

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ  
БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»  
КеАҚ



КӨЛІК-ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



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

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

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

Астана, 2026

**УДК 656:620.9**

**ББК 65.37+65.305.1**

**A43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Талтенов А.А., член Правления – Проректор по науке и коммерциализации, д.х.н., профессор; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., ассоциированный профессор; Тлепиева Г.М. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», к.т.н., доцент; Тогизбаева Б.Б. – заведующая кафедрой «Транспортная инженерия», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующая кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Жумажанов С.К.– заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент; Садыкова С.Б. – заведующая кафедрой «Теплоэнергетика», PhD, доцент.

**A43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения:** XIV Международная научно-практическая конференция, 19 марта 2026г. / Подгот. А.А. Талтенов, У.Ш. Кокаев, Г.М. Тлепиева – Республика Казахстан, г.Астана, НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева», 2026. – 632 с.

**ISBN 978-601-385-216-4**

В сборник включены материалы XIV Международной научно-практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 19 марта 2026 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам логистики, 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 и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.

**ISBN 978-601-385-216-4**

**УДК 656:620.9**  
**ББК 65.37+65.305.1**

© НАО «ЕНУ имени Л.Н. Гумилева», 2026

**Секция 5 «ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ  
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ»**

<b>Азмуханбетов Б.Т.</b> ТҰРАҚТЫ ТОК ҚОЗҒАЛТҚЫШТАРЫН БАСҚАРУДАҒЫ ПИД-РЕТТЕГІШТЕРДІ ГЕНЕТИКАЛЫҚ АЛГОРИТМ ЖӘНЕ ФАЗЗИ-ЛОГИКА АРҚЫЛЫ ОҒТАЙЛАНДЫРУ	565
<b>Айсанов А.Б.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ИЗОЛЯЦИИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	569
<b>Ашимов Д.Е.</b> МЕТОДЫ АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИМПУЛЬСОВ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ В КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЯХ И ИХ АДАПТАЦИЯ К УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН	575
<b>Әлімқазы Ш., Нұржанова А.Б.</b> ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК ТОЛҚЫНДАР. ТЕОРИЯЛЫҚ ТАЛДАУ.	579
<b>Багиров И.Я.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ К РАСЧЕТАМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ	584
<b>Гайнуллина Д.А.</b> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ-НАПРЯЖЕНИЯ	590
<b>Ғизат М.Н.</b> АСТАНА ҚАЛАСЫНЫҢ ЖАҒДАЙЫНДА ОРТАЛЫҚ ЭЛЕКТР ЖЕЛІСІНЕ ҚОСЫЛМАЙТЫН ТІК ЖЕЛІ ТУРБИНАЛАРЫ НЕГІЗІНДЕГІ ЖЕРГІЛІКТІ ЭЛЕКТРОМОБИЛЬДЕРДІ ЗАРЯДТАУ СТАНЦИЯСЫН ЖОБАЛАУ	593
<b>Зуев Д.Н.</b> МЕТОДЫ КОМПЕНСАЦИИ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ГЛОБАЛЬНОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМЕ	596
<b>Қайратов А.К.</b> ИНТЕГРАЦИЯ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕСС ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,4–35 кВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ НОРМАТИВНО КОРРЕКТНОЙ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ	601
<b>Қостанаев Ә.Д.</b> 0,4 КВ ЖЕЛІЛЕРІНДЕГІ РЕАКТИВТІ ҚУАТТЫ КОМПЕНСАЦИЯЛАУ ЖҮЙЕСІН МОДЕЛЬДЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ	605
<b>Ниязов Б.Ш.</b> СОЦИАЛЬНОЕ ВОСПРИЯТИЕ ПЕРЕХОДА К ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ В КАЗАХСТАНЕ	609
<b>Сағиев Т.А.</b> ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ SSB	614
<b>Сейткалиева М.С.</b> АУЫСПАЛЫ ЖІЛІКТІ ЖАҒАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНЕ БІРІКТІРУ	619
<b>Социал Б.Қ.</b> ЖОҒАРЫ ТОК ГАРМОНИКАСЫН БАСУ ҚҰРЫЛҒЫСЫ	622
<b>Уаханова К.Б.</b> ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА КҮН-ЖЕЛІ ГИБРИДТІ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕЛЕРІН ҚОЛДАНУДЫҢ ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ	628

рассматриваться как неотъемлемая часть стратегического планирования в сфере энергетики.

#### Список использованных источников

1. Указ Президента Республики Казахстан от 2 февраля 2023 года № 121 «О Стратегии достижения углеродной нейтральности Республики Казахстан до 2060 года». – Астана, 2023. – URL: <https://adilet.zan.kz>
2. Закон Республики Казахстан от 4 июля 2009 года № 165-IV «О поддержке использования возобновляемых источников энергии». – (с изменениями и дополнениями). – URL: <https://adilet.zan.kz>

УДК 621.311:621.354

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ВНЕДРЕНИЯ МОБИЛЬНЫХ НАКОПИТЕЛЕЙ НА БАЗЕ SSB

Сағиев Төрехан Айтжанұлы

[torehansagiev@gmail.com](mailto:torehansagiev@gmail.com)

Студент кафедры “Электроэнергетика”

ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан

*Аннотация:* В статье представлен технико-экономический анализ перехода от литий-ионных систем к твердотельным аккумуляторам (SSB) в условиях децентрализованного энергоснабжения Казахстана. Исследованы эксплуатационные ограничения Li-ion технологий в условиях резко континентального климата и преимущества SSB по плотности энергии и пожарной безопасности. Обосновано применение мобильных «Мини-энергоблоков» для нивелирования «утиной кривой» нагрузки в микро сетях. Расчет LCOS подтверждает финансовое преимущество SSB на жизненном цикле 25 лет за счет снижения затрат на обслуживание. Результаты исследования ориентированы на повышение надежности электроснабжения промышленных объектов первой категории.

*Ключевые слова:* твердотельные накопители (SSB), мобильные энергоблоки, LCOS, распределенная энергетика, энергетическая безопасность РК, «утиная кривая».

Энергосистема Казахстана характеризуется критическим износом инфраструктуры (57%) и ростом аварийности на 23% ежегодно [1,4]. Для удаленных объектов (шахт, вахтовых поселков) строительство традиционных ЛЭП экономически нецелесообразно: установка 6 км линии 110 кВ может превышать 2 млрд тенге[1]. Применяемые Li-ion системы (LFP/NMC) ограничены климатическими факторами РК: при температурах ниже  $-30^{\circ}\text{C}$  их ёмкость падает на 50%, а риск образования литиевых дендритов (рис.1) при зарядке на холоде ведёт к внутренним замыканиям и пожарам [17].

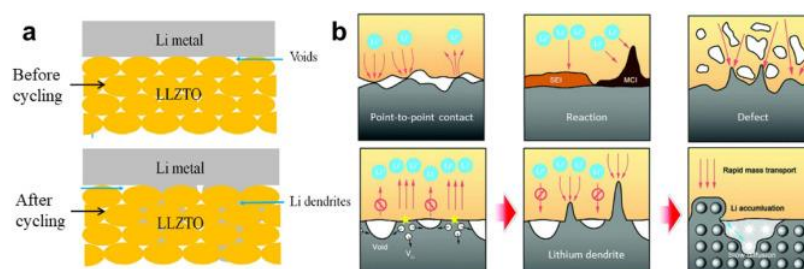


Рисунок 1 - Механизм образования литиевых дендритов в Li-ion ячейках при низких температурах

Инцидент на шахте «Абайская» в 2024 году, повлекший эвакуацию 155 горняков из-за отсутствия резервного питания, подтверждает необходимость внедрения пожаробезопасных SSB-накопителей, не склонных к терморазгону до 200°C [18].

*Сравнительный технический анализ SSB и Li-ion.* Твердотельные аккумуляторы (SSB) (см. рис.2)используют твердый электролит, что позволяет применять анод из металлического лития. Это обеспечивает плотность энергии 250–800 Вт\*ч/кг, что в 2–3 раза выше показателей Li-ion [6,10].

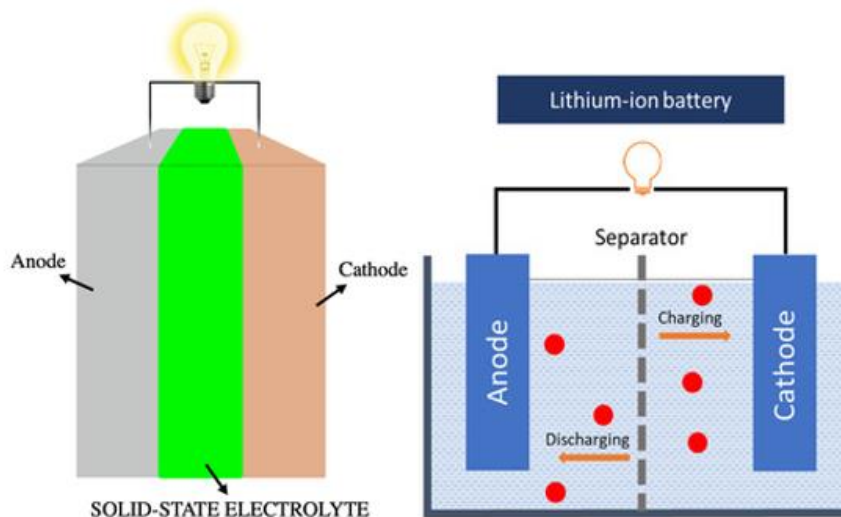


Рисунок 2 - Структурная схема твердотельного аккумулятора с металлическим литиевым анодом

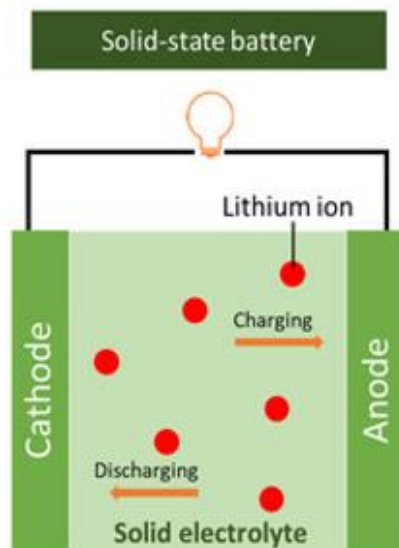


Рисунок 3 - Динамика циклической емкости Li-ion и SSB систем

Саморазряд в литий-ионных батареях вызван химическими реакциями на границе раздела электрода и жидкого электролита, а также микр замыканиями. В качественных Li-ion ячейках саморазряд около 1–3% в месяц. Исследуемые данные показывают, что SSB системы могут достичь саморазряда ниже 1% в месяц, что хорошо для аварийного резерва и систем, работающих в циклическом режиме [15].

Таблица 1  
Техническое сравнение Li-ion и SSB технологий

Параметр	Li-ion (LFP/NMC)	Твердотельные (SSB)	Значение для условий РК
Удельная энергия (Вт*ч/кг)	160 – 250	250 – 800	Снижение массы контейнера на 30–40%.
Температурный режим	-20°C до +50°C	-40°C до +100°C	Работа в степных условиях без HVAC.
Саморазряд (в месяц)	1% – 3%	< 1%	Надежность аварийного резерва.
Циклический ресурс	3,000 – 5,000	10,000 – 15,000+	Срок службы до 25 лет.
Время зарядки (до 80%)	30 – 45 мин	3 – 15 мин	Быстрая реакция на пики нагрузки.

Отсутствие жидкой фазы в SSB исключает утечки и выделение токсичных газов, что делает их отличным решением для подземных работ [6,8].

*Концепция «Мини-энергоблока».* В условиях дефицита мощностей контейнеризированная SSB-система емкостью более 10 МВт·ч в габарите 6 метра (см. рис.5) способна заменить строительство подстанций. Такой блок работает в режиме «виртуальной ЛЭП», заряжаясь в периоды избыточной генерации ВИЭ и выдавая энергию в вечерние пики, сглаживая «утиную кривую»(см. рис.4) нагрузки [16].

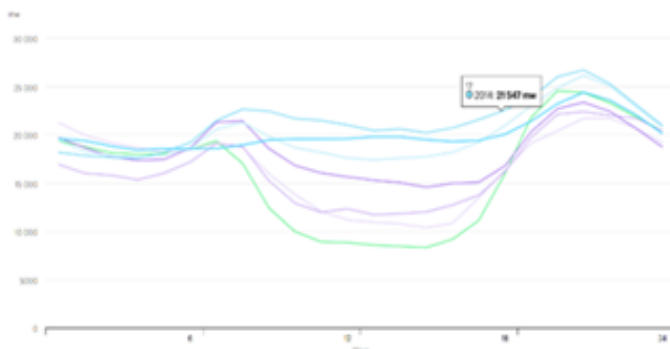


Рисунок 4 - График «утиной кривой» нагрузки в энергосистеме

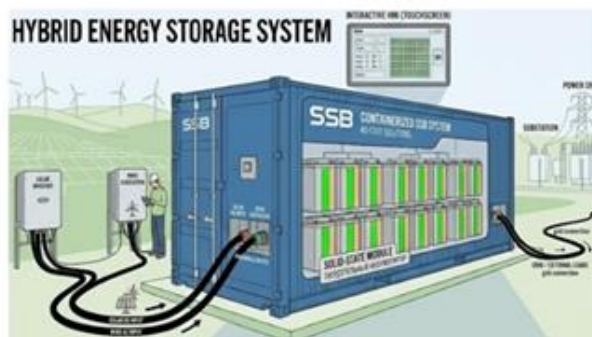


Рисунок 5 - Мобильный «Мини-энергоблок» мощностью 10 МВтч в исполнении Plug-and-Play

Кейс: Рассмотрим гипотетический сценарий обеспечения энергией поселка в Кызылординской или Улытауской области. Текущие решения часто полагаются на

дизель-генераторы, себестоимость электроэнергии высока из-за стоимости доставки топлива.

Применение SSB в мобильном исполнении Plug-and-Play обеспечивает:

1. Интеграция с ВИЭ: Работа в связке с солнечной станцией, где SSB аккумулирует дневной избыток энергии для ночного потребления.
2. Эффективность в экстремальном холоде: Твердый электролит не замерзает и не требует постоянного подогрева в зимнюю ночь, что экономит 5–10% энергий.
3. Мобильность: При выработке ресурса месторождения контейнерный блок легко транспортировать на новый участок без потерь.
4. Аварийный режим: Мгновенный переход в режим формирования сетки (grid-forming) при авариях на магистральных сетях, поддерживая работу насосов и систем связи.

Использование SSB сокращает площадь застройки под СНЭ на 30–40%, упрощая проектирование фундаментов и систем безопасности [6,14].

Экономический анализ жизненного цикла (LCOS). Сравнивая капитальные расходы накопителей, твердотельные системы (\$350–\$600 за кВтч) выше, но анализ по методике LCOS (levelized cost of storage) подтверждает их долгосрочную эффективность [11,12,13].

$$LCOS = \frac{\text{(общие затраты за весь срок службы)}}{\text{(общий объем накопленной энергии за весь срок службы)}}$$

$$LCOS = \frac{Capex + \sum_{n=1}^N \frac{Opex_n}{(1+r)^n} + \sum_{n=1}^N \frac{Tax_n}{(1+r)^n} + \sum_{n=1}^N \frac{Charging_n}{(1+r)^n} + C_{rec} + C_{rep}}{\sum_{n=1}^N \frac{E_{Discharge}}{(1+r)^n}}$$

где Capex - это величина первоначальных инвестиционных затрат,

Opex<sub>n</sub> - это ежегодная сумма затрат на эксплуатацию и обслуживание,

Tax<sub>n</sub> - ежегодная налоговая сумма на электростанцию,

Charging<sub>n</sub> - ежегодная сумма затрат на зарядку,

C<sub>rep</sub> - приведенная стоимость затрат на замену батарей,

C<sub>rec</sub> - приведенная остаточная стоимость электростанции,

E<sub>Discharge</sub> - разряд системы накопления энергии,

N — срок службы станции.

Долговечность: SSB служат 20–25 лет, исключая обязательную для Li-ion замену ячеек через каждые 8 лет [6,8]. Снижение операционных расходов: Отсутствие систем активного охлаждения снижает ежегодные операционные расходы на 15–20% [11,12].

Таблица 2  
Сравнительный экономический прогноз (2026–2030)

Показатель	Li-ion (LFP)	Твердотельные (SSB)	Обоснование
Удельный CapEx (\$/кВт·ч)	\$150 – \$250	\$350 – \$600	SSB дороже на этапе закупки.
Жизненный цикл (лет)	8 – 12	20 – 25	Выше в 2 раза.
Затраты на HVAC (% емкости)	3% – 5%	1% – 2%	Экономия на охлаждении.

Показатель	Li-ion (LFP)	Твердотельные (SSB)	Обоснование
Итоговый LCOS (\$/МВт)	250 – 320	180 – 240	SSB дешевле на горизонте 20 лет.

**Заключение.** Твердотельные накопители как фундамент энергетического суверенитета. Внедрение твердотельных накопителей (SSB) является главным путем к обеспечению безопасности Казахстана в условиях 57%-ного износа сетей и миллиардных потерь от аварий. Использование литий-ионных систем в шахтах и северных регионах страны создает высокие риски пожаров и требует избыточных затрат на подогрев батарей. SSB решают эти вызовы: негорючий электролит гарантирует пожаробезопасность, а стабильность при  $-40^{\circ}\text{C}$  и срок службы до 25 лет снижают стоимость хранения энергии (LCOS) до  $\$180\text{--}\$240/\text{МВт}\cdot\text{ч}$  [1,4,11,12].

Опора на местное сырье (графит, никель, марганец) и разработки National Laboratory Astana позволит создать независимый энергетический каркас и гарантировать устойчивое развитие до 2060 года. Экономический анализ подтверждает, что переход на SSB, несмотря на высокие первоначальные вложения, оправдан кратным снижением совокупной стоимости владения. Для масштабирования технологии в Казахстане необходима актуализация нормативно-правовой базы, введение стандартов безопасности для накопителей и разработку пилотных проектов в горнодобывающем секторе [2,3]. Твердотельные батареи — это не просто инновация, это стратегический гарант энергетической безопасности страны на десятилетия вперед.

#### С п и с о к и с п о л ь з о в а н н ы х и с т о ч н и к о в

1. Национальный энергетический доклад РК, 2024.
2. Стратегия углеродной нейтральности РК до 2060г. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/U2300000121/links>
3. Zhumabay Bakenov (0000-0003-2781-4955) - ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2781-4955>
4. Надежность сети - Интегрированный годовой отчет 2024 - KEGOC <https://ar2023.kegoc.kz/ru/network-reliability.html>
5. Solid-state battery - Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state\\_battery](https://en.wikipedia.org/wiki/Solid-state_battery)
6. What Are Solid-State Batteries and When Will They Become Available?, <https://etcjournal.com/2025/10/11/what-are-solid-state-batteries-and-when-will-they-become-available/>
7. Quasi-Solid-State Polymer Electrolyte Based on Highly Concentrated LiTFSI Complexing DMF for Ambient-Temperature Rechargeable Lithium Batteries | Industrial & Engineering Chemistry Research - ACS Publications, <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.iecr.2c00777>
8. Solid-state batteries: Hype, hopes, and hurdles - Physics Today, <https://physicstoday.aip.org/features/solid-state-batteries-hype-hopes-and-hurdles>
9. Battery Energy Storage in Remote Communities: Adoption Rates - Patsnap Eureka, <https://eureka.patsnap.com/report-battery-energy-storage-in-remote-communities-adoption-rates>
10. Solid-State Lithium Batteries: Advances, Challenges, and Future ..., <https://www.mdpi.com/2313-0105/11/3/90>
11. The Levelized Cost of Storage of Electrochemical Energy - Frontiers <https://www.frontiersin.org/journals/energy-research/articles/10.3389/fenrg.2022.873800/full>
12. Levelized Cost of Storage (LCOS) of Battery Energy Storage Systems (BESS) Deployed for Photovoltaic Curtailment Mitigation - MDPI <https://www.mdpi.com/1996-1073/18/14/3602>
13. Maximizing Efficiency: Understanding the Levelized Cost of Storage (LCOS) for Energy Storage Systems - eszoneo.com <https://eszoneo.com/info-detail/maximizing-efficiency-understanding-the-levelized-cost-of-storage-lcos-for-energy-storage-systems>

14. Understanding BESS Specifications: Key Factors to Consider <https://sinovoltaics.com/energy-storage/storage/understanding-bess-specifications-key-factors-to-consider/>
15. Lithium Battery Self Discharge Rate: How to Minimize Loss and Extend Lifespan - tycorun <https://www.tycorun.com/blogs/news/lithium-battery-self-discharge-rate>
16. <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/the-california-duck-curve>
17. <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/lithium-dendrite>
18. На шахте "Абайская" эвакуировали 155 горняков - Караван <https://www.caravan.kz/news/na-shahte-abajskaja-jevakuirovali-155-gornjakov/>
19. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590238520301284>

ӘӨЖ 620.92

## **АУЫСПАЛЫ ЖИЛІКТІ ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ҚАЗАҚСТАННЫҢ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ЖҮЙЕСІНЕ БІРІКТІРУ**

**Сейткалиева Мадина Сапаркановна**  
[m.seitkaliyeva@mail.ru](mailto:m.seitkaliyeva@mail.ru)

Л.Н.Гумилев атындағы ЕҰУ «Электрэнергетика» кафедрасының магистранты, Астана,  
Қазақстан

Ғылыми жетекшісі: PhD, аға оқытушы Тынышбаева Қымбат Мұратжанқызы

*Түйіндемe.* Мақалада жаңартылатын энергия көздерін (ЖЭК), атап айтқанда күн электр станцияларын Қазақстанның біртұтас энергетикалық жүйесіне интеграциялаудың техникалық мәселелері қарастырылады. ЖЭК генерациясының құбылмалылығы мен метеорологиялық факторларға тәуелділігі, сондай-ақ олардың электр энергетикалық жүйенің тұрақтылығы мен жиілік режимдеріне әсері талданады. Зерттеу барысында фотоэлектрлік жүйелерге тән айналмалы инерцияның төмендігі және оның желі жиілігінің тұрақсыздануына ықпалы сипатталады. Сонымен қатар, қуат теңгерімін сақтау үшін жедел әрекет ететін резервтік қуат көздерінің маңыздылығы негізделіп, генерацияның күрт өзгеру жылдамдығының (ramp-rate) энергетикалық жүйеге әсеріне шолу жасалады.

*Тірек сөздер:* жаңартылатын энергия көздері, ауыспалы жиілік, күн энергетикасы, Қазақстанның энергетикалық жүйесі.

**Кіріспе.** Энергетика саласындағы тұрақты дамуды қамтамасыз ету мақсатында жаңартылатын энергия көздерінің (ЖЭК) үлесі жыл сайын артып келеді. Бұл үрдіс көмірқышқыл газы шығарындыларын азайтуға және энергетикалық дербестікті нығайтуға мүмкіндік береді. Алайда күн энергетикасы сияқты айнымалы ЖЭК-ті қолданыстағы электр энергетикалық жүйелеріне біріктіру бірқатар техникалық және пайдалану мәселелерін туғызады.

Жаңартылатын энергия көздерінің құбылмалылығы және оның себептері. Жаңартылатын энергия көздерінің құбылмалылығы бірнеше табиғи факторларға байланысты. Күн энергетикасында электр энергиясын өндіру деңгейі бұлттылыққа, тәуліктік күн-түн циклдеріне және маусымдық өзгерістерге тәуелді. Мысалы, күн ашық кезде генерация жоғары болса, бұлтты ауа райында немесе түнгі уақытта электр энергиясын өндіру айтарлықтай төмендейді немесе толық тоқтайды.

ЖЭК-тен алынатын электр энергиясының мұндай өзгермелілігі электр энергетикалық жүйенің тұрақтылығына әсер етеді. Электр желісінің негізгі қағидаларының бірі — өндіру мен тұтыну арасындағы нақты уақыттағы тепе-теңдікті сақтау. Генерацияның ауытқуы бұл тепе-теңдікті бұзып, кернеу мен жиіліктің тұрақсыздығына әкелуі мүмкін. Мысалы, бұлттылықтың артуы немесе жел жылдамдығының төмендеуі генерацияның күрт азаюына себеп болып, желідегі кернеу мен жиіліктің ауытқуына және жүйе жұмысының бұзылуына әкелуі ықтимал.