazakhstan Electric Grid Management Company] [Electronic resource]. – www.kegoc.kz.

Материал поступил в редакцию 20.06.23.

*С. С. Исенов¹, С. Қ. Шерьязов²

¹С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана қ.;

²Оңтүстік Орал мемлекеттік аграрлық университеті, Ресей Федерациясы, Челябинск қ.

Материал 20.06.23 баспаға түсті.

ЖАҢАРТЫЛАТЫН КӨЗДЕР БАЗАСЫНДА ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУ ЖҮЙЕЛЕРІНІҢ ЖАЙ-КҮЙІ МЕН ДАМУЫН ТАЛДАУ

Ғылыми мақалада жаңартылатын көздер негізінде электр энергетикасы мен қолданыстағы электрмен жабдықтау жүйелерінің

жай-күйі мен дамуына талдау жасалды. Жаңартылатын энергияның әртүрлі түрлерінен белгіленген қуат пен тұтынылатын электр энергиясы бойынша көрсеткіштер келтірілген. Электр энергетикасында жаңартылатын энергетиканы дамыту қажеттілігінің негізгі факторы электр желілік жабдықтың мұрнына байланысты электрмен жабдықтау шығындарының тұрақты өсуінің байқалатын үрдісі және тра-диялық энергия тасымалдаушыларға бағаның тұрақты өсуі, сондай-ақ энергетикалық қауіпсіздікті қамтамасыз ету қажеттілігі болып табылады.

Егер өндірістің маусымдық ха-рактерін және сәйкесінше электр энергиясын тұтынуды ескеретін болсақ, ауылдық тауар өндірушілерді автономды электрмен жабдықтау үшін үлкен шығындар қажет болады. Жаңартылатын көздерді пайдалана отырып, шалғайдағы ауыл тұтынушыларын энергиямен жабдықтау мәселесін шешу үшін электрмен жабдықтау жүйелерін негіздей және дамыта отырып, ғылыми зерттеулер қажет.

Осылайша, жаңартылатын энергетиканың дамуы бүкіл әлемде және әлемнің көптеген елдерінде олардың даму бағдарламасы бар. Бұл ретте ЖЭК дамыту жөніндегі тетіктерді қолдауға арналған мемлекеттік саясаттың маңызы зор. ЖЭК арасында жел энергетикасы үлкен дамуға ие болды. Электрмен жабдықтау жүйесінде жел энергиясын пайдалану үшін оның ерекшеліктерін зерттеу қажет.

Кілтті сөздер. жаңартылатын энергия көздері, электрмен жабдықтау, жел энергетикасы, микрогенерация, энергияны үнемдеу.

*S. S. Issenov¹, S. K. Sheryazov²

¹S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University,
Republic of Kazakhstan, Astana;

²South Ural State agrarian University,
Russian Federation, Chelyabinsk.

ANALYSIS OF THE STATE AND DEVELOPMENT OF ELECTRICITY SUPPLY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE SOURCES

The scientific article analyzes the state and development of electric power and existing power supply systems based on renewable sources. The indicators for installed capacity and electricity consumption from various types of renewable energy are given. The main factor of the need for the development of renewable energy in the electric power industry is

the observed trend of constant growth in electricity supply costs due to the wear of power grid equipment and the constant increase in prices for traditional energy carriers, as well as the need to ensure energy security.

Large costs will be required for autonomous electricity supply to rural producers, taking into account the seasonal nature of production and, accordingly, electricity consumption. To solve the problem of energy supply to remote rural consumers using renewable sources, scientific research is required with the justification and development of power supply systems.

Thus, the development of renewable energy is observed everywhere and in many countries of the world there is a program for their development. At the same time, the State policy on maintaining mechanisms for the development of renewable energy is of great importance. Among renewable energy sources, wind energy has received great development. To use wind energy in the power supply system, it is necessary to study its features.

Keywords: renewable energy sources, electricity supply, wind power, microgeneration, energy conservation.

Теруге 20.06.2023 ж. жіберілді. Басуға 30.06.2023 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

17,5 Мб RAM

Шартты баспа табағы 22,67. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: А. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Тапсырыс № 4103

Сдано в набор 20.06 2023 г. Подписано в печать 30.06 2023 г.

Электронное издание

17,5 Мб RAM

Усл. печ. л. 22,67. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка: А. Мыржикова

Корректор: А. Р. Омарова

Заказ № 4103

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университет»

коммерциялық емес акционерлік қоғамы

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

E-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-energy.tou.edu.kz