

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

QazaqGreen

qazaqgreen.com

www.kas.de



KONRAD
ADENAUER
STIFTUNG

2025

№ 11 (15) Май

**Better
Energy
Security
Sustainability 2025**

Роль систем накопления энергии BESS
в энергетике Казахстана





АССОЦИАЦИЯ ВИЭ
QAZAQ GREEN

ЕДИНАЯ ПЛОЩАДКА



для казахстанских и международных игроков в отрасли возобновляемых источников энергии

ЦЕЛЬ – КОНСОЛИДАЦИЯ ОТРАСЛИ



объединить субъекты в сфере возобновляемых источников энергии с целью создания благоприятных условий для развития отрасли

МИССИЯ



формирование целостной позиции участников Ассоциации для получения привлекательных условий инвестирования в проекты возобновляемых источников энергии

г. Астана,
мкр. Чубары, ул. А. Княгинина д. 11

qazaqgreen.kz

Участники и партнеры Ассоциации



6—7 ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
ПРЕДСЕДАТЕЛЯ СОВЕТА
ДИРЕКТОРОВ АССОЦИАЦИИ ВИЭ
«QAZAQ GREEN» НУРЛАНА КАПЕНОВА

8—9 ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
ТЪЕРРИ ПЛЕЗАНА, ГЕНЕРАЛЬНОГО
ДИРЕКТОРА TOTALENERGIES
RENEWABLES SERVICES KAZAKHSTAN

10—21 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИНТЕГРАЦИИ ВИЭ В ЭЭС КАЗАХСТАНА



22—31 ПРИМЕНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ
НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ (BESS) В
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



32—39 РАЗВИТИЕ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ
ЭНЕРГИИ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ
ОСНОВА

40—45 КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ АККУМУЛЯТОРНЫХ
СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В
ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И
УСТОЙЧИВОСТИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

46—53 БАЛАНСИРОВКА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ:
ОПЫТ PHOTOMATE И HUAWEI,
А ТАКЖЕ ВЫВОДЫ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ
АЗИИ

54—56 РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В
ЭПОХУ НУЛЕВОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ
ЭНЕРГИИ: РЕВОЛЮЦИЯ В ОБЛАСТИ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ХРАНЕНИЯ
ЭНЕРГИИ



58—59 SUNGROW РЕАЛИЗУЕТ КРУПНЕЙШИЙ
В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ПРОЕКТ
ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

60—65 СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ:
РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТИМУЛЫ В
КАЗАХСТАНЕ

66—73 ЦЕНТР ЭНЕРГЕТИКИ И НОВЫХ
МАТЕРИАЛОВ, NATIONAL LABORATORY
ASTANA, НАЗАРБАЕВ УНИВЕРСИТЕТ:
СОЗДАВАЯ БУДУЩЕЕ ЭНЕРГИИ И
МАТЕРИАЛОВ



74—77 ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ:
ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО

78—80 НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ГЕНЕРАЦИЮ
И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ДЛЯ
УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО

81 ГРАФИК АУКЦИОННЫХ ТОРГОВ ВИЭ
В 2025 ГОДУ

82—85 ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ
«ЗЕЛЕННОЙ» ТРАНСФОРМАЦИИ В
КАЗАХСТАНЕ

86—89 ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ОРГАНИЧЕСКИХ
ОТХОДОВ В ГЕРМАНИИ

90—97 ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
PPA-КОНТРАКТОВ ВИЭ

QazaqGreen

№ 11 (15) 2025

информационно-аналитический
журнал

УЧРЕДИТЕЛЬ:

Ассоциация ВИЭ «Qazaq Green»

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

В. Франк

Н. Н. Капенова

А. С. Соспанова

Т. М. Шалабаев

А. Е. Ахметов

А. Ш. Тлебергенова

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Н. Н. Капенов

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР

Н. В. Шаяхметова

ВЫПУСК ЖУРНАЛА:

ИП «Green Media»

Обложка: с использованием
материалов Envision Energy

Адрес редакции:

010000, Республика Казахстан,

г. Астана, мкр. Чубары,

ул. Княгинина д.11

тел. +7 (7172) 24-12-81

qazaqgreen.kz

ЖУРНАЛ ЗАРЕГИСТРИРОВАН:

Комитет информации Министерства

информации и общественного

развития РК. Свидетельство

№ KZ19VPY00042949 от 19.11.2021 г.

Первичная постановка на учет:

20.11.2019 г., KZ60VPY00017379

Территория распространения:

Республика Казахстан, страны

ближнего и дальнего зарубежья

Общий тираж:

1500 экземпляров

Отпечатано:

ТОО «Print House Gerona»

Любое воспроизведение материалов или их фрагментов возможно только с письменного разрешения редакции. Редакция не несет ответственности за содержание рекламных материалов. Мнение редакции не обязательно совпадает с мнением авторов

Публикация журнала осуществлена при поддержке Фонда им. Конрада Аденауэра

**KONRAD
ADENAUER
STIFTUNG**

**ВЫСТУПЛЕНИЕ ПРЕЗИДЕНТА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН КАСЫМ-ЖОМАРТА ТОКАЕВА
НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ЦЕНТРАЛЬНАЯ АЗИЯ ПЕРЕД ЛИЦОМ ГЛОБАЛЬНЫХ
КЛИМАТИЧЕСКИХ УГРОЗ»**



“

Убежден, что глобальные усилия по «зеленому» переходу дают всем нам уникальный шанс на лучший, чистый, безопасный и процветающий мир. Но для этого мы должны обеспечить как государственное, так и частное финансирование климатических целей в реальных масштабах. Это позволит снизить риски необходимости работы по смягчению последствий, инвестировать в «зеленую» энергетику и построить прибыльную устойчивую экономику. В противном случае переход к углеродной нейтральности будет поставлен под угрозу. Чтобы предотвратить это, мы должны удвоить наши усилия, умножить и расширить наше партнерство. Ни одна страна не сможет пройти столь долгий и сложный путь в одиночку.

4 апреля 2025 года, Узбекистан, г. Самарканд

Информация по производству электрической энергии объектами ВИЭ за 2024 ГОД



УСТАНОВЛЕННАЯ МОЩНОСТЬ

В ТОМ ЧИСЛЕ:

3 032,12 МВт

1 520,05 МВт



Ветровые электростанции



Солнечные электростанции



1 222,61 МВт

287,685 МВт

Малые ГЭС



Биоэлектростанции



1,77 МВт



ВЫРАБОТКА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

В ТОМ ЧИСЛЕ:

7 581,33 млн кВт*ч



Ветровые электростанции

4 513,02 млн кВт*ч



Солнечные электростанции

1 889,59 млн кВт*ч



Малые ГЭС

1 177,13 млн кВт*ч



Биоэлектростанции

1,58 млн кВт*ч

Доля вырабатываемой электроэнергии ВИЭ в общем объеме производства электрической энергии

6,43%

Увеличение выработки электрической энергии объектами ВИЭ за 2024 год по сравнению с 2023 годом составляет

14%



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО ПРЕДСЕДАТЕЛЯ СОВЕТА ДИРЕКТОРОВ АССОЦИАЦИИ ВИЭ «QAZAQ GREEN» НУРЛАНА КАПЕНОВА

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ! ДОРОГИЕ ДРУЗЬЯ!

Совсем недавно Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев на одном из совещаний поставил задачу по геологической разведке, разработке, привлечению инвестиций в производство лития. По разным оценкам, недра страны хранят несколько сотен тысяч тонн лития.

Как известно, сегодня на рынке производства систем накопления энергии BESS доминируют литий-ионные аккумуляторы. Так, на долю литий-железо-фосфатных батарей (LFP) в 2023 году приходилось около 80% общего рынка аккумуляторных батарей в мире. Литий-ионные аккумуляторы остаются ключевой частью кратковременного (<6 часов) хранения энергии, что является очень важным свойством для обеспечения устойчивого энергетического перехода в Республике Казахстан. Поэтому сегодня у нас есть уникальный шанс не просто использовать готовые решения, но и в целом, имея потенциал природных ресурсов и научный потенциал, стать частью цепочки глобальных поставок по системам хранения энергии.

Исторически энергосистема страны основана на традиционной угольной генерации и испытывает дефицит маневренных мощностей. Сегодня эта проблема решается за счет перетоков балансирующей энергии из сопредельных государств. В этой связи уже сегодня нужны балансирующие мощности, которые могли бы обеспечить энергетическую безопасность страны и дальнейшее развитие «зеленой» энергетики.

Одним из таких решений является применение систем накопления энергии BESS, имеющих очень важное преимущество – быструю реализацию проектов по сравнению с реализацией проектов маневренной генерации (газовые и гидроэлектростанции). По оценкам системного оператора, об-

щая потребность в мощностях систем накопления энергии BESS в стране составляет около 2,5-3 ГВт.

На сегодня в нашей стране ведутся дискуссии о необходимости применения систем накопления энергии, однако до сих пор нет практического опыта реализации проектов BESS. Ассоциация ВИЭ «Qazaq Green» при поддержке компании «Хуавей Текнолоджиз Казахстан» разработала Белую книгу «Применение систем накопления энергии BESS в Единой электроэнергетической системе Республики Казахстан», которая призвана стать путеводителем для развития этого направления.

Для дальнейшего обсуждения Qazaq Green совместно с компанией TotalEnergies и Назарбаев Университетом инициировали проведение Международной конференции «Роль систем накопления энергии BESS в энергетике Казахстана». Она состоится 28 мая 2025 года в Астане. На этой конференции мы будем иметь возможность поделиться результатами разработки Белой книги, посмотреть на лучший международный опыт по реализации проектов BESS и, пожалуй, ответить на самый главный вопрос: «Системы хранения энергии BESS – это стратегическая необходимость или переоцененная технология?»

Приглашаю всех заинтересованных слушателей принять участие в мероприятии и желаю всем участникам конференции плодотворной работы.

Нурлан Капенов
Председатель Совета директоров
Ассоциации ВИЭ «Qazaq Green»



ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО ТЬЕРРИ ПЛЕЗАНА, ГЕНЕРАЛЬНОГО ДИРЕКТОРА TOTALENERGIES RENEWABLES SERVICES KAZAKHSTAN

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

TotalEnergies является одной из крупнейших мировых мультиэнергетических компаний с более чем 30-летней историей успешной работы в Республике Казахстан. Наша компания – один из основных партнеров (16,81%) консорциума Северо-Каспийского проекта, отвечающего за разработку месторождения Кашаган.

Являясь глобальным лидером в сфере энергетического перехода, компания TotalEnergies стремится сделать энергию еще более экологически чистой, надежной, недорогой и доступной для как можно большего числа людей, поэтому активно поддерживает стремление Казахстана осуществить успешную декарбонизацию экономики и промышленности. В настоящее время мы активно реализуем проекты «зеленой» энергетики и уже управляем двумя фотоэлектрическими солнечными электростанциями общей мощностью 128 МВт в Кызылординской и Жамбылской областях.

Мы не останавливаемся на этом: сегодня наши планы устремлены на реализацию самого передового, инновационного и масштабного в секторе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) проекта ветровой электростанции мощностью 1 ГВт, крупнейшего не только в Казахстане, но и на всем Евразийском континенте. Этот проект был инициирован лично Президентом Республики Казахстан Касым-Жомартом Кемелевичем Токаевым, и уже в 2023 году компания TotalEnergies подписала соглашение со своими партнерами АО «Самрук-Қазына» и АО «НК «КазМунайГаз» о развитии ветроэнергетического проекта в поселке Мирный (Жамбылская область). Проект «Мирный» является частью межправительственного соглашения между Францией и Казахстаном, направленного на сотрудничество в сфере борьбы с глобальным потеплением. Порядка 200 ветряных турбин общей установленной мощностью 1 ГВт будут объединены с системами накопления энергии на 600 МВт·ч, что позволит обеспечить низкоуглеродной электроэнергией более 1 миллиона казахстанцев.

Как ответственный мультиэнергетический лидер, нацеленный на устойчивое развитие и создание внутристрановой ценности, компания TotalEnergies не просто строит и эксплуатирует ветропарки, мы также заинтересованы помогать Республике Казахстан развивать собственные передовые компетенции в области ВИЭ. Поэтому мы приняли решение об открытии Центра технических компетенций по системам накопления энергии на базе Центра энергетике и науки о новых материалах National laboratory Astana в Назарбаев Университете. Надеемся, что это поможет республике стать одним из мировых центров по исследованию систем хранения и преобразования традиционной и возобновляемой энергии.

Для поддержки этого направления компания TotalEnergies совместно с Ассоциацией ВИЭ «Qazaq Green» и Назарбаев Университетом инициировала проведение Международной конференции «Роль систем накопления энергии в энергетике Казахстана», которая пройдет 28 мая 2025 года в Астане. В конференции примут участие ведущие мировые производители систем накопления энергии BESS: компании Saft, Huawei, Sungrow, Envision, а также представители национальных компаний и ответственных государственных органов. В рамках сессий состоится обсуждение международного опыта реализации проектов BESS, стратегического видения Казахстана и места систем накопления энергии BESS в Единой электроэнергетической системе РК, инноваций, технологий и критических материалов, используемых в этом направлении.

От имени компании TotalEnergies позвольте мне пожелать успехов всем участникам конференции и, пользуясь случаем, заверить, что мы продолжим прилагать все усилия для содействия процессу энергетического перехода в Республике Казахстан.

Тьерри Плезан
Генеральный директор TotalEnergies
Renewables Services Kazakhstan

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ ВИЭ В ЕЭС КАЗАХСТАНА



Бекжан Мукатов,
кандидат технических наук,
эксперт по энергетике

Несмотря на успехи во внедрении ВИЭ в ЕЭС РК, ряд вопросов, связанных с интеграцией ВИЭ, все еще предстоит решить.

К факторам, сдерживающим развитие ВИЭ, следует отнести острый недостаток балансирующих мощностей, ограниченность пропускной способности электрических сетей, в том числе из-за их большой протяженности, а также значительную потребность в тепловой энергии, превышающую потребление электроэнергии.

В то же время необходимо дальнейшее совершенствование законодательства, направленное на снижение инвестиционных рисков, привлечение эффективных источников энергии в энергобаланс, в том числе за счет развития микрогенерации, которая может стать важным источником надежного и доступного энергоснабжения уже в обозримом будущем.

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВЫЗОВЫ

Недостаток маневренной генерации (балансирующих мощностей)

На сегодня основным ограничением, сдерживающим дальнейшее развитие ВИЭ, и крупнейшим вызовом перед энергетическим сектором в целом является ограниченность доступных балансирующих мощностей в Казахстане.

В Казахстане, как и во многих других странах, невозможно не только полностью отказаться от традиционной энергетики в пользу ВИЭ, но и обеспечить внедрение ВИЭ на уровне европейских стран, например, Дании, потому что это вопрос энергобезопасности. В Казахстане ВИЭ нуждаются в резервировании за счет собственных маневренных мощностей, так как извне эти мощности недоступны в необходимом для динамично развивающихся ВИЭ объеме. К примеру, в той же Дании развитие ВИЭ идет быстрыми темпами, причем происходит энергозамещение традиционных источников на ВИЭ. На

это есть несколько причин: высокие тарифы, активное поведение потребителей и своевременное внедрение технологий поддержания надежности функционирования энергосистемы. Важным фактором, помимо достаточных собственных маневренных резервов, является то, что Дания имеет 100%-ный резерв пропускной способности с энергосистемами соседних стран, что позволяет ей балансироваться за счет межгосударственных перетоков от соседних стран: Норвегии, Швеции и других. Для таких целей страны ЕС имеют сильные межгосударственные энергетические и экономические связи, способные обеспечить переток мощности, сопоставимый с мощностью энергосистемы Дании. Такой механизм их взаимодействия на наднациональном уровне закреплён в соответствующих директивах ЕС, которые обязательны к исполнению, что дает определенную гарантию энергобезопасности таким странам, как Дания. В этих условиях, к примеру, Дания может рассчитывать на поставку из соседних европейских стран всего необхо-

димого объема мощностей. Для Испании это уже будет более сложная задача, так как электрические связи энергосистемы с Францией слабее. Сравнивая эти факторы с потребляемой мощностью энергосистемы Казахстана, следует отметить, что возможности его обменной мощности на границе с соседними государствами лимитированы. Также отсутствие унифицированного рынка балансирующей электроэнергии в энергосистемах Центральной Азии сдерживает дополнительные возможности для поддержания баланса.

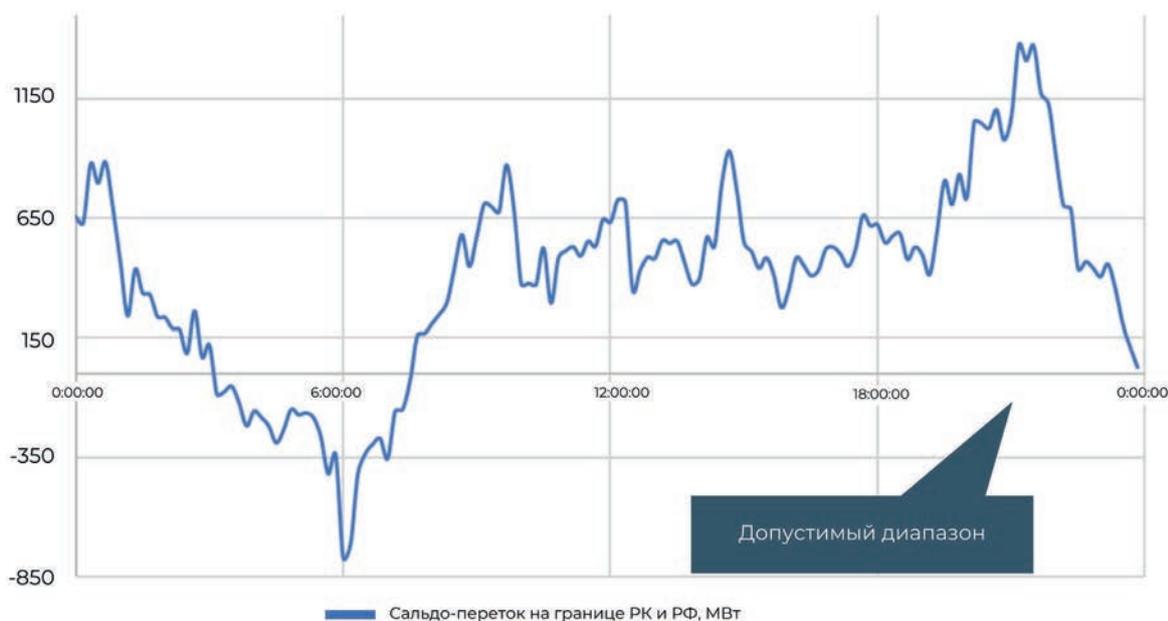
Существующие возможности генерации РК по работе в переменном графике являются недостаточными для удовлетворения профиля потребления мощности потребителей. При текущей технологии организации регулирования частоты в синхронной зоне недостаток и избыток генерации относительно потребления приводят к перетокам мощности на границе с ЕЭС России.

Согласно текущему балансу мощности и возможностей генерации, на сегодня в Казахстане формально профицит мощ-

ностей составляет несколько ГВт. Однако, учитывая плановые и аварийные ремонты на электростанциях, недоступную мощность по причине недостатка топлива, износ оборудования, ограничения, накладываемые со стороны водохозяйственной деятельности и прочих в периоды максимума потребления мощности в энергосистеме РК, этот резерв недоступен и систематически приводит к отклонениям на границе с энергосистемой РФ, достигающим 1000 МВт и более.

В Казахстане ВИЭ нуждаются в резервировании за счет маневренных мощностей, так как возможности покрытия дисбалансов за счет межгосударственных обменов мощности практически исчерпаны. При допустимом отклонении мощности на границе РК и РФ, равном ± 150 МВт, отклонения достигают $\pm 1000 \div 1500$ МВт, то есть превышают в 10 раз и часто являются близкими к максимуму возможностей для балансирования со стороны России.

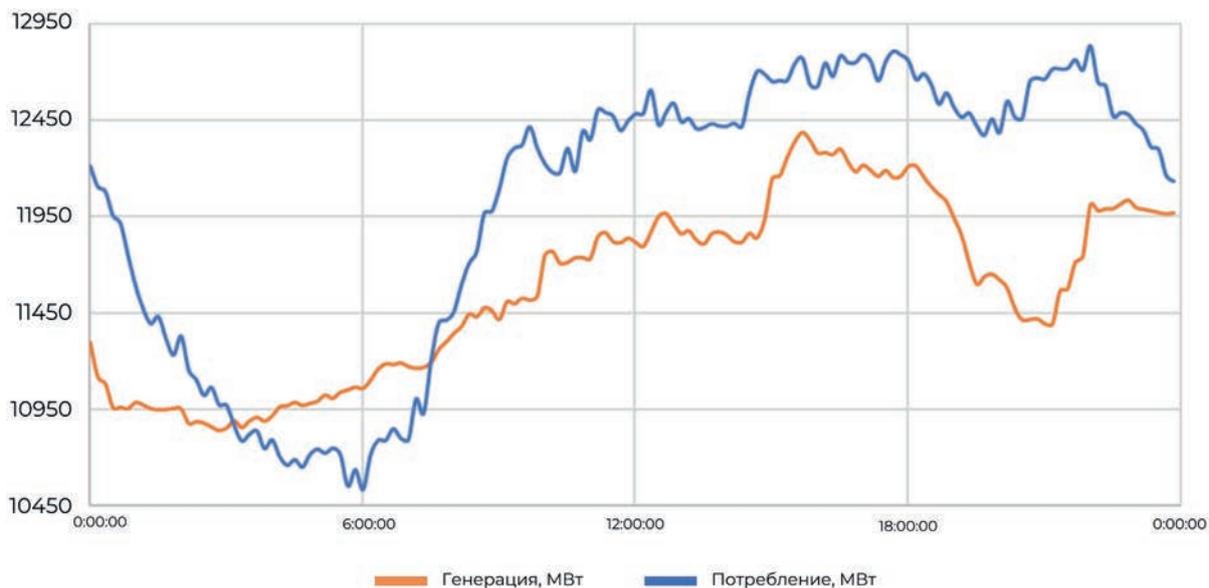
Диаграмма 1. Характерные дисбалансы мощности на границе РК и РФ



В Казахстане нужно развивать маневренные мощности, поскольку угольная генерация, составляющая основу его генерирующих мощностей, не является достаточно гибкой, что сказывается на маневренности энергосистемы Казахстана.



Диаграмма 2. Характерная генерация и потребление электроэнергии в Казахстане



Интегрировать ВИЭ в энергосистему страны с каждым годом становится труднее, потому что объемы выработки ВИЭ растут, а сама выработка остается нестабильной. Эту проблему можно решить либо с помощью создания дополнительной маневренной генерации, либо более дорогим, но быстрым способом – за счет внедрения накопителей электроэнергии. Оба этих решения требуют определенных инвестиций, увеличивая срок окупаемости проектов ВИЭ.

Также среди возможных решений дефицита маневренных мощностей дополнительно можно отметить следующие варианты:

- эффективное использование существующих ГЭС, включая строительство контррегуляторов на действующих гидроэлектростанциях, что позволит высвободить «запертую» маневренную мощность;
- стимулирование потребителей к активности на рынке электроэнергии за счет развития инструментов по управлению спросом, восстановления дифференцированных тарифов, стимулирования мер по энергосбережению.

Препятствием для развития газовых электростанций является загруженность газотранспортной инфраструктуры, учитывая, что основные источники газа находятся на западе страны,



в то время как основной дефицит электроэнергии ощущается на юге. К тому же спрос на газ превышает возможности по его поставкам.

До недавнего времени не было достаточных рыночных сигналов для субъектов рынка электроэнергии (электростанций и потребителей), которые бы привлекли их к участию в регулировании нагрузки в энергосистеме. Однако рыночный механизм, предусмотренный на балансирующем рынке электроэнергии (БРЭ), позволяет стимулировать потенциал регулирования существующих электростанций и потребителей электроэнергии, что должно создать условия для оптимизации строительства определенного объема новых маневренных электростанций.

Аккумуляция энергии ВИЭ подразумевает установку накопителей энергии. Ряд проектов ВИЭ уже предусматривает установку систем накопления. Решение вопроса балансирующих мощностей с помощью накопления энергии становится более привлекательным, принимая во внимание тренд на удешевление стоимости и увеличение сроков эксплуатации батарей.

Развитие гидроэлектроэнергии также выглядит привлекательно, ведь гидроэлектростанции обладают высокой маневренностью и имеют низкие операционные расходы. Кроме того, гидроэнергетика наносит минимальный вред экологии и не имеет вредных выбросов. Однако на данный момент в Казахстане нет ни одного крупного проекта в этой области. Основными препятствиями на пути развития гидроэнергетики в Казахстане являются высокие капитальные вложения, необходимость отчуждения плодородных земель и географическая удаленность потенциальных площадок размещения ГЭС. В этом вопросе необходимо провести совместную работу как Министерству энергетики РК, так и Министерству экологии и природных ресурсов РК для понимания потенциала с точки зрения размещения, на-

личия линий, а также экологической составляющей (оказание потенциального вреда фауне рек и прибрежных территорий).

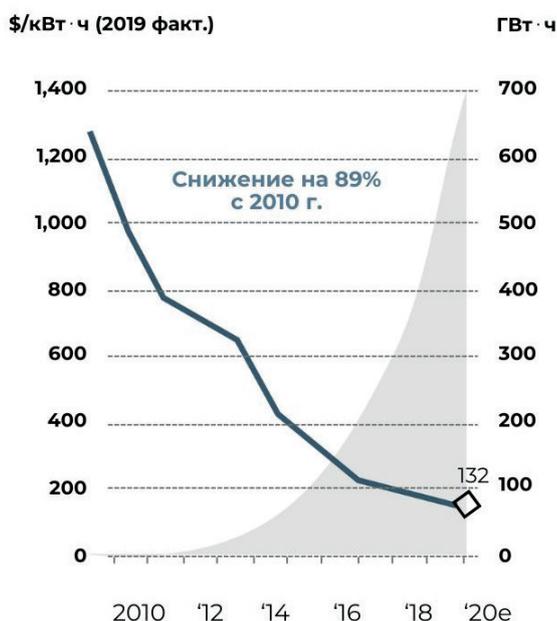
Еще одно перспективное направление – вовлечение потребителей в процесс балансирования. Управление спросом и ценозависимое потребление определенно дешевле, чем строительство маневренных станций. И самое главное, такой подход вовлечет потребителя в процесс, поспособствует повышению его энергетической осознанности, поскольку в данном случае он будет иметь возможность быть участником рынка системных услуг.

Когда вопрос резервирования электроэнергии будет решен, когда установится справедливая цена на рынке электроэнергии для всех источников энергии, тогда можно будет говорить о том, что ветровые и солнечные станции смогут конкурировать с традиционными источниками. Сейчас такой тренд наблюдается во всем мире, так как внедрение ВИЭ – это не только экологически правильно, но и экономически выгодно.

Развитие гидроэлектроэнергии также выглядит привлекательно, ведь гидроэлектростанции обладают высокой маневренностью и имеют низкие операционные расходы. Кроме того, гидроэнергетика при соответствующем проектировании наносит минимальный вред экологии и не имеет вредных выбросов. Основными препятствиями на пути развития гидроэнергетики в Казахстане являются высокие капитальные вложения, необходимость отчуждения плодородных земель и географическая удаленность потенциальных площадок размещения ГЭС. Для эффективного использования гидропотенциала страны необходим системный подход в планировании развития гидроэнергетики со стороны правительства. Это позволит максимизировать мощности ГЭС при минимальных затратах.

Управление спросом и ценозависимое потребление – еще

Диаграмма 3. Ценовые тенденции блоков литий-ионных аккумуляторов



одно перспективное направление, которое определено дешевле строительства маневренных станций. Такой подход вовлечет потребителя в процесс, будет способствовать повышению его энергетической осознанности, поскольку в данном случае у него появится возможность быть участником рынка электроэнергии.

Наличие развитого рынка вспомогательных услуг с рыночным ценообразованием позволяет обеспечить достаточными объемами балансирующих мощностей независимо от природы источника гибкости, что, в свою очередь, будет способствовать

установлению справедливых цен на энергетическом рынке, при условии профицита электроэнергии. При наличии работающего рынка балансирования с достаточными маневренными резервами традиционные электростанции и ВИЭ будут конкурировать в более одинаковых условиях.

Неудовлетворительное состояние традиционной генерации

По данным Комитета по атомному и энергетическому надзору и контролю Министерства энергетики Республики Казахстан,

Диаграмма 4. Информация о наработке паркового ресурса по котельному и турбинному оборудованию, в %

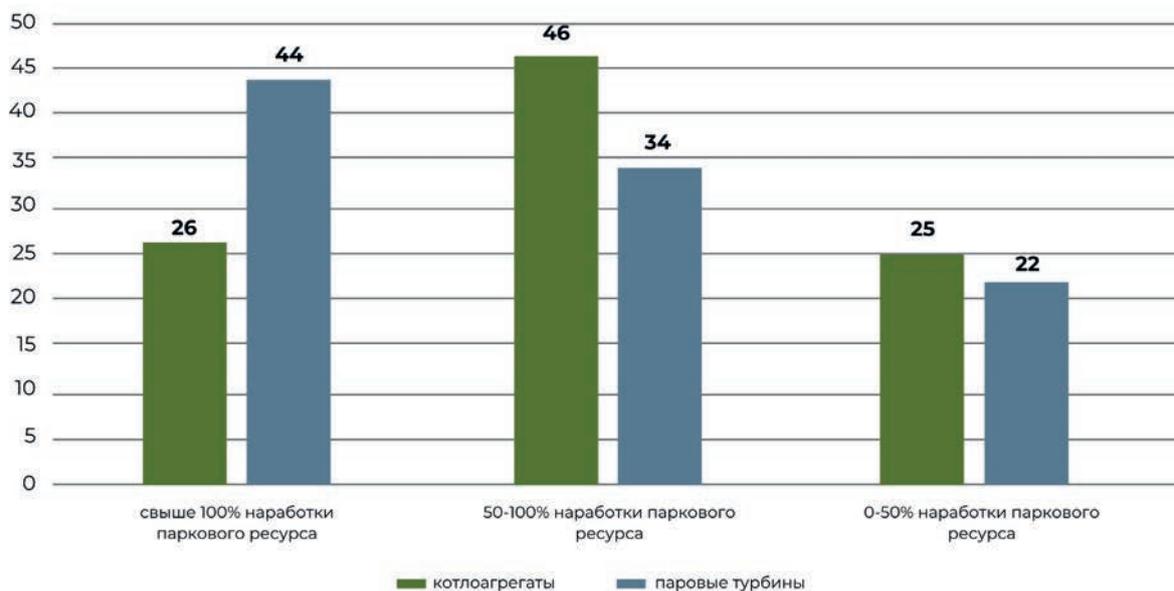
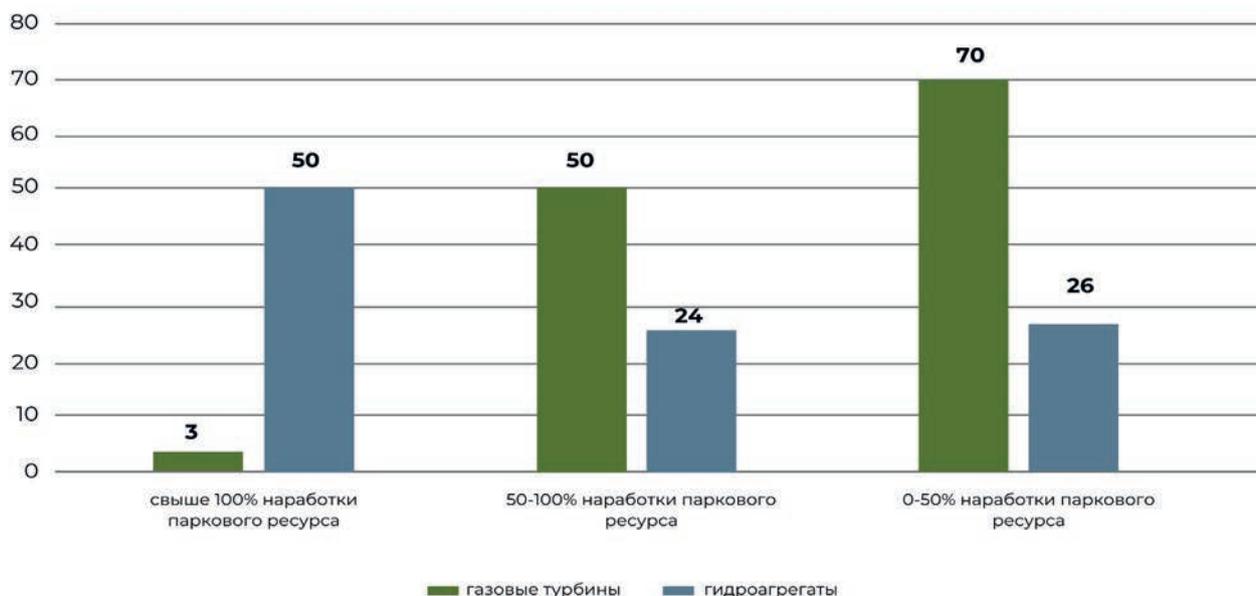


Диаграмма 5. Информация о наработке паркового ресурса по гидроагрегатам, газотурбинному оборудованию, в %



в ЭЭС Казахстана наблюдается высокий износ генерирующего оборудования. Парковый ресурс значительного количества работающего оборудования превышен. На рисунках ниже

представлена информация о наработке котлоагрегатов, паротурбинного оборудования, гидроагрегатов и газотурбинного оборудования.



Диаграмма 6. Возраст генерирующего оборудования тепловых электростанций РК



Диаграмма 7. Возраст генерирующего оборудования гидроэлектростанций РК



Количество аварийных ремонтов растет с каждым годом:

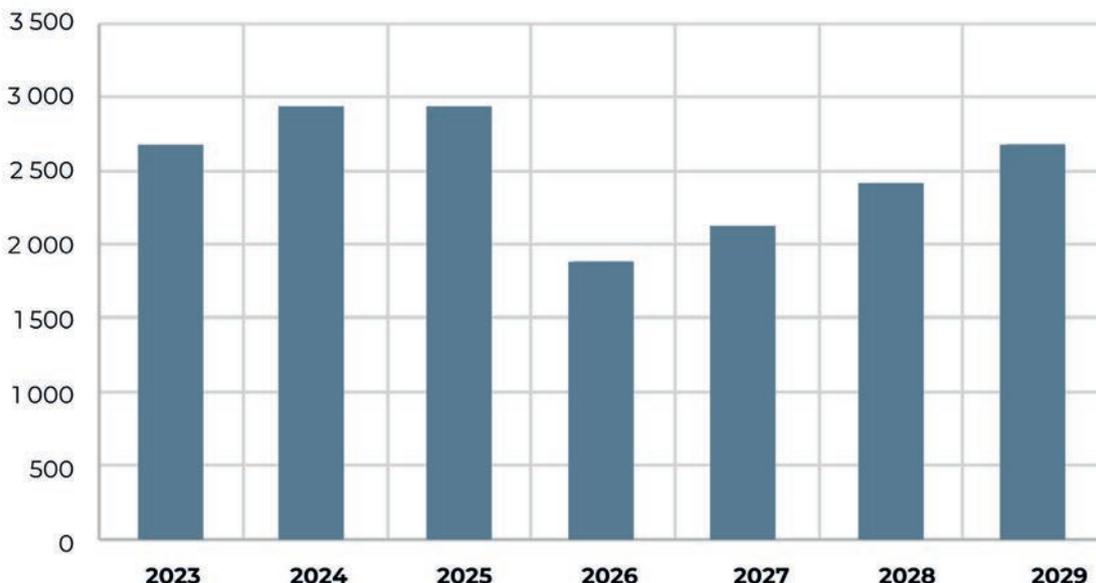
- В 2022 году на электростанциях произошло 1789 технологических нарушений (+23% к 2021 году);
- 3000 МВт – разрыв между доступной и необходимой генерацией в час годового максимума 2022 года.

Диаграмма 8. Средние значения ограничений мощности на электростанциях РК, МВт**Необходимость развития электроэнергетической сети**

Для того чтобы возобновляемая энергетика в Казахстане эффективно развивалась, необходима развитая инфраструктура – это не только наличие маневренных электростанций, но и развитые электрические сети с высокой пропускной способностью.

Одна из особенностей энергосистемы Казахстана – неравномерное распределение узлов генерации и потребления.

Основная часть генерации расположена в Северной зоне, в то время как густонаселенные южные регионы республики демонстрируют наиболее динамичные показатели роста потребления на уровне 5% в год. В настоящее время Южная зона энергодефицитна примерно на 2000 МВт, и, согласно прогнозному балансу, этот дефицит будет сохраняться в последующие годы.

Диаграмма 9. График прогноза дефицита мощности Южной зоны ЕЭС РК



Следующей особенностью электрической сети энергосистемы Казахстана является то, что она не охватывает значительные малонаселенные территории республики, что ограничивает доступность подключения станций ВИЭ к НЭС. На диаграмме ниже представлены карты солнечных и ветровых ресурсов на территории Казахстана. При сравнении данных

карт со схемой электрических сетей Казахстана можно заметить, что значительная часть потенциальных мест размещения ВИЭ имеет ограниченный доступ к магистральной сети. Строительство ВИЭ в этих локациях потребует дополнительных затрат на сетевое строительство и подключение.



Рисунок 1. Данные по солнечным и ветровым ресурсам и расположение новых мощностей ПВЭ в 2020 году

Потенциал возобновляемых источников энергии в Казахстане

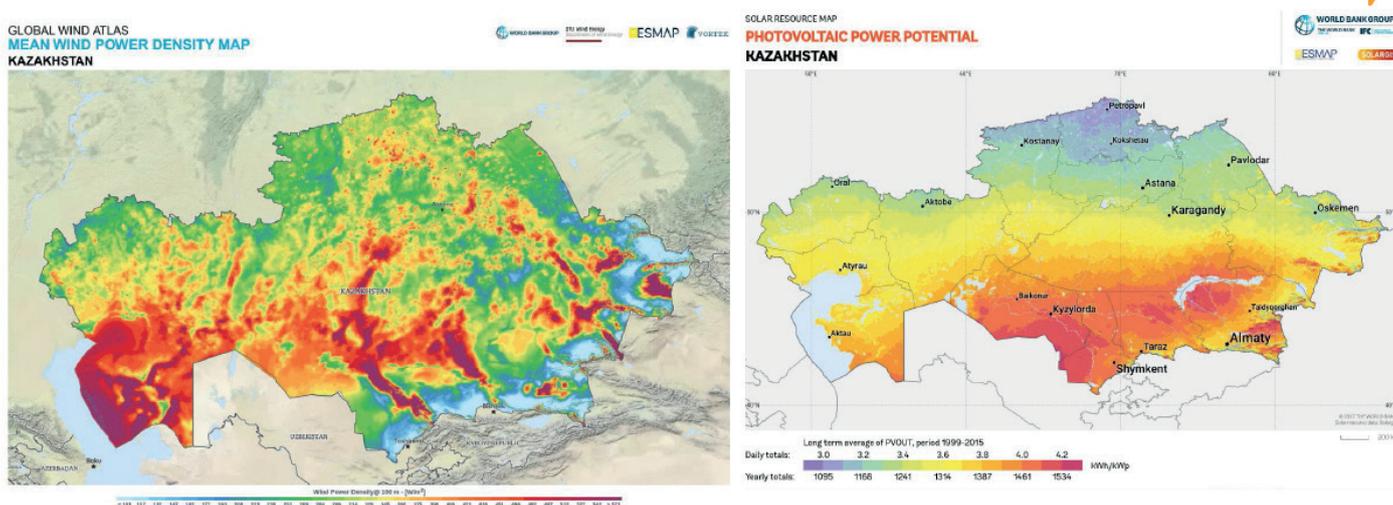
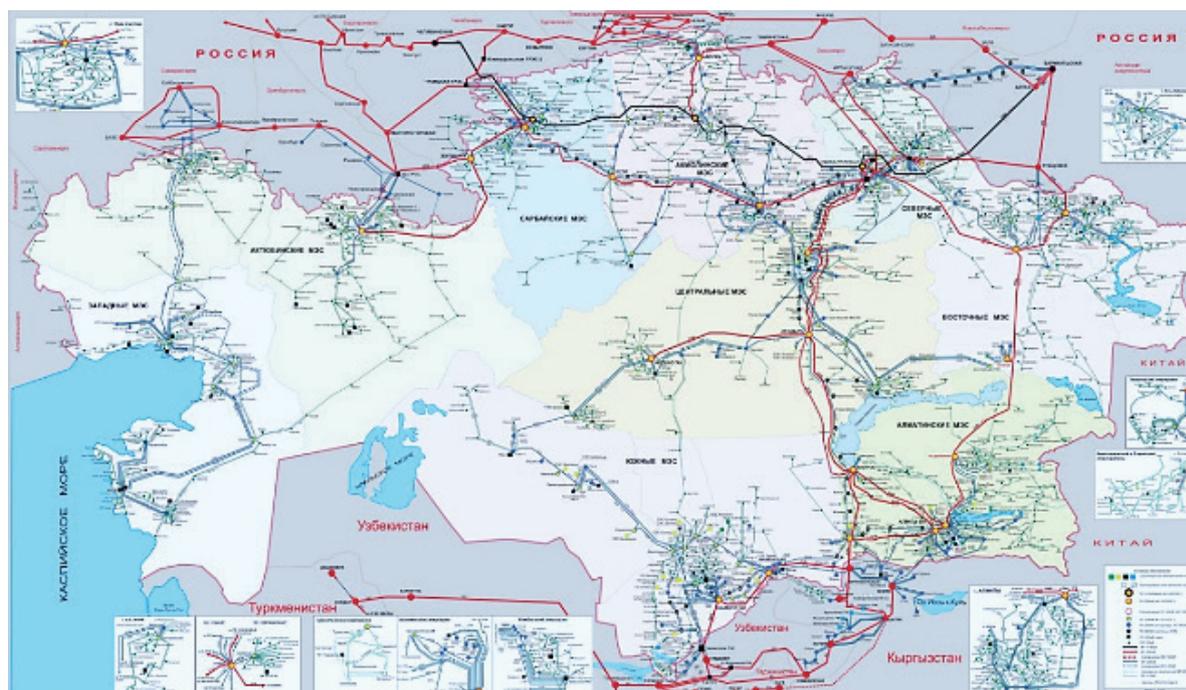


Рисунок 2. Карта-схема электрической сети РК

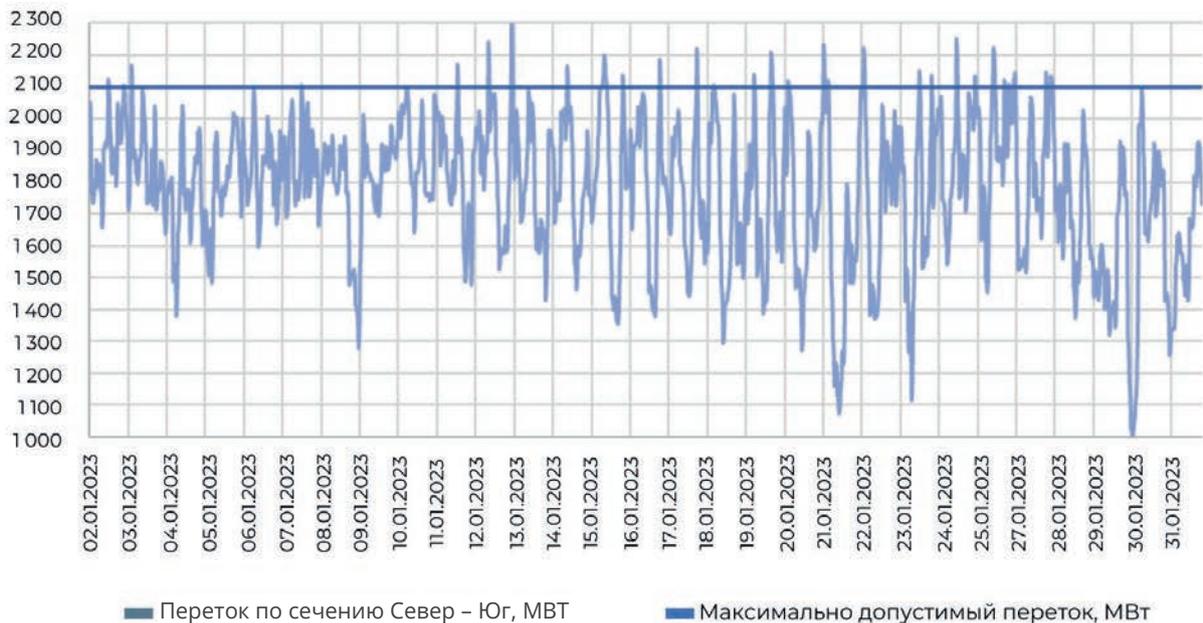


Проблемы с устойчивостью параллельной работы

Дефицит Южной зоны покрывается в основном поставками энергии из энергоизбыточной Северной зоны по протяженному транзиту 500-220 кВ Север – Восток – Юг. Вследствие этого основные проблемы с устойчивостью в ЕЭС Казахстана наблюдаются на транзите, соединяющем Северную и Южную зоны. Непостоянный характер генерации ВИЭ

подразумевает постоянную потребность в балансировании. Учитывая, что балансирующие мощности расположены в основном в Северной зоне, возникающие небалансы Южной зоны накладываются на переток мощности по транзиту Север – Восток – Юг. Следует отметить, что в настоящее время пропускная способность этого коридора практически исчерпана.

Диаграмма 10. Характерная загрузка транзита Север – Юг в течение зимнего месяца



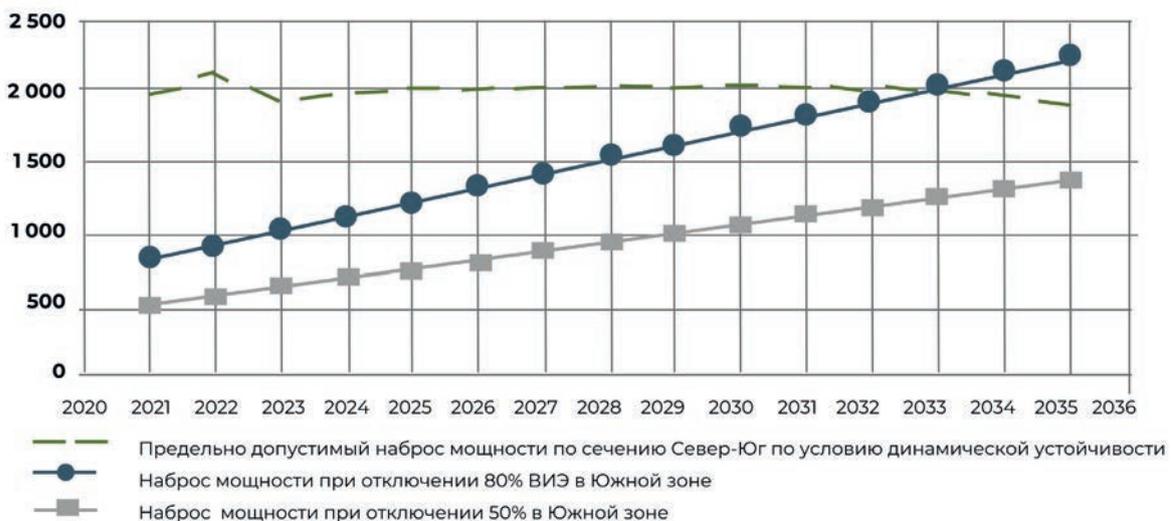
Вопросы влияния ввода ВИЭ на устойчивость транзита Север – Юг были рассмотрены специалистами в исследовании в 2018 году. В проведенном исследовании рассмотрен сценарий потери части генерации ВИЭ в Южной зоне, вызывающей наброс мощности на транзит Север – Юг. При уровне потребления 2021 года пропускная способность транзита Север – Юг позволяла резервировать возможные потери генерации в Южной зоне за счет перетока из Северной зоны.

При сохранении ежегодного роста потребления в Южной зоне на уровне 5% запланированный рост доли ВИЭ не способен покрыть дефицит. В то же время увеличивающаяся доля

ВИЭ приводит к увеличению возможных набросов мощности на сечение.

Учитывая значительную долю ВИЭ, особенно на юге РК, проблемы с устойчивостью становятся еще более актуальными, принимая во внимание снижение инерции системы. Уже сейчас требуется актуализация нормативных правовых актов РК, регламентирующих требования к надежности ЕЭС. Они должны учитывать мероприятия для предотвращения недопустимых состояний энергосистемы, в которых надежное функционирование Единой электроэнергетической системы не обеспечивается при нормативных нештатных ситуациях.

Диаграмма 11. Набросы мощности при различных % отключения ВИЭ в Южной зоне







ПРИМЕНЕНИЕ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ (BESS) В ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН



Инна Ким,
заместитель директора
ТОО «Energy System Researches»

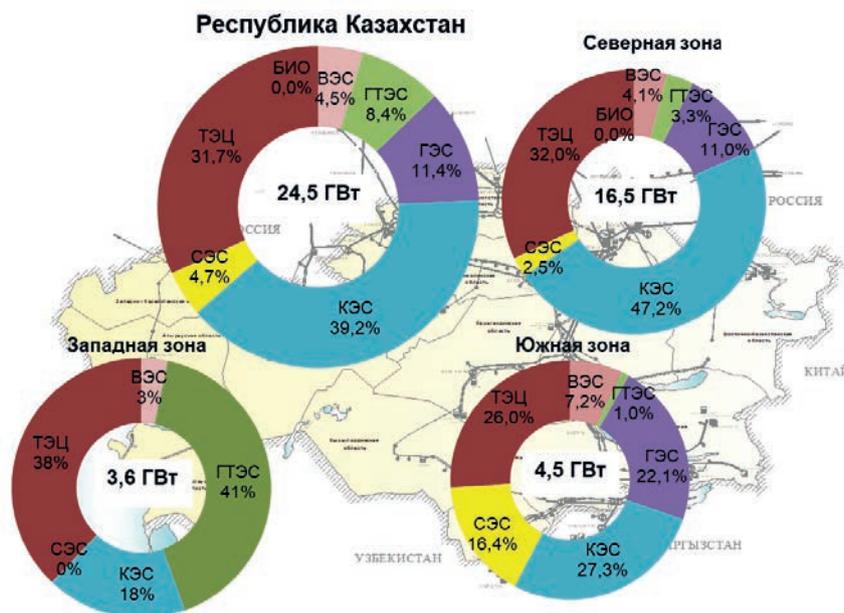
Актуальность аккумуляторных систем накопления энергии (BESS) для Казахстана

Имеющийся международный опыт демонстрирует широкий спектр областей применения BESS, основные из которых: сглаживание пиков нагрузки, бесперебойное электроснабжение, регулирование частоты, сглаживание колебаний напряжения, отсрочка модернизации сетей, максимальное увеличение текущих возможностей сети и другие. При этом для определения целесообразности, возможностей внедрения в различных сценариях и эффективного использования BESS в Казахстане необходимо принимать во внимание следующие специфические особенности энергосистемы.

Структура традиционной генерации по зонам и типу

В структуре установленных мощностей на электростанциях РК по технологии производства электроэнергии тепловые электростанции в 2022 году составляли 19,46 ГВт, при этом их доля составила 79,4% от общей установленной мощности, включая: конденсационные электрические станции – 9,6 ГВт (39,2%), теплоэлектроцентрали – 7,8 ГВт (31,7%) и газотурбинные электрические станции – 2,06 ГВт (8,4%).

Диаграмма 1. Структура установленной мощности электростанций РК по технологии производства электроэнергии за 2022 год



Источник: АО «KEGOC»

В разрезе зон структура генерации неоднородна. Так, ГТЭС размещены преимущественно в Западной зоне, а крупные ГЭС – в Северной и Южной зонах.

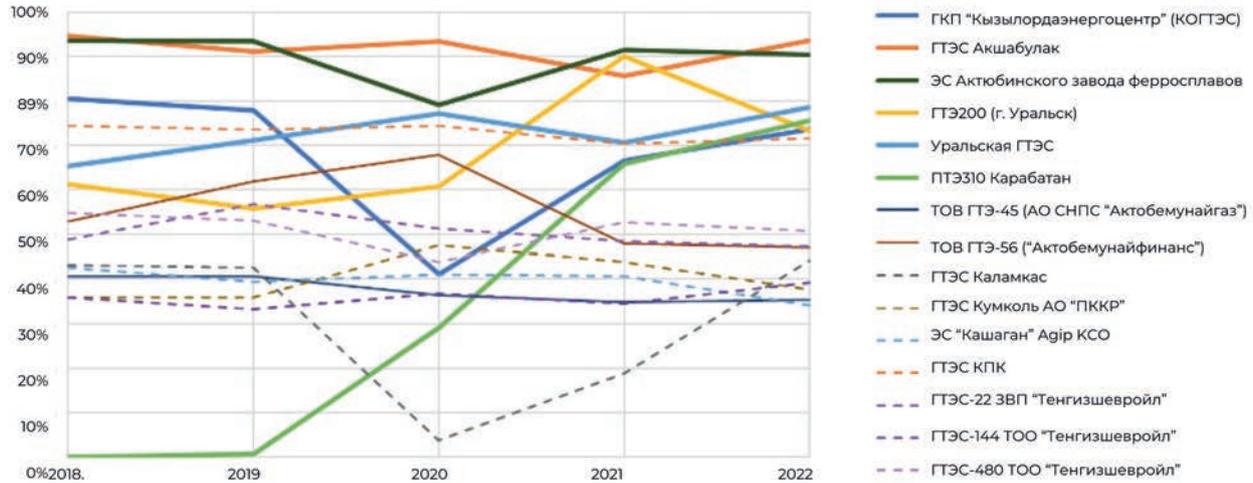
Ввиду имеющихся технологических особенностей газотурбинные электростанции (ГТЭС) и гидроэлектростанции (ГЭС) обладают наилучшей способностью оперативно изменять генерацию, обеспечивая быструю загрузку и разгрузку. При этом следует отметить, что в Казахстане из шести крупных ГЭС в регулировании участвуют лишь четыре.

Таблица 1. Маневренная способность ГЭС Казахстана

№	Название	Область, зона размещения	Установленная мощность, МВт	Регулирующая способность	Примечание
1	Бухтарминская ГЭС	ВКО, Северная зона	675	Имеется	
2	ТОО «AES Усть-Каменогорская ГЭС»	ВКО, Северная зона	380	Отсутствует	контррегулятор Бухтарминской ГЭС
3	ТОО «AES Шульбинская ГЭС»	Абайская область, Северная зона	702	Имеется частично	максимальная загрузка в зимний период не превышает 200 МВт, возможности регулирования – до $\approx \pm 40$ МВт
4	Капшагайская ГЭС	Алматинская область, Южная зона	364	Имеется частично	регулирование осуществляется в размере до $\approx \pm 100$ МВт преимущественно в зимнее время
5	Мойнакская ГЭС	Алматинская область, Южная зона	300	Имеется	
6	Шардаринская ГЭС	Туркестанская область, Южная зона	126	Отсутствует	

Анализ отчетных значений КИУМ ГТЭС показывает, что, за исключением электростанций нефтегазового сектора, покрывающих собственную нагрузку с практически кратным резервом, основные ГТЭС работали преимущественно в базовом режиме с КИУМ 74-90%, не в полной мере реализуя свой регулировочный диапазон.

Диаграмма 2. КИУМ ГТЭС за период 2018–2022 гг.



Примечание: пунктиром представлены электростанции, покрывающие собственную нагрузку.

Планы по развитию генерации ВИЭ по зонам и типу

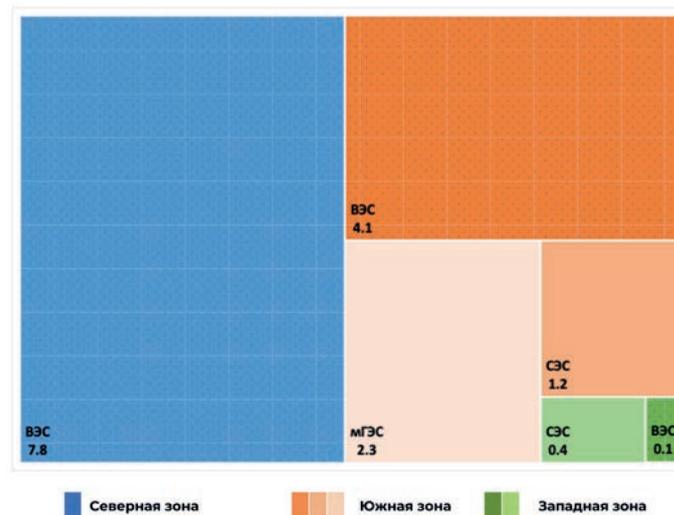
Показатели развития ВИЭ содержатся в следующих документах:

- Прогнозный энергетический баланс Республики Казахстан до 2035 года (Приказ МЭ РК №44 от 30.01.2023 г.);
- График проведения аукционных торгов 2024–2027 гг. (Приказ МЭ №187 от 23.05.2023 г.);
- План мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли до 2035 года (Приказ МЭ №71 от 20.02.2024 г.).

В соответствии с плановыми показателями на 2035 год намечается ввод 15,8 ГВт ВИЭ, в том числе 12 ГВт ВЭС, 2,3 ГВт мГЭС и 1,6 ГВт СЭС.

Распределение планируемых ВИЭ по зонам и по типам представлено на рисунке ниже.

Диаграмма 3. Распределение планируемых на 2035 год ВИЭ по зонам и по типу, ГВт

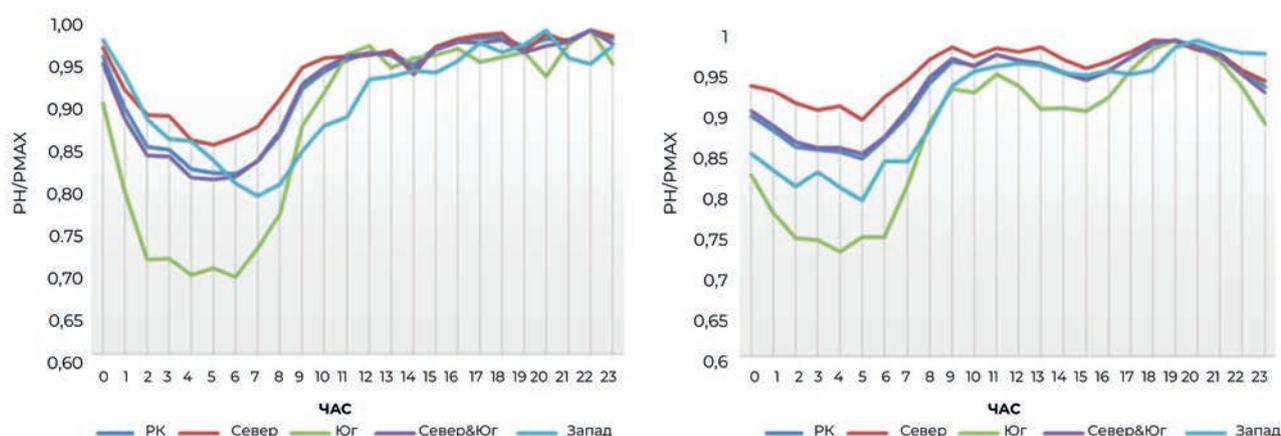


Анализ прогнозируемых объемов ввода объектов ВИЭ на 2035 год показал, что основной прирост установленной мощности ВИЭ ожидается в Северной (49%) и Южной (48%) зонах энергосистемы Казахстана. При этом развитие ВИЭ в Северной зоне планируется исключительно за счет ВЭС, тогда как в Южной зоне предполагается ввод мощностей ВЭС, СЭС и МГЭС.

Профиль нагрузки

Южная зона имеет наименее равномерный и плотный график нагрузки из-за значительной доли коммунально-бытового потребления. Все рассмотренные суточные графики нагрузки имеют дневной (10÷12 ч.) и ночной (19÷23 ч.) пики нагрузки.

Диаграмма 4. Характерные суточные графики нагрузок летнего и зимнего дня контрольных замеров



Протяженные сети

Общая протяженность электрических сетей НЭС Казахстана (ВЛ и ПС), принадлежащих АО «KEGOC» на 31.12.2022 г., приведена ниже:

- 1150 кВ (вкл. на 500 кВ) – 1421 км
- 500 кВ – 8282 км
- 330 кВ (вкл. на 220 кВ) – 1863 км
- 220 кВ – 14 890 км

Ограниченная пропускная способность транзита Север – Юг

Пропускная способность транзита Север – Юг по существующему состоянию в ограничивающем сечении (Агадырь – ЮКГРЭС) оценивается в ≈2100 МВт для направления из Северной в Южную зону и ≈2400 МВт в обратном направлении.

Параллельная работа с энергосистемами РФ и Центральной Азии (Кыргызстан и Узбекистан)

Анализ почасовых балансов в целом по энергосистеме Казахстана показал, что 97% времени небалансы находились в диапазоне ±1000 МВт и покрывались за счет обменных потоков мощности с энергосистемами сопредельных государств. Однако действующие договорные обязательства по межгосударственным перетокам электроэнергии предусматривают поддержание обменных потоков мощности в пределах ±150 МВт с энергосистемой РФ и ±50 МВт с энергосистемой Центральной Азии.

Отсутствие актуального норматива по обеспечению надежности работы энергосистемы

Нормативный объем первичного и вторичного резерва мощности регламентируется Электросетевыми правилами РК: первичный – в размере 2,5% от располагаемой мощности станций, вторичный – в размере 8% от максимума нагрузки, но не менее установленной мощности самого крупного блока.

Однако с увеличением доли ВИЭ этот норматив требует пересмотра, поскольку ВИЭ вносят значительную неопределенность в общий баланс генерации. Это, в свою очередь, приводит к увеличению неопределенности профиля «чистой» нагрузки, которую необходимо покрыть традиционными электростанциями¹.

Механизмы для возврата инвестиций

В настоящее время в Казахстане действуют рынок мощности, оптовый и балансирующий рынок электроэнергии, а также дополнительная оплата за участие электростанций в централизованной системе автоматического регулирования частоты и мощности (АРЧМ).

В случае положительного технико-экономического обоснования возможно применение BESS в Казахстане как в качестве отдельного бизнеса (арбитраж), так и в сочетании с другими технологиями (генерация ВИЭ, системные услуги и другое).

¹ Необходимо проведение исследования определения потребности в реактивной мощности в части изучения устойчивости по напряжению точки подключения. Подход, который применяется в сетевых правилах, требует пересмотра.

Диаграмма 5. Актуальность аккумуляторных систем накопления энергии для Казахстана²

Арбитраж				Генерация ВЭС и СЭС				Сетевой оператор				Системные услуги				
Услуга	Мощность	Емкость	Частота использования	Услуга	Мощность	Емкость	Частота использования	Услуга	Мощность	Емкость	Частота использования	Услуга	Мощность	Емкость	Частота использования	
Арбитраж на оптовом рынке	Определяется рынком	≥2ч	≥1 раз в сутки	Снижение ошибки прогноза	≤30% от уст. мощн.	≤2ч	≤1 раз в сутки	Разгрузка линий передачи и отсрочка модернизаций линий	≤100 МВт	≤4ч	варьируется по сезонам	Регулирование перетоков (АРЧМ)	>100 МВт	≤2ч	≥1 раз в сутки	
												Аварийный резерв	>100 МВт	≤4ч	≥1 раз в год	
Арбитраж на балансирующем рынке	Определяется рынком	≤2ч	≤1 раз в сутки	Снижение объема ограничений генерации	≤30% от уст. мощн.	≥2ч	варьируется по сезонам	Противоаварийное управление	<100 МВт	≤1ч	>1 раз в год	Оптимизация системных потерь	>100 МВт	≤4ч	≥1 раз в сутки	
												Регулирование напряжения	>100 МВт	≤4ч	≥1 раз в сутки	
												Регулирование инерции	>100 МВт	≤1ч	<1 раз в год	
												Регулирование частоты	>100 МВт	≤1ч	<1 раз в год	
												Обеспечение надежности	>100 МВт	≤1ч	<1 раз в год	
													Запуск с нуля	<100 МВт	≤1ч	<1 раз в год

■ Рынок мощности и электроэнергии
 ■ Балансирующий рынок
 ■ Рынок мощности
 ■ Рынок электроэнергии

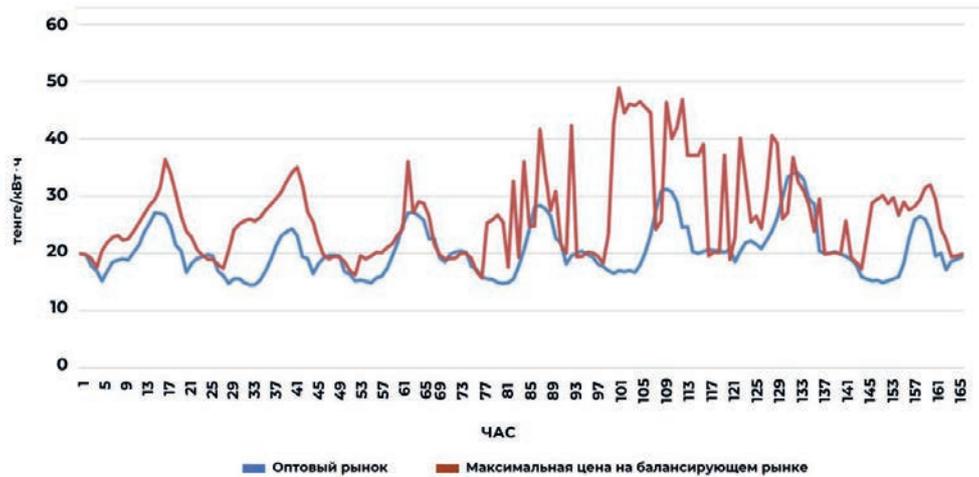
Арбитраж – покупка электроэнергии во внепиковые часы на оптовом или балансирующем рынке и ее реализация в пиковые часы.

Так, по данным АО «КОРЭМ» за сентябрь 2024 года, минимальная и максимальная цены за дисбаланс на балансирующем рынке складывались в диапазоне от 0,01 до 63,21 тенге/кВт·ч, а на оптовом рынке (на сутки вперед), по данным ТОО «РФЦ», стоимость электроэнергии в разные часы складывалась в диапазоне от 12,62 до 35,6 тенге/кВт·ч. При этом на оптовом рынке наблюдаются довольно четкие ценовые тренды с меньшей неопределенностью, тогда как на балансирующем рынке наблюдается высокая волатильность с высокой неопределенностью.



²Энергосистема РК имеет сильные связи с энергосистемой РФ, чьи электростанции «ведут» частоту энергосистем РК и других стран ЦА. Более того, «зона нечувствительности» электростанций РК – 200 мГц, тогда как в РФ – 150 мГц. Таким образом, электростанции РФ быстрее реагируют на отклонения частоты. С учетом вышесказанного, значительное отклонение частоты в энергосистеме РК маловероятно, поэтому частота использования оценена в <1 раз в год (последний столбец диаграммы справа). Данный пункт не касается локальных снижений частоты из-за ограниченной пропускной способности или аварийного отключения.

Диаграмма 6. Динамика почасовых тарифов на оптовом рынке (на сутки вперед) и максимальных цен на балансирующем рынке электроэнергии (за неделю, сентябрь 2024 года)



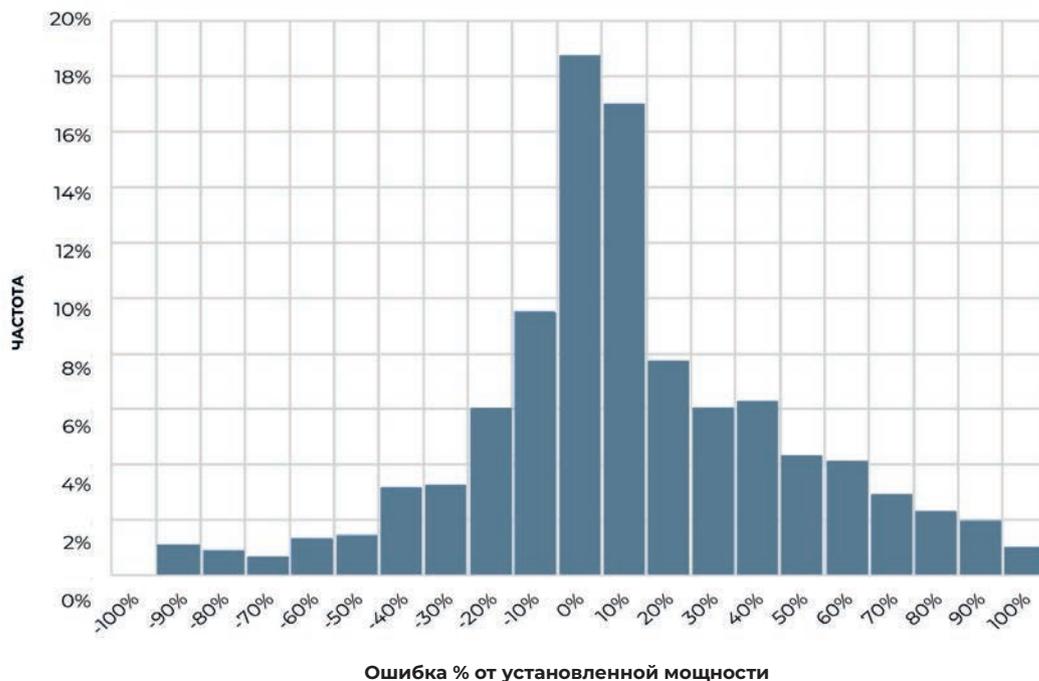
Генерация ВЭС и СЭС

Наиболее перспективным видится применение BESS совместно с генерацией ВИЭ в составе гибридных групп или квалифицированных условных потребителей для следующих целей:

Снижение ошибки прогноза – заряд или разряд BESS для соблюдения заявленного диспетчерского графика.

Так, анализ годовых данных соблюдения планируемого почасового графика генерации для одной из ВЭС 100 МВт, введенной в 2022 году, показал, что 90% отклонений фактических значений от планируемых лежат в диапазоне $\pm 60\%$. При этом международный опыт показывает, что в прогнозировании выработки ВИЭ наблюдается эффект «кривой обучения», то есть, как правило, качество прогноза улучшается со временем и увеличением массива собранных данных.

Диаграмма 7. Распределение отклонений фактических значений генерации одной из ВЭС 100 МВт от плановых значений в течение одного года



Снижение объема ограничений генерации

Предварительное моделирование перспективных режимов работы энергосистемы Казахстана показывает, что на уровне 2030 года наблюдаются существенные ограничения генерации ВИЭ в целях снижения избытков электроэнергии и балансирования энергосистемы. BESS могут использоваться для аккумулирования избыточной электроэнергии, с последующей реализацией ее на рынке во время дефицита мощности.

Электрические сети

- Разгрузка линий передачи и отсрочка модернизации линий – BESS может обеспечить снижение загрузки линии передачи в часы пикового потребления или генерации, тем самым увеличить срок службы существующих сетей и повысить надежность работы энергосистемы;
- Противоаварийное управление – BESS позволяет зачастую не только избегать возникновения аварийных ситуаций, связанных с небалансом мощности путем быстрого реагирования на отклонения в работе энергосистемы, но и облегчает и ускоряет процесс восстановления нормальной работы энергосистемы в аварийных ситуациях.

Системные услуги

Высокая скорость реакции, масштабируемость и гибкость позволяют рассматривать BESS для оказания системных услуг:

- Регулирование перетоков мощности – в энергосистеме Казахстана функционирует автоматическая система регулирования частоты и мощности (АРЧМ), которая отслеживает баланс «генерация – потребление», а также перетоки мощности по основным сечениям НЭС (включая транзит Север – Юг) и межгосударственным сечениям. BESS может быть использована в случае нарушения баланса мощности, а также для корректировки перетока по сигналу Системного оператора, в случае превышения допустимых значений по контролируемым сечениям;
- Аварийный резерв – обеспечение BESS кратковременного резерва для покрытия дефицита или избытка электроэнергии;
- Регулирование инерции и частоты – традиционно роль источников инерции выполняют крупные синхронные генераторы на тепловых и гидроэлектростанциях. Однако с ростом доли ВИЭ в Казахстане возникает потребность в новых подходах к поддержанию инерции. Сетевые BESS (grid forming BESS) с использованием алгоритмов управления синтетической инерцией могут регулировать мощность в зависимости от изменения частоты, обеспечивая аналог инерционной реакции традиционных генераторов;
- Регулирование напряжения и оптимизация потерь в сети – возможность BESS работать источником и потребителем реактивной мощности, что позволяет регулировать напряжение как в нормальных, так и в послеаварийных режимах без необходимости использования дополнительных устройств;
- Обеспечение надежности (адекватность энергосистемы) – BESS может быть использована для минимизации риска возникновения дефицита мощности и сбоев в энергоснабжении;
- Запуск с нуля – энергосистема Казахстана охватывает значительные территории с удаленными регионами и протяженной электросетевой инфраструктурой. В случае развития системных аварий с массовым погашением потребителей и генерации сетевые BESS (grid forming BESS) могут быть использованы для быстрого восстановления подачи электроэнергии и снижения экономических потерь и социального ущерба.

Видение системного оператора по развитию аккумуляторных систем накопления энергии (BESS) в Республике Казахстан

Системный оператор предлагает реализацию проектов BESS через аукционные торги на рынке мощности и/или арбитраж на оптовом (на сутки вперед) или балансирующем рынках электроэнергии.

Возврат инвестиций через аукционные торги на рынке мощности имеет следующие преимущества и недостатки:

Преимущества:

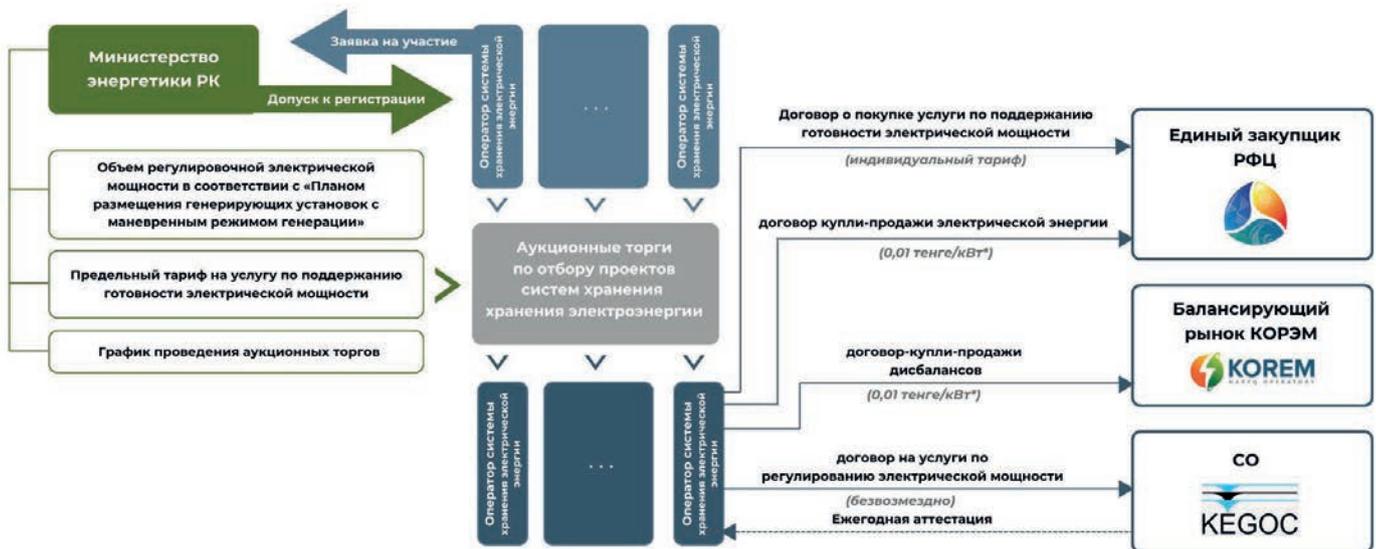
- для инвестора – гарантированный возврат инвестиций в случае отбора;
- для системного оператора – бесплатное использование BESS для предоставления системных услуг.

Недостатки:

- отсутствие мотивации в повышении эффективности использования BESS;
- ограниченный потенциал получения прибыли.



Диаграмма 8. Реализация проектов BESS на аукционных торгах на рынке мощности (видение Системного оператора)



Возврат инвестиций через арбитраж на оптовом (на сутки вперед) или балансирующем рынках имеет следующие преимущества и недостатки:

Преимущества:

- ответственность за повышение эффективности использования BESS возлагается на собственника;
- возможность использования BESS для снижения как локальных, так и системных ограничений.

Недостатки:

- отсутствие гарантий возврата инвестиций, зависимость от рыночных условий и качества прогнозирования;
- необходимость четкого разделения мощности и емкости BESS для участия на оптовом и балансирующем рынках электроэнергии;
- отсутствие возможности продажи на сутки вперед на оптовом рынке и одновременно участия на балансирующем рынке.

Диаграмма 9. Реализация проектов BESS через арбитраж на оптовом (на сутки вперед) или балансирующем рынках электроэнергии (видение Системного оператора)

Арбитраж на БРЭ



Арбитраж на оптовом рынке электроэнергии



Аккумуляторные системы накопления энергии (BESS) в рамках моделирования развития Единой энергетической системы Республики Казахстан (Прогнозный баланс)

Моделирование работы BESS было выполнено с учетом следующих исходных позиций:

Планируемое развитие энергетики на 2030 год в соответствии:

- Прогнозным энергетическим балансом Республики Казахстан до 2035 года (Приказ МЭ РК №44 от 30.01.2023 г.);
- Графиком проведения аукционных торгов 2024–2027 гг. (Приказ МЭ №187 от 23.05.2023 г.);
- Планом мероприятий по развитию электроэнергетической отрасли РК до 2035 года (Приказ МЭ №71 от 20.02.2024 г.);

Моделирование диспетчеризации электростанций в соответствии с параметрами:

- для ТЭС – технический мин/макс, скорость набора/сброса нагрузки;
- для ВИЭ – профиль генерации.

Перспективная почасовая нагрузка получена путем масштабирования отчетного профиля нагрузки к прогнозным уровням максимальных нагрузок.

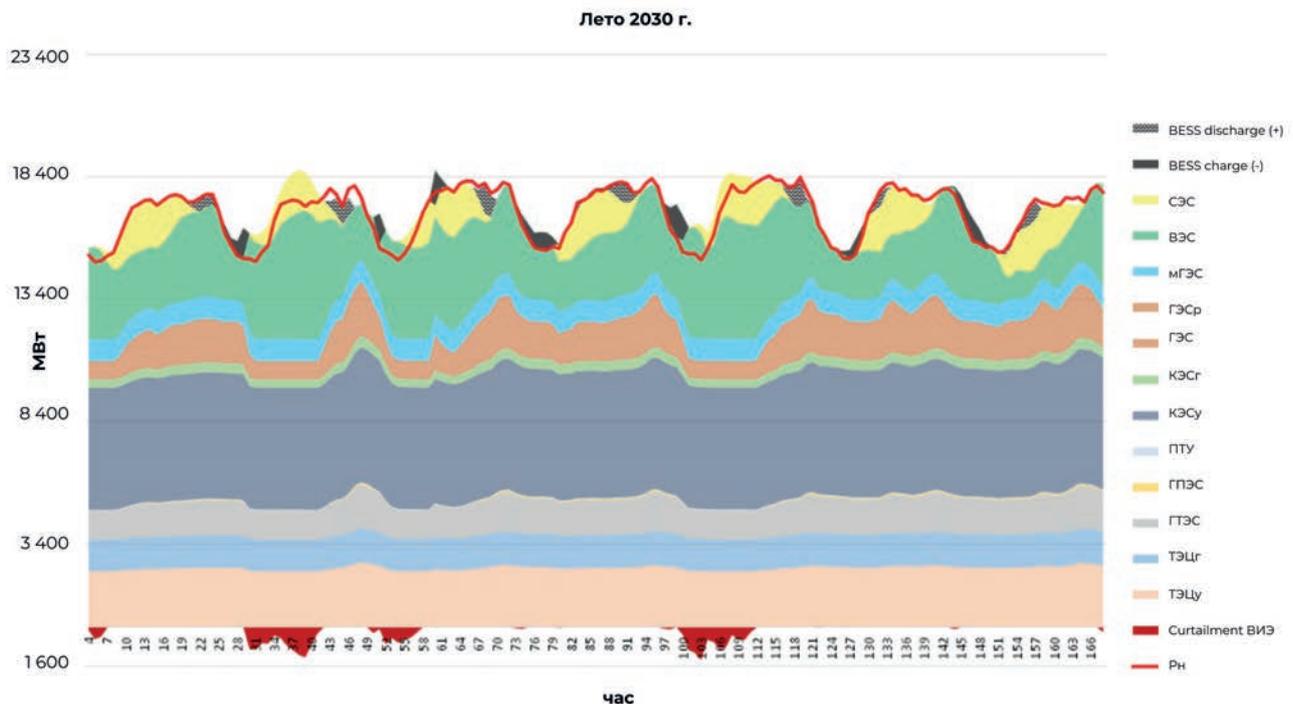
Учитывая существующие договорные обязательства по допустимым диапазонам межгосударственных перетоков мощности, на перспективу диапазон экспорта/импорта в целом по ЕЭС Казахстана принят в размере ± 150 МВт.

Рассматриваемые BESS:

- 300 МВт/600 МВт·ч ВЭС Total;
- 300 МВт/600 МВт·ч ВЭС ACWA Power;
- 300 МВт/600 МВт·ч ВЭС Masdar;
- 300 МВт/600 МВт·ч ВЭС «Шелек»;
- 300 МВт/600 МВт·ч ВЭС China Power.

Принцип работы BESS – участие в АРЧМ ЕЭС Казахстана, в том числе для регулирования перетоков мощности по транзиту Север – Юг и по межгосударственным связям.

Диаграмма 10. Результаты моделирования работы энергосистемы РК с учетом BESS на 2030 год (лето)





Анализ Планируемого развития энергетики на 2030 год показал, что в ЕЭС Казахстана ожидается недостаток маневренной генерации (резервов на снижение), что может приводить к увеличению ограничений ВИЭ.

Причины возникновения ограничений ВИЭ в модели:

1) Избыток генерации в целом по энергосистеме при снижении загрузки традиционных электростанций до уровня технологического минимума (погашение электростанций не рассматривалось). Ограничения ВИЭ применяются в целях балансирования энергосистемы с соблюдением контрактных уровней межгосударственных перетоков.

2) Перегруз сечения Север – Юг. При перегрузе в направлении Севера ограничения применяются для ВИЭ Южной зоны, при перегрузе в сторону Юга ограничения применяются для электростанций Северной зоны.

В случае разрешения проблемы избыточного развития генерации на перспективу эффективность применения BESS для снижения ограничений ВИЭ повышается.

Ключевые вопросы и проблемы

- Эффективное использование BESS требует учета специфических характеристик и особенностей работы ПК для определения целесообразности и возможностей внедрения в различных сценариях.
- В условиях сложившихся рыночных отношений BESS может использоваться как в виде самостоятельного решения (stand-alone), так и в составе проектов в сферах производства, передачи и потребления электроэнергии.
- Системный оператор рассматривает возможность внедрения систем накопления электроэнергии посредством аукционного отбора на рынке мощности или путем использования арбитражных стратегий на оптовом (на сутки вперед) или балансирующем рынках электроэнергии, а также на рынке вспомогательных услуг.
- С учетом реализации планов по генерации к 2030 году ожидается недостаток резервов мощности на снижение, что приводит к увеличению ограничений ВИЭ.
- В случае разрешения проблемы избыточного развития генерации на перспективу эффективность применения BESS для снижения ограничений ВИЭ повышается.



РАЗВИТИЕ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ: НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ ОСНОВА



Айнур Соспанова,
председатель Правления
Ассоциации ВИЭ «Qazaq Green»



Арсений Катеруша,
член Совета директоров
Ассоциации ВИЭ «Qazaq Green»

ИЗМЕНЕНИЯ В ДЕЙСТВУЮЩЕМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВЕ, РЕГУЛИРУЮЩЕМ СНЭ

Правовой основой для урегулирования вопросов, связанных с системами накопления энергии (СНЭ), стало принятие в 2024 году ряда нормативных правовых актов. В частности, Закона РК «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты РК по вопросам теплоэнергетики, электроэнергетики и регулируемых услуг» от 8 июля 2024 года №121-VIII, в соответствии с которым в Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» было внесено понятие «системы накопления энергии» и предусмотрена возможность проведения аукционных торгов на отбор проектов по строительству новых объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ. Кроме того, был принят приказ министра энергетики РК от 14 октября 2024 года №367 «О внесении изменений и дополнений в некоторые приказы министра энергетики РК», согласно которому в электросетевые правила и правила технической эксплуатации электрических станций и сетей внесены дополнения, которые закладывают основные параметры и принципы работы СНЭ в рамках энергосистемы.

Несмотря на то, что принятие этих поправок является первым шагом в развитии СНЭ и выступает позитивным сигналом для сектора, часть принятых норм, вероятно, потребует корректировки.

Так, согласно пунктам 4 и 9 электросетевых правил для энергопроизводящих организаций с заявленной электрической

мощностью 5 МВт условиями подключения к электрической сети является разработка схемы выдачи мощности электростанции и выполнение требований технических условий энергопередающей организации в соответствии с разработанной схемой выдачи мощности.

При этом указанным выше приказом помимо прочего внесены дополнения в электросетевые правила по содержанию схемы выдачи мощности электростанции (приложение №3), в частности, включены следующие позиции:

«...»

2-1) объемы ежегодной располагаемой мощности и емкости систем накопления электрической энергии, с учетом компенсации деградации электрохимических систем накопления электрической энергии;

2-2) ежегодный коэффициент готовности систем накопления электрической энергии;

...

15) технические характеристики систем накопления электрической энергии, заданных инструкциями заводов-изготовителей, в том числе время отклика, количество циклов накопления (заряда) выдачи (разряда) электрической энергии в сутки, месяц, год».

Исходя из буквального толкования норм законодательства внесенные дополнения подразумевают, что все энергопроизводящие организации, и в первую очередь энергопроизводящие организации, использующие возобновляемые источники энергии, обязаны устанавливать на электростанциях СНЭ.

Вопрос необходимости обеспеченности объектов ВИЭ СНЭ обусловлен потребностью в стабильной работе энергосистемы

Вместе с тем такой подход представляется спорным по ряду причин. В первую очередь, в связи с вводом в июле 2023 года балансирующего рынка электрической энергии в режиме реального времени.

в условиях роста генерации ВИЭ, то есть требуется соблюдение баланса между достижениями показателей доли ВИЭ в генерации и стабильностью энергосистемы.

Вместе с тем такой подход представляется спорным по ряду причин. В первую очередь, в связи с вводом в июле 2023 года балансирующего рынка электрической энергии в режиме реального времени. После чего энергопроизводящие организации, использующие ВИЭ, заключившие долгосрочный договор с РФЦ после 1 июля 2023 года или не имеющие такого долгосрочного договора, должны нести ответственность за допущенные отклонения от плановой генерации. Другим аспектом выступает тот факт, что отклонения энергопроизводящих организаций, использующих ВИЭ, могут быть компенсированы за счет других инструментов, например,

совместной реализации в рамках проекта резервной маневренной генерации или объединения ВИЭ с маневренной генерацией под одним провайдером баланса. Иными словами, законодательство уже стимулирует энергопроизводящие организации, использующие ВИЭ, снижать отклонения в генерации, а новые поправки в электросетевые правила лишают энергопроизводящие организации, использующие ВИЭ, права выбора, за счет каких инструментов достигать большей стабильности генерации.

В этой связи полагается, что электросетевые правила следует пересмотреть в части исключения из содержания схемы выдачи мощности электростанции положений, касающихся обязательного наличия СНЭ. Альтернативным вариантом может стать внесение оговорки о том, что положения, касающиеся СНЭ, включаются в схему выдачи мощности электростанции при отсутствии иных вариантов компенсации отклонений генерации.

Другим направлением работы по изменению действующих норм законодательства, регулирующих СНЭ, в перспективе должен стать пересмотр параметров и требований, предъявляемых к СНЭ, с учетом работы СНЭ в реальных условиях энергосистемы, а также принимая во внимание развитие технологий в области СНЭ.

Отдельной проработки требует вопрос разграничения регулирования и требований, которые предъявляются к крупным СНЭ, функционирующим на оптовом рынке электрической энергии, и СНЭ малой мощности, которые будут использоваться на розничном рынке электрической энергии. Для СНЭ малой мощности регулирование должно иметь максимально упрощенный характер и направлено только на цели исключения негативного воздействия на распределительные электрические сети и безопасность самих потребителей розничного рынка.



ОБЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Для обеспечения надлежащего правового регулирования отношений, связанных с реализацией проектов СНЭ, в первую очередь необходимо сформировать понятийный аппарат.

В дополнение к определению СНЭ, внесенному Законом РК «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты РК по вопросам теплоэнергетики, электроэнергетики и регулируемых услуг» от 8 июля 2024 года №121-VIII в Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии», данное понятие необходимо включить в Закон РК «Об электроэнергетике», а также в подзаконные нормативные правовые акты, направленные на регулирование СНЭ. Аналогично для закрепления правового статуса лиц, владеющих или управляющих СНЭ, потребуется установить термин, обозначающий эксплуатирующую организацию/оператора СНЭ с отражением функций покупки и продажи электрической энергии. Также изменению подлежит состав субъектов оптового рынка электрической энергии путем включения в него эксплуатирующих организаций/операторов СНЭ. В целях исполнения приведенной выше рекомендации о разграничении СНЭ по мощности следует предусмотреть в законодательстве термин «СНЭ малой мощности» с установлением соответствующих критериев отнесения к таковым.

В настоящее время законодательство предусматривает различные виды деятельности в сфере электроэнергетики, в том числе производство, передачу, распределение, потребление электрической энергии. С учетом специфики СНЭ необходимо в Законе РК «Об

электроэнергетике», а также в подзаконных нормативных правовых актах, регулирующих СНЭ, предусмотреть новые виды деятельности, а именно накопление и хранение электрической энергии.

Также с целью повышения инвестиционной привлекательности проектов с использованием СНЭ предлагается включить деятельность по накоплению и хранению электрической энергии в перечень приоритетных видов деятельности, на которые будут распространяться инвестиционные преференции, предусмотренные Предпринимательским кодексом РК. Это освобождение от обложения ввозными таможенными пошлинами, уплаты налога на добавленную стоимость, предоставление государственного натурального гранта и другое. В этой связи потребуются внести изменения и дополнения в перечень приоритетных видов деятельности, утвержденный постановлением Правительства Республики Казахстан от 14 января 2016 года №13, и в Общий классификатор видов экономической деятельности НК РК 03-2019, утвержденный Комитетом технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан.

ИЗМЕНЕНИЯ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПРАВОВЫМ МЕХАНИЗМАМ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ (BESS)

АУКЦИОННЫЕ ТОРГИ ВИЭ С НАКОПИТЕЛЯМИ

Как указано выше, Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» предусматривает возможность проведения аукционных торгов на отбор проектов по строительству новых объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ.



Вместе с тем для успешного проведения аукционов и реализации таких проектов следует учитывать особенности объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ, в части того, что долгосрочные договоры с РФЦ заключаются на 20 лет. При этом срок эксплуатации СНЭ (с учетом постоянной деградации) значительно меньше. Соответственно, за период действия долгосрочного договора СНЭ объектов по использованию возобновляемых источников энергии будут полностью обновлены. Кроме того, оснащение объектов по использованию возобновляемых источников энергии СНЭ приведет к значительному удорожанию проектов.

В этой связи потребуется учесть вышеуказанную специфику в тарифообразовании объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ. Учитывая деградацию СНЭ и необходимость их обновления в процессе действия долгосрочного договора с РФЦ, а также принимая во внимание изменчивость рыночных цен на СНЭ, предлагается рассмотреть возможность установления тарифов (аукционных цен) для объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ, которые будут состоять из двух частей. Первая часть будет касаться окупаемости и доходности по объекту в целом (исключая СНЭ), а вторая – затрагивать только СНЭ. При этом к моменту наступления времени необходимости обновления СНЭ вторая часть должна быть пересмотрена (с сохранением первой части тарифа неизменной) с учетом тех затрат, которые возникнут к моменту обновления СНЭ.

Реализация такого механизма потребует внесения изменений и дополнений в Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» в части тарифа (аукционной цены) объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ, состоящего из двух частей, и установления общих требований к порядку пересмотра второй части тарифа с закреплением детального механизма на уровне правил централизованной покупки и продажи электрической энергии Единым закупщиком электрической энергии, произведенной объектами по использованию возобновляемых источников энергии, объектами по энергетической утилизации отходов (утверждены приказом министра энергетики РК от 2 марта 2015 года №164).

Кроме того, учитывая удорожание проектов ввиду необходимости установки СНЭ, вероятно, потребуется пересмотр приказа министра энергетики РК от 30 января 2018 года № 33 «Об утверждении предельных аукционных цен».

АРБИТРАЖ ЦЕН

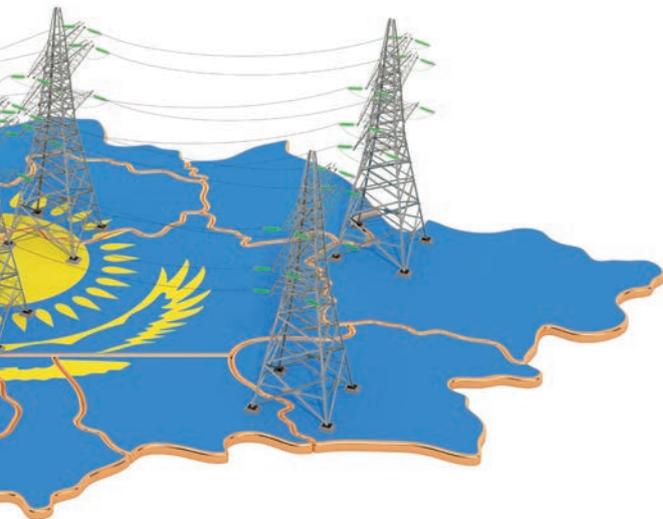
Этот механизм реализации проектов СНЭ, когда возврат инвестиций и получение прибыли осуществляются за счет разницы в цене покупки и продажи электрической энергии, представляется наиболее рыночным (без приоритетного выкупа электрической энергии/мощности). В этой связи законодательное регулирование должно носить минимальный характер, и, соответственно, не



В этой связи потребуется учесть вышеуказанную специфику в тарифообразовании объектов по использованию возобновляемых источников энергии, оснащенных СНЭ.

требуется значительного числа изменений и дополнений в законодательство. В основе регулирования проектов СНЭ, реализованных по данному механизму, должен максимально применяться правовой принцип «разрешено все, что прямо не запрещено законом».

Вместе с тем с целью привлечения потенциальных инвесторов считаем возможным предусмотреть в Законе РК «Об электроэнергетике» формальное упоминание о том, что проекты СНЭ могут быть реализованы по собственной инициативе (вне механизмов аукционов ВИЭ или на рынке электрической мощности) с обеспечением возможности участия на общих основаниях в оптовом рынке электрической энергии, на балансирующем рынке электрической энергии (в том числе в рамках провайдера баланса), с предоставлением права заключения договора на регулирование мощности с системным оператором и так далее. Аналогией в данном случае может выступать Закон РК «О поддержке использования возобновляемых источников энергии», который в пункте 1 статьи 9 предусматривает, что проекты ВИЭ могут быть реализованы как по механизму централизованной продажи электрической энергии РФЦ, так и на основе свободных двусторонних договоров с потребителями.



Нормативная база для электроэнергетики исторически не была создана с учетом таких технологий, как хранение электроэнергии. Это привело к отсутствию правовой ясности в отношении ее определения. BESS часто рассматривается как составляющая генерации энергии и, как следствие, подчиняется тем же требованиям / лицензированию / разрешениям / сетевым сборам, что и традиционные генерирующие единицы. Однако это также потребитель, подлежащий сетевым сборам (во время зарядки). И эта двойная характеристика BESS создает двусмысленность в его юридическом определении и тем самым создает барьер для его развертывания. Важно, чтобы законодательное регулирование избегало двойного взимания сетевых сборов для BESS, поскольку это создаст значительный барьер для построения экономического обоснования для проектов отдельно стоящих (stand-alone) BESS.

Также дискуссионным вопросом, касающимся проектов СНЭ, реализуемых по данному механизму, является закрепление в законодательстве полномочий Министерства энергетики в директивном порядке устанавливать максимальный спред, то есть предельную разницу между ценой покупки и продажи электрической энергии операторами СНЭ. Аргументом за установление такой компетенции Министерства энергетики является возможность влиять на ценообразование и ограничивать возможное получение сверхприбыли операторами СНЭ. Однако с точки зрения потенциальных инвесторов, планирующих реализацию проектов на рыночных условиях (без гарантированного возврата инвестиций), такое ограничение будет выступать сдерживающим фактором.

АУКЦИОН НА СТРОИТЕЛЬСТВО СНЭ В РАМКАХ РЫНКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Отбор проектов СНЭ в рамках рынка электрической мощности через механизм аукциона представляется наиболее

эффективным, способным привлечь сильных инвесторов с конкурентными тарифами на мощность.

При этом под системой хранения электрической энергии понимают электроустановку, предназначенную для накопления, хранения и выдачи электрической энергии, с автоматизированной системой управления, взаимосвязанными с ними сооружениями и инфраструктурой, технологически необходимыми для их эксплуатации.

В данной схеме необходимо ввести понятие оператора системы хранения электрической энергии – организации, приобретающей электрическую энергию и осуществляющей в последующем ее продажу посредством владения и (или) управления системой хранения электрической энергии. При этом оператор системы хранения электрической энергии должен быть определен как субъект оптового рынка электрической энергии, со всеми его правами и обязанностями.

В отличие от других субъектов оптового рынка – потребителей электроэнергии, операторы системы хранения электрической энергии не формируют прогнозные заявки на потребление, и их электрическая мощность потребления не учитывается в прогнозном спросе на электрическую мощность.

Поскольку оператор будет приобретать сетевую электроэнергию от разных источников энергии в разное время суток, а далее отдавать в сеть, находясь под управлением системного оператора, необходимо определить арбитраж цен на электрическую энергию. В этой связи уполномоченному органу нужно установить порядок определения разницы в стоимости приобретаемой и продаваемой электрической энергии оператором системы хранения электрической энергии.

Необходимо законодательно обеспечить беспрепятственный доступ СНЭ к сетям энергопередающих организаций.

Обязательными требованиями к СНЭ будут наличие АСКУЭ, системы телекоммуникаций и подключение к АРЧМ.

При организации аукционов по СНЭ уполномоченный орган совместно с СО в графике проведения аукционов должен определить места размещения СНЭ с точками подключения, а также предельную стоимость на единицу мощности. Организатору аукциона необходимо рассчитывать технические требования по каждой отдельной площадке, которые будут отличаться от места расположения СНЭ в энергосистеме.

В рамках аукциона на электрическую мощность необходимо разработать требования к работе СНЭ, количество зарядов/разрядов, другие требования, которые могут влиять на экономику проектов строительства и эксплуатации СНЭ. Предлагаем рассмотреть возможность определить количество зарядов/разрядов – 400 циклов в год.

Победитель аукциона имеет возможность подписать с Единым закупщиком договор о покупке услуги по поддержанию готовности электрической мощности. Поставщики мощности получают оплату за имеющуюся у них мощность



(тенге/МВт) и энергию, поставленную в сеть (тенге/МВт·ч) по мере поступления заявок от системного оператора.

Системы BESS на рынке мощности могут получать доход от механизма энергетического арбитража, но в этом случае они всегда должны поддерживать резерв минимальной мощности, если они задействованы на рынке мощности.

Договорная электрическая мощность (емкость) систем хранения электроэнергии со дня их ввода в эксплуатацию подлежит ежегодной аттестации системным оператором.

Если в результате проведения очередной аттестации электрической мощности (емкости) значение аттестованной электрической мощности (емкости) окажется меньше объема услуги, установленного в договоре с Единим закупщиком, объем услуги по поддержанию готовности электрической мощности, принимаемый при расчете фактически оказанных услуг по поддержанию готовности электрической мощности, снижается до аттестованного значения до проведения очередной аттестации.

В процессе эксплуатации СНЭ будут применяться штрафные коэффициенты в отношении оператора СНЭ в случае неготовности аттестованной мощности (емкости) СНЭ и в случае СО, если количество зарядов/разрядов, определенных в договоре, будет превышено.

Данный механизм несет риски неопределенности для инвесторов. Они связаны с размытыми условиями участия в рынке мощности и слабым администрированием.

Механизм работы СНЭ на рынке мощности требует изменений как в Закон РК «Об электроэнергетике», так и в НПА, в частности, в ПТЭ, Правила аукционов, электросетевые правила и так далее.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ СНЭ СИСТЕМНЫМ ОПЕРАТОРОМ ЧЕРЕЗ СИСТЕМНЫЕ УСЛУГИ

Системный оператор является одним из ключевых субъектов в рамках энергосистемы и выполняет множество функций, в том числе осуществляет оказание системных услуг, таких как передача электрической энергии по национальной электрической сети, пользование национальной электрической сетью, услуги технической диспетчеризации, организация балансирования производства-потребления электрической энергии и так далее.

В этой связи реализация проектов СНЭ может производиться в рамках вышеуказанных системных услуг, в первую очередь, услуги по организации балансирования производства-потребления электрической энергии с возмещением затрат системного оператора через соответствующий тариф.

Такой подход может стать одним из наиболее эффективных, так как системный оператор в силу своих функций заинтересован в стабильной и надежной работе энергосистемы и, соответственно, самостоятельно реализует проекты СНЭ, сможет наиболее эффективно использовать их потенциал¹.

Услуга балансирования производства-потребления электрической энергии подразумевает организацию функционирования балансирующего рынка электрической энергии в режиме реального времени и регламентируется различными нормативными правовыми актами. В первую очередь, законами РК «Об электроэнергетике», «О естественных монополиях» и правилами формирования тарифов (утверждены приказом министра национальной экономики РК от 19 ноября 2019 года № 90).

Определение тарифа системного оператора на услугу балансирования производства-потребления электрической энергии в целом подчиняется общему порядку формирования тарифов для всех субъектов естественных монополий и заключается в возврате средств, затрачиваемых на оказание услуг через тариф. Действующее законодательство прямо не запрещает системному оператору реализовывать проекты СНЭ за счет тарифа на услугу балансирования производства-потребления электрической энергии. Однако, учитывая правоприменительную практику, когда Комитет по регулированию естественных монополий и его территориальные подразделения, утверждающие тарифы субъектов естественных монополий, проводят политику, направленную на сдерживание тарифов, и принимая во внимание, что проекты СНЭ – это новый сектор для энергосистемы, существуют риски невключения затрат на реализацию проектов СНЭ в тариф системного оператора на услугу балансирования производства-потребления электрической энергии.

Для снижения указанного риска представляется целесообразным закрепить на уровне Закона РК «Об электроэнергетике» и правил формирования тарифов особые положения, предусматривающие, что в периоды дефицита регулировочной мощности в энергосистеме, согласно прогнозируемому балансу электрической энергии и мощности (ежегодно утверждаемому Министерством энергетики на семь лет), затраты системного оператора на реализацию проектов СНЭ включаются в тариф на услугу балансирования производства-потребления электрической энергии в приоритетном порядке.

ПРОЕКТЫ СНЭ НА РОЗНИЧНОМ РЫНКЕ «ЗА СЧЕТЧИКОМ»

В настоящее время и в среднесрочной перспективе в условиях высокого уровня износа сетевого хозяйства и тенденции к ежегодному повышению уровня тарифов

перспективным направлением может стать использование СНЭ на розничном рынке электрической энергии. В первую очередь это касается субъектов малого и среднего предпринимательства, нетто-потребителей электрической энергии. Также его применение возможно в домохозяйствах.

Для развития этого сегмента, помимо очевидного позитивного эффекта в виде повышения надежности электроснабжения и обеспечения большей энергонезависимости потребителей, необходимо создание экономических стимулов.

В данный момент на розничном рынке электрической энергии тарифы энергоснабжающих организаций регулируются как сфера общественно значимых рынков в соответствии с Предпринимательским кодексом РК, тарифообразование определяется Правилами ценообразования на общественно значимых рынках. Тарифы на розничном рынке электроснабжения дифференцируются по группам потребителей и по объемам потребления, но при равных условиях (одна группа потребителей и один объем потребления) цена является одинаковой. В этой связи, помимо указанной дифференциации, необходимо также установить дифференциацию тарифов по зонам суток, то есть в разное время стоимость электрической энергии будет отличаться. В целом такой подход будет в упрощенном виде соответствовать изменению стоимости электрической энергии на оптовом рынке (где цена Единого закупщика каждый час разная).

Правильное применение механизма дифференциации тарифов по зонам суток на розничном рынке электрической энергии не только станет инструментом реализации СНЭ. В целом это положительно скажется на энергосистеме, так как будет способствовать сглаживанию пиковых нагрузок, выравниванию графика потребления и большей стабильности работы.

Следует отметить, что дифференциация тарифов на розничном рынке по зонам суток не является полностью новым инструментом. Так, действующие правила дифференциации энергоснабжающими организациями тарифов на электрическую энергию в зависимости от объемов ее потребления физическими лицами (утверждены Приказом председателя Агентства РК по регулированию естественных монополий от 20 февраля 2009 года №57-ОД) до 2017 года, помимо объемов потребления, предусматривали также дифференциацию по зонам суток. В указанный период предусматривались двух- и трехзонные системы потребления (дифференциации) с установлением периодов утреннего и вечернего максимумов, а также дневных и ночных провалов. Отказ от этой системы полагаем ошибочным. На наш взгляд, он был вызван неправильным планированием и администрированием процесса, а также отсутствием гибкости системы тарифообразования на розничном рынке электрической энергии (энергоснабжающие организации либо несли убытки, либо получали сверхдоходы) и сроков корректировки тарифов. Важным аспектом является тот факт, что с технической точки зрения значительных проб-

лемных вопросов для реализации реформы нет, поскольку подавляющее число приборов учета потребителей позволяют обеспечить учет потребляемой электрической энергии по дифференцированным тарифам по зонам суток.

Значительным вопросом, требующим своего разрешения, является искажение ценообразования на розничном рынке электрической энергии ввиду применения указанной выше дифференциации по группам потребителей. Для примера: на 31 декабря 2024 года в Караганде потребители в зависимости от группы приобретали электрическую энергию по следующим тарифам (за 1 кВтч без учета НДС):

- 1) бытовые потребители – 19,91 тенге;
- 2) небытовые потребители (юридические лица) – 33,51 тенге;
- 3) бюджетные организации – 89,80 тенге.

Такой значительный разрыв в тарифах носит нерыночный характер, в отличие от дифференциации тарифов по зонам суток, где тарифы будут складываться с учетом спроса и предложения на розничном рынке электрической энергии и способствовать внедрению СНЭ.

Для реализации вышеизложенного механизма потребуются внесение незначительных дополнений в Закон РК «Об электроэнергетике» в части закрепления описываемого вида дифференциации и соответствующей компетенции

Тарифы на розничном рынке электроснабжения дифференцируются по группам потребителей и по объемам потребления, но при равных условиях (одна группа потребителей и один объем потребления) цена является одинаковой.

уполномоченного органа по разработке правил дифференциации, поправок в Правила ценообразования на общественно значимых рынках касательно исключения дифференциации тарифов по группам потребителей, а также разработка отдельных правил дифференциации тарифов на розничном рынке электрической энергии по зонам суток.

¹Право системного оператора на реализацию СНЭ в рамках его услуги балансирования может действовать как временная мера на период от трех до пяти лет, пока энергосистема Казахстана испытывает большие трудности в отсутствии достаточного объема регулировочной мощности.



Ключевая роль аккумуляторных систем хранения энергии в повышении эффективности и устойчивости энергосистем

Для реализации целей по достижению нулевого уровня выбросов, установленных во многих странах, необходимо значительное увеличение доли возобновляемых источников энергии – в основном энергии ветра и солнца в большинстве современных энергосистем. Рост объемов переменной, неуправляемой генерации из ВИЭ повышает потребность в гибкости энергосистем для балансировки колебаний спроса и предложения, а также усиливает необходимость в резервных мощностях для обеспечения надежного электроснабжения в течение нескольких часов, особенно в периоды пикового спроса или при нештатных ситуациях. Кроме того, такая ситуация создает дополнительные сложности для работы электросетей – как с точки зрения оперативного управления, так и с позиции обеспечения сетевой устойчивости. Таким образом, снижение предсказуемости и управляемости возобновляемых источников увеличивает потребность и в гибкости, и в резервировании мощностей.

Традиционно гибкость и резерв мощности обеспечиваются быстро реагирующими ресурсами, такими как парогазовые установки (ПГУ).

Аккумуляторные системы хранения энергии (BESS) представляют собой более экологичную альтернативу этим источникам, работающим на ископаемом топливе. Если ранее их основная роль сводилась к предоставле-





нию вспомогательных услуг, то современные передовые системы BESS разрабатываются с возможностью выполнения сразу нескольких функций в различных временных диапазонах, позволяя:

- балансировать спрос и предложение;
- обеспечивать надежность электроснабжения;
- оптимизировать управление сетью и обеспечить ее пропускную способность и стабильность.

По мере того как мир движется к достижению углеродной нейтральности¹, аккумуляторные системы играют ключевую роль в накоплении и рациональном использовании ценного безуглеродного электричества, которое в противном случае могло бы быть ограничено – с экономическими и экологическими потерями, – а также в замещении жизненно важных, но пока еще основанных на ископаемом топливе источников эксплуатационной гибкости и резервов мощности.

Хранение энергии в аккумуляторах становится все более конкурентоспособным, обеспечивая пиковую мощность по стоимости, схожей с газовыми пиковыми установками. В США уже системы накопления энергии (СНЭ) выигрывают тендеры, а не газовые пиковые станции. В ЕС из-за роста стоимости энергии любая функция на основе хранения энергии в аккумуляторах теперь является более прибыльным бизнесом, чем раньше.

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ С ПОМОЩЬЮ СНЭ

Основная роль накопителей энергии заключается в том, чтобы поглощать избыточную энергию, вырабатываемую из возобновляемых источников – как в случае превышения потребления, так и при перегрузке пропускной способности сетей – и возвращать ее в сеть в моменты потребности. Основным механизмом получения дохода при этом выступает арбитраж. Такая функция технически обозначается как «перераспределение энергии» и, как правило, реализуется системами накопления с продолжительностью разряда 2-4 часа, при этом наблюдается тенденция к увеличению длительности разряда. Большинство систем работают по схеме накопления-отдачи энергии в течение суток (например, накопление солнечной энергии в дневное время и ее отдача в вечерние часы), но некоторые системы могут достигать до двух циклов отдачи в день.

Основная модель получения дохода для BESS заключается в накоплении электроэнергии в периоды избыточного производства и низких рыночных цен, а затем в продаже этой электроэнергии, когда цены на рынке становятся высокими – как правило, в начале вечерних часов пик. Эту схему работы можно напрямую связать с ветряной или солнечной электростанцией. В таком случае оператор просто откладывает продажу ча-

¹ Углеродная нейтральность: Меры по борьбе с изменением климата ООН

сти своей продукции на периоды, когда рыночные цены выше – это преобладающая модель работы и генерации дохода в США, стимулируемая налоговыми льготами, которые установлены Законом о снижении инфляции. BESS также может работать как независимый актив, поглощая и накапливая энергию из сети и затем возвращая ее обратно в сеть. В этом случае арбитраж, как правило, сочетается с оказанием дополнительных услуг для энергосистемы, таких как первичное и вторичное регулирование частоты. Такая модель является преобладающей в получении дохода в Европе.

Создание ценности усиливается в случае минимизации потерь возобновляемой энергии: энергия не теряется, а продается по рыночным ценам, при этом дополнительно достигается экономия за счет избегания затрат на замену (другими источниками энергии) и, возможно, на модернизацию электросетей. На сегодняшний день отмечается устойчивое увеличение объемов неиспользованной возобновляемой энергии, что сопровождается возрастающими издержками как с экономической, так и с экологической точки зрения.

Однако такие механизмы получения дохода основаны на свободных рынках и, следовательно, подвержены колебаниям рыночных цен, что рассматривается инвесторами как относительно высокий риск.

НАДЕЖНОСТЬ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ

Недавний энергетический кризис, особенно в Европе, показал уязвимость энергетических систем, зависимых от природного газа (часто импортируемого) в условиях ограничений. В ряде стран создаются рынки резервных мощностей для обеспечения доступности энергии в периоды пикового спроса и чрезвычайных ситуаций (например, в морозные зимние вечера). Обычно требуемая продолжительность для рынков резервных мощностей составляет 2 часа, при этом наблюдается тенденция к увеличению этого времени.

Рынки мощности могут стать дополнительным источником дохода для операторов систем хранения энергии, поскольку контракты подписываются на многолетние сроки, а стабильные цены обеспечивают надежный и предсказуемый доход для инвесторов.

Недавний энергетический кризис, особенно в Европе, показал уязвимость энергетических систем, зависимых от природного газа (часто импортируемого) в условиях ограничений.

УСЛУГИ ДЛЯ СЕТЕЙ

Помимо вышеупомянутых функций балансировки и обеспечения безопасности энергоснабжения, вклад и конкурентоспособность, BESS в услугах регулирования частоты и поддержки напряжения хорошо зарекомендованы и используются операторами транзитных и распределительных сетей как важнейший инструмент для обеспечения стабильности напряжения и частоты в энергетических системах. BESS заняли значительную долю на рынках регулирования частоты в ряде стран.

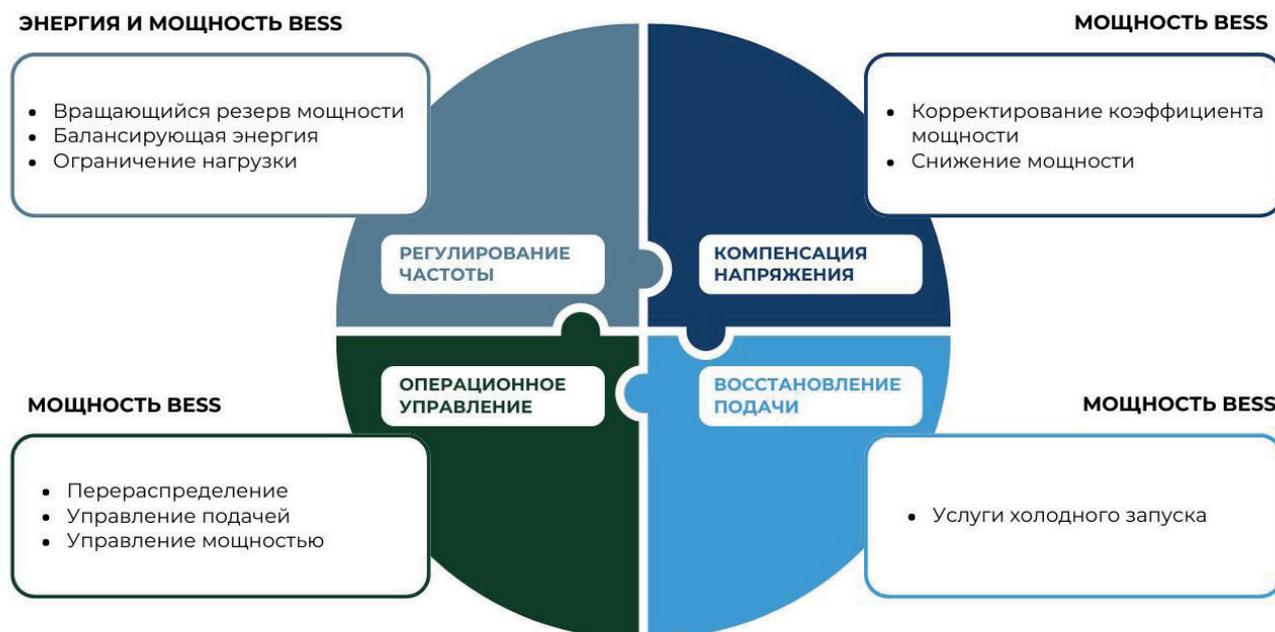
Однако постоянно растущее использование возобновляемых источников энергии переменной мощности (ветровая и солнечная энергия) создает новые вызовы для операторов сетей, в частности, проблемы с перегрузками сетей, а также вопросы их стабильности и устойчивости.

Перегрузки сетей связаны с разрозненным расположением ветряных и солнечных электростанций, которые более распределены по территории по сравнению с традиционными электростанциями, но в то же время возникают «горячие точки» генерации возобновляемой энергии в местах, не предусмотренных текущей топологией сети. Ярким примером является колоссальное производство ветровой энергии в северном прибрежном районе Германии, что создает проблему для операторов сетей по транспортировке энергии в южные регионы, где сосредоточены основные энергоемкие отрасли. В краткосрочной перспективе эта ситуация приводит к сокращению производства энергии и увеличению затрат на управление диспетчеризацией и подачей энергии в сеть. Например, в 2024 году в Германии снижение выработки возобновляемой энергии достигло 9,3 ТВтч, что на 50% больше по сравнению с уровнем 2021 года и составляет 3% от общей выработки возобновляемой энергии в стране.

Стабильность сети может быть под угрозой из-за сокращения объемов регулируемой базовой генерации – обычно крупных синхронных генераторов – и последующего увеличения доли асинхронных возобновляемых энергетических установок, подключенных через технологии, основанные на инверторах. Процесс замещения не только снижает возможности оператора по управлению распределением энергии, но и приводит к уменьшению инерции сети, что делает ее более уязвимой к резким колебаниям мощности, авариям или другим непредсказуемым инцидентам. Недостаток инерции может привести к очень быстрому коллапсу частоты сети в случае потери крупного генераторного узла или линии передачи.

Современные BESS предлагают эффективные технические методы для устранения различных проблем в рамках единой системы. Они могут поддерживать четыре ключевых области управления сетью, которые обычно находятся в ведении операторов системы передачи:

– Услуги поддержки частоты: помимо существующих



первичной и вторичной регуляции частоты, BESS могут предоставлять поддержку инерции, комбинируя возможности формирования сети инверторами с возможностью подачи активной мощности за миллисекунды.

– Услуги по операционному управлению. BESS решают три основные проблемы: перегрузка, ограничение подачи энергии и резерв мощностей. Эти системы могут временно разгружать линии передачи, накапливая энергию до появления узких мест в сети, тем самым предотвращая ограничения подачи энергии. BESS могут либо заменить, либо дополнить другие технологии, применяемые операторами. Например, технология DLR (динамическое определение допустимой токовой нагрузки линии) и управление потоком мощности.

– Услуги компенсации напряжения: BESS могут обеспечивать их как на уровне распределения, так и на уровне передачи, тем самым устраняя потребность в решениях, требующих значительных капитальных затрат. Благодаря способности корректировать коэффициент мощности и вводить активную мощность в сеть BESS способны компенсировать реактивную мощность (VAR) и поддерживать нормативный уровень напряжения в распределительных сетях, а также компенсировать потери напряжения при передаче энергии в магистральных сетях.

– Восстановление электроснабжения. Во время запуска обесточенного участка сети аккумуляторные системы могут заменить дорогостоящие резервные источники на ископаемом топливе. Услуги запуска с обесточенного состояния необходимы для повторного ввода в работу участков сети после отключения.

Важно понимать, что одна BESS может обеспечить сразу несколько функций – при условии, что она правильно рассчитана, спроектирована и грамотно управляется в эксплуатации. Как правило, вышеупомянутые услуги требуются не одновременно, поэтому распространенной практикой является «резервирование» конкретных функций на определенные периоды дня, недели или года. Тем не менее с технической точки зрения возможно совмещение нескольких функций, например, переключение с режима перераспределения энергии на регулирование частоты. Один из примеров реализации такого подхода – система EdReg на Тайване.

Модели получения дохода за услуги регулирования частоты (резерв первичного регулирования частоты (FCR), резерв вторичного регулирования частоты (FRR), резерв мощности и арбитраж) становятся все более устойчивыми во многих странах. Также все чаще операторы включают в регулирование частоты инерционные услуги (например, вспомогательные услуги по регулированию частоты (FCAS) в Австралии или услуга динамического регулирования частоты в Великобритании). Использование BESS для управления перегрузками в сетях пока находится на начальной стадии: регулирующие органы только начинают определять услуги и схемы оплаты, которые позволили бы операторам магистральных и распределительных сетей закупать такие услуги со стороны, а не владеть и управлять системами самостоятельно – что во многих странах либо прямо запрещено, либо считается нежелательной практикой. Исключениями из этого правила являются, например, проекты Gridboosters («Ускорители сети») в Германии

и демонстрационная установка Ringo во Франции. Сегодня мы наблюдаем первые попытки создания локальных рынков управления энергией в Великобритании, Франции, Испании и Австралии. Ярким примером служит платформа GOPACS в Нидерландах. Эти рынки вознаграждают локальные решения для регулирования нагрузки, которые предоставляют системы накопления энергии или технологии управления спросом, способные забирать или отдавать энергию в определенных точках сети в нужное время. Создаваемая для системы ценность основывается на сокращении затрат на перераспределение и ограничение генерации, а также на снижении расходов на усиление сети и поддержание ее стабильности, таких как замена проводов существующих линий или инвестиции в новые линии и другие инерционные средства.

Очевидно, что ценности, создаваемой только одной услугой, обычно недостаточно для построения устойчивой экономической модели для BESS. Сегодня широко применяется практика комплексного использования услуг для захвата нескольких источников дохода, а также для снижения рисков возврата инвестиций путем комбинирования рыночных и контрактных услуг и возможности изменения схемы работы системы на протяжении ее срока службы с целью оптимизации доходных потоков. Это оказывает прямое влияние на проектирование BESS, в основном в трех областях:

- Пропускная способность энергетической системы: в целях совмещения различных услуг BESS все чаще используются с более чем одним циклом выработки и отдачи энергии в сутки. В периоды интенсивного использования одна батарея должна быть способна выдерживать несколько циклов накопления и отдачи энергии при различных глубинах разряда (DOD), что приводит к общему объему энергии, проходящему через батарею, эквивалентному 300% ее полной емкости за 24 часа. Это предъявляет высокие требования к системе терморегулирования.

- Цифровизация играет ключевую роль в удаленном мониторинге BESS и обеспечении их максимальной доступности, особенно когда системы увеличиваются в размерах и когда модели их работы становятся сложными, динамичными и изменяющимися со временем.

- Безопасность: многомегаваттные BESS больше не предназначены исключительно для удаленных районов. Поскольку они должны обеспечивать местные возможности для регулирования нагрузки, их все чаще устанавливают в местах с высокой плотностью инфраструктуры и населения, а также на промышленных объектах и в центрах обработки данных. Это требует все более строгих требований безопасности к BESS и отказа от подхода «оставить все как есть» (let it burn) в таких местах.

ПОСЛЕДНИЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ СНЭ

В настоящее время наблюдается растущая тенденция к увеличению плотности энергии, улучшению архитектуры систем и цифровизации.

УВЕЛИЧЕНИЕ МАСШТАБА БЕЗ УЩЕРБА ДЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ И КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

Сегодня системы мощностью 100 МВт на два часа (200 МВтч) или четыре часа (400 МВтч) являются обычным явлением, и мы начинаем наблюдать установку систем на уровне гигавайт. Для этого требуется больше контейнеров с системами накопления энергии. Таким образом, пространство для установки становится все более серьезной проблемой, учитывая, что контейнеры с батареями должны быть подключены к системам преобразования энергии (PCS) и трансформаторам, а также установлены на безопасном расстоянии, обеспечивающем доступ для технического обслуживания. Как учесть необходимость экономии пространства, при этом обеспечив высочайший уровень безопасности?

С момента, как первый контейнер с литий-ионными батареями покинул фабрики компании Saft в 2012 году, энергетическая плотность одного 20-футового контейнера увеличилась в 10 раз: с 500 кВтч до 5,1 МВтч на сегодняшний день. Хотя более крупные размеры и высокая плотность литий-ионных аккумуляторов позволяют достигать таких показателей, инженерная задача заключается в разработке и сертификации высокоэффективных решений для аккумуляторных систем, которые можно транспортировать в любую точку мира, а также в обеспечении надежной работы в течение 15-20 лет при соблюдении высочайших стандартов безопасности, эффективном охлаждении в минимальных объемах пространства и высокой энергоэффективности.

Новейшее поколение литий-ионных аккумуляторных систем BESS компании Saft под названием Intensium® Flex обеспечивает 5,1 МВтч емкости в 20-футовых контейнерах по стандартам ISO. Продукт производится на наших заводах с соблюдением строгих стандартов





качества и разработан, протестирован и сертифицирован нашими инженерами. Он отвечает ряду важнейших требований:

- Интеграция собственной электроники управления (BMS) на всех уровнях – от модуля до системы. В сочетании с жестким процессом квалификационного тестирования и закупкой компонентов в Европе и США система управления превосходит отраслевые стандарты по надежности и кибербезопасности.

- Система жидкостного охлаждения, обеспечивающая температурную однородность между всеми модулями батарей, даже при экстремальных условиях окружающей среды, с высокой энергоэффективностью.

- Подход к безопасности, основанный на анализе рисков, который включает в себя избыточные электронные и физические барьеры безопасности на нескольких уровнях для управления, в том числе рисками возгораний и взрывов. Подход Saft к безопасности является комплексным, он учитывает наихудшие сценарии на уровне продукта, при установке на объекте, а также с участием обслуживающего персонала и пожарных.

Размер всей системы BESS также зависит от количества и размеров систем преобразования энергии (PCS), необходимых для преобразования постоянного тока от нескольких контейнеров в переменный. Система управления Saft поддерживает точную работу до восьми контейнеров одновременно, благодаря чему к одной системе преобразования энергии может быть подключено свыше 40 МВт·ч. Это позволяет Saft разрабатывать архитектуры систем, основываясь на самых крупных и экономически оптимизированных системах преобразования энергии, доступных на рынке.

Повышенная энергетическая плотность контейнерных модулей в сочетании с современными системами управления, продуманной системой безопасности и компактной установкой по принципу оперативного подключения (plug-and-play) представляет собой качественный скачок в развитии технологий. Таким образом, отрасль получила возможность развертывать промышленные системы накопления энергии с длительностью сдвига нагрузки до восьми часов, одновременно сокращая требуемую площадь и сроки монтажа в два-три раза.

РОСТ УРОВНЯ ЦИФРОВИЗАЦИИ

Современные BESS становятся все более цифровыми, что позволяет осуществлять управление в реальном времени и использовать технологии искусственного интеллекта и машинного обучения. Это повышает эффективность работы системы при одновременном снижении простоев и затрат на обслуживание. Обмен данными с облаком обеспечивает удаленный мониторинг ключевых показателей эффективности (KPI) и контроль всех эксплуатационных параметров системы.

Например, цифровая облачная платформа I-Sight от Saft в режиме реального времени отслеживает производительность, чтобы BESS соответствовала контрактным KPI. При возникновении отклонений система немедленно отправляет уведомление, что позволяет оперативно реагировать. Искусственный интеллект обеспечивает возможность реализации функций предиктивного обслуживания, снижая простой, затраты и риски для безопасности за счет выявления и точной интерпретации слабых сигналов в огромных массивах данных, собираемых и хранимых системой.

Кроме того, благодаря инструментам удаленной диагностики и перенастройки большинство проблем теперь можно решать без выезда на объект.

ВЫВОДЫ

Наступает переломный момент. Большинство стран – а вместе с ними и национальные энергетические стратегии – признают необходимость инвестиций как в гибкость энергосистем, так и в увеличение пропускной способности сетей, чтобы интегрировать масштабные объемы энергии ветра и солнца и достичь поставленных целей по снижению углеродных выбросов. BESS – это не только эффективная альтернатива гибким решениям, основанным на использовании ископаемых видов топлива, но и важнейший инструмент, позволяющий получать, хранить и использовать энергию в случаях необходимости. Таким образом, они играют ключевую роль в балансировке спроса и предложения, формировании резервов мощности и предотвращении перегрузок в сетях и ограничений выработки, то есть позволяют избежать потерь энергии – ресурса, который становится все более ценным в современном мире.

Имея опыт установки и реализации проектов BESS объемом более 7,5 ГВт·ч по всему миру, компания Saft предоставляет разработчикам комплексную экспертизу в области аккумуляторных систем хранения энергии – от начального этапа проектирования до ввода в эксплуатацию и вывода из эксплуатации. Наш бренд воплощает надежные и гарантированно эффективные технические решения, высокое качество реализации проектов и долгосрочную сервисную поддержку, обеспечивая тем самым окупаемость долгоиграющих аккумуляторных систем.



БАЛАНСИРОВКА ЭНЕРГОСИСТЕМЫ: ОПЫТ PHOTOMATE И HUAWEI, А ТАКЖЕ ВЫВОДЫ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

ВЫЗОВЫ, СТОЯЩИЕ ПЕРЕД ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭНЕРГОСИСТЕМОЙ

РОСТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В ЕВРОПЕ

За последнее десятилетие Европа стала мировым лидером в переходе на возобновляемые источники энергии. Благодаря масштабным целям в области изменения климата, политическим программам, таким как Европейский зеленый курс и программа энергетической безопасности, а также значительным государственным и частным инвестициям доля возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе значительно возросла.

По данным Eurostat, в 2023 году доля возобновляемых источников в потреблении электроэнергии в ЕС выросла до 45,3% по сравнению с 41,2% в 2022 году. Основными источниками стали:

- ветроэнергетика: 38,5% всей выработки возобновляемой электроэнергии;
- гидроэнергия: 28,2%;

- солнечная энергия: 18,6%;
- биоэнергия и другие источники: 14,7%.

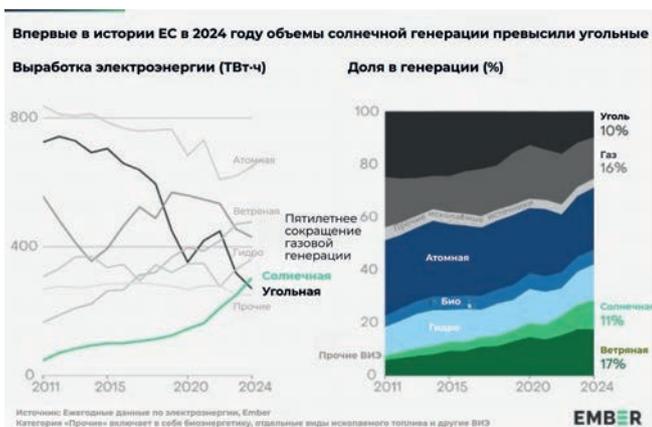
Такая тенденция сохранилась и в 2024 году: впервые в истории ЕС солнечная энергетика обогнала угольную, обеспечив 11% электроэнергии против 10% угольной энергетике.

К 2030 году ЕС планирует увеличить долю возобновляемых источников как минимум до 63%, чтобы к 2050 году достичь целей по достижению углеродной нейтральности. Национальные энергетические планы Германии, Франции, Испании и других стран значительно способствуют этому процессу, при этом ожидается рекордное увеличение мощностей в 2025 году: предполагается установление 70 ГВт солнечных и 19 ГВт ветровых установок.

Несмотря на быстрый рост солнечной и ветровой энергетики, процесс внедрения этих технологий в традиционные энергосети все еще сталкивается с рядом проблем.

Прерывистость и переменчивость – возобновляемые источники энергии, такие как ветер и солнце, не поддаются регулированию, их выработка зависит от погодных условий и времени суток. Это создает неопределенность и нестабильность в энергоснабжении, в отличие от электростанций на ископаемом топливе, которые обеспечивают стабильную выработку. Такая переменчивость часто приводит к несоответствию между выработкой и спросом. Это может повлиять на стабильность энергосистемы, вызывая дестабилизацию частоты или колебания напряжения.

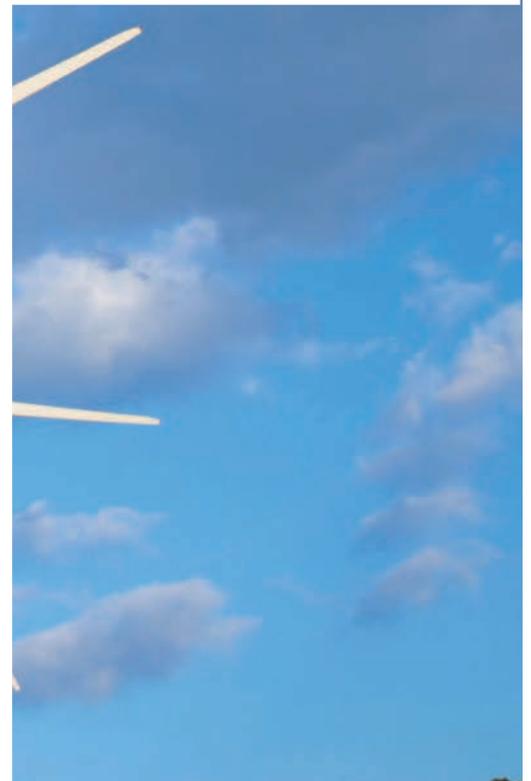
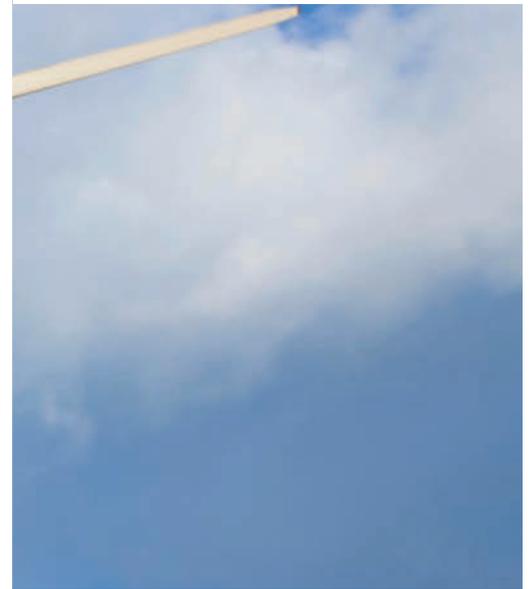
Перегрузка сетей и вынужденное ограничение генерации – по мере роста числа возобновляемых объектов, особенно в удаленных районах с высоким ветровым или солнечным потенциалом, существующая транспортная инфраструктура становится препятствием. Большинство объектов возобновляемой энергетики строят в районах с богатыми природными



ресурсами – например, ветропарки на севере Германии или солнечные электростанции на юге Испании. Однако основные потребители зачастую сосредоточены в промышленных центрах и мегаполисах, расположенных в других регионах. Такое расхождение создает повышенную нагрузку на электросетевую инфраструктуру, которая не обладает достаточной пропускной способностью для передачи больших объемов электроэнергии на дальние расстояния.

Аккумуляторные системы хранения энергии как основа современной энергосистемы – насколько они важны?

Все упомянутые выше проблемы вместе со снижением цен на системы хранения энергии (благодаря росту предложения и поддерживающим экономическим программам европейских правительств) привели к быстрому увеличению доли аккумуляторных систем начиная с 2024 года. Такой рост произошел параллельно с запланированным двукратным (как минимум) увеличением их внедрения.





В настоящее время аккумуляторные системы накопления энергии представляют собой одно из наиболее перспективных решений для выполнения задач и преодоления вызовов, стоящих перед Европой в контексте энергетического перехода. Как они могут способствовать достижению этой цели? Эти системы предлагают широкий спектр передовых функций, которые в сочетании с цифровыми технологиями становятся ключевым компонентом устойчивого развития.

Ключевые функции аккумуляторных систем хранения энергии (BESS)

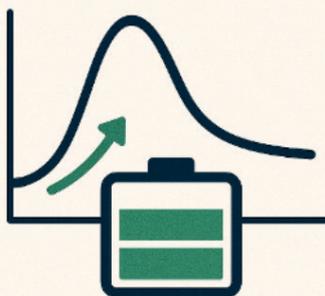
BESS обладают широким функционалом и могут выполнять следующие основные задачи:

Энергетический арбитраж, подразумевающий приобретение электроэнергии при минимальных ценах (как правило, в периоды низкого потребления) с последующей ее продажей в часы максимальных ценовых значений. Этот механизм позволяет операторам BESS извлекать прибыль за счет использования суточных ценовых колебаний. Ключевое преимущество

– сокращение вынужденного ограничения генерации ВИЭ (когда избыток солнечной или ветровой энергии остается невостребованным из-за низкого спроса или ограничений сети). Аккумулирование излишков возобновляемой энергии с последующей подачей в часы максимального потребления позволяет BESS поддерживать более чистое использование энергии и повышать прибыль разработчиков. В системах без организованных рынков электроэнергии такая стратегия также способствует выравниванию нагрузки – балансировке спроса и предложения путем временного перераспределения энергопотребления.

Гарантированная мощность (или пиковая мощность) – это способность энергосистемы удовлетворять спрос на электроэнергию в периоды максимального потребления в течение года. Традиционно эту функцию выполняют дорогостоящие быстрореагирующие генераторы, такие как газовые электростанции. Однако аккумуляторные системы хранения энергии (BESS) также могут служить надежным источником пиковой

ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗКИ И СОКРАЩЕНИЕ ПИКОВОЙ МОЩНОСТИ



ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ АРБИТРАЖ

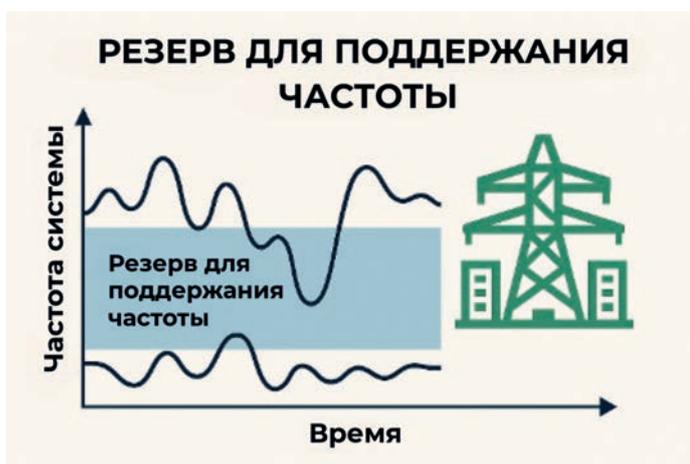


мощности, накапливая энергию в периоды низкого спроса и отдавая ее при скачках потребления.

Возобновляемые источники энергии с переменной генерацией, такие как ветровая и солнечная энергия, могут способствовать обеспечению пиковой мощности, однако их выработка зависит от погодных условий и часто не совпадает с периодами пикового спроса. Из-за этого их гарантированная мощность ограничена. При совместном использовании ВИЭ с переменной генерацией и BESS операторы могут эффективнее синхронизировать выработку с пиковыми нагрузками. Подобная интеграция способствует не только повышению надежности системы, но и увеличению полезной мощности возобновляемых источников, снижая зависимость от электростанций на ископаемом топливе.

Оперативный резерв и вспомогательные услуги необходимы для поддержания стабильности энергосистемы, обеспечивая баланс между генерацией и нагрузкой в режиме реального времени. Эти услуги работают в различных временных диапазонах – от долей секунды до нескольких часов, реагируя на внезапные изменения в сети.

Аккумуляторные системы хранения энергии (BESS) идеально подходят для этих задач, поскольку могут реагировать практически мгновенно – значительно быстрее традиционных электростанций. Поэтому они прекрасно подходят для услуг мгновенного реагирования, включая анализ частотного отклика. Крупные или более долговременные системы BESS также способны обеспечивать отслеживание нагрузки и маневрирование мощностью, помогая балансировать спрос и предложение на продолжительных интервалах. Таким образом, BESS играют ключевую роль в обеспечении надежности и гибкости энергосистемы.



Холодный запуск – это процесс восстановления работы электростанций после полного отключения энергосистемы, когда внешние источники электроэнергии отсутствуют. В обычных условиях генераторы используют энергию сети для запуска систем управления и возобновления работы. При полном отключении сети необходим внешний независимый источник.

Обычно для этого используют локальные дизель-генераторы. Однако аккумуляторные системы хранения энергии (BESS) предлагают более экологичную и эффективную альтернативу. BESS могут мгновенно обеспечить необходимую пусковую мощность без затрат на топливо и вредных выбросов. Более того, поскольку масштабные отключения случаются редко, BESS, установленные для холодного запуска, могут также использоваться для предоставления других ценных системных услуг, таких как регулирование частоты или энергетический арбитраж, когда они не находятся в режиме ожидания. Это делает BESS универсальной и экономически выгодной инвестицией для системных операторов.



PHOTOMATE: ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЙ ДЛЯ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ОТ ЕВРОПЫ ДО ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

По мере того как батарейные системы накопления становятся все более важными для обеспечения устойчивости и гибкости энергосистемы Европы, поставщики технологий играют решающую роль в их эффективной реализации.

Photomate – надежный поставщик аккумуляторных систем накопления энергии (BESS) Huawei, который объединяет европейский опыт внедрения с глубоким пониманием ключевой роли хранения энергии в современных энергосетях. Будучи глобальным партнером Huawei, мы также предоставляем передовые солнечные технологии, включая инверторы FusionSolar, умные трансформаторные станции, зарядные устройства для электромобилей и решения для управления энергией для жилых, коммерческих и промышленных объектов. Наше разнообразное портфолио поддерживается современными услугами по анализу потребления.

При поддержке технической команды из более чем 60 квалифицированных инженеров, мы предоставляем индивидуальные энергетические решения, соответствующие уникальным требованиям различных рынков. Мы обсудили с коллегами ключевые проекты реализованные с использованием BESS в Европе, исследовали текущие рыночные тенденции и выделили наиболее распространенные сценарии применения систем накопления энергии.

Оценка распределения использования аккумуляторных систем накопления энергии в Европе



РАЗВИТИЕ РЫНКА ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В ВЕНГРИИ

Энергетический ландшафт Венгрии претерпевает значительные изменения, поскольку установленная мощность внедренных солнечных электростанций продолжает стремительно расти, достигая уровней, требующих дополнительной поддержки системы. С увеличением доли возобновляемых источников энергии страна получила значительные механизмы поддержки, включая схему субсидий RRF-6.5.1-23, в рамках которой выделяется 150 миллионов евро на промышленные проекты по хранению энергии. Эти субсидированные проекты объединяют поддержку капитальных и операционных затрат (CAPEX/OPEX) с обязательствами по предоставлению вспомогательных услуг энергосистеме, создавая благоприятные условия для развития. Помимо субсидированных проектов, венгерские рынки электроэнергии и вспомогательных услуг уже предлагают экономически жизнеспособные условия для систем хранения энергии, при этом проекты в коммерческом и промышленном секторах показывают сроки окупаемости от трех до пяти лет. Программа 6.5.1-23 стала катализатором развития примерно 440 МВт 2-часовых накопителей, большинство из которых, как ожидается, будут введены в эксплуатацию к апрелю 2026 года.

Варианты применения и ключевые проекты

Системы хранения энергии мегаваттного масштаба в основном обеспечивают резерв автоматического восстановления частоты (FRR) и операции по ежедневному арбитражу, в то время как установки для коммерческого и промышленного сектора обычно решают проблему ограничений на подачу энергии в сеть, сохраняя избыток солнечной энергии для использования в дальнейшем.

Реализованный проект: 9 МВт/18 МВт·ч проект Alteo, г. Дьёр

В прошлом году наша команда успешно поставила и ввела в эксплуатацию аккумуляторную систему накопления энергии

для Alteo Group – венгерской компании, предоставляющей энергетические услуги и занимающейся энерготрейдингом. Проект, расположенный в г. Дьёр, Венгрия, непосредственно способствует расширению портфеля виртуальной электростанции (VPP) компании Alteo.

Обзор проекта

В рамках проекта BESS Alteo в г. Дьёр установлена система хранения энергии мощностью 9 МВт / 18 МВт·ч. Система Huawei предназначена для выполнения функций резерва для поддержания частоты (FCR), автоматического восстановления частоты (aFRR) и энергетического арбитража, что делает ее важной частью нашего портфолио реализованных проектов.

Основные компоненты установки:

- Интеллектуальные трансформаторные подстанции 1 x STS-3000K-H1 и 1x STS-6000K-H1
- Батареинные контейнеры 9 x Luna2000-2,0МВтч-2Н1
- Умные системы преобразования энергии 45 x Luna2000-200KTL-H0

Внедрение

BESS была размещена рядом с существующей инфраструктурой газовых двигателей и подключена к линии среднего напряжения, общей с ветровыми турбинами.

Высокоточное управление и быстрое время отклика системы Huawei имели решающее значение для выполнения строгих требований аккредитации FCR (Frequency Containment Reserve). С точки зрения сертификации, технология Huawei соответствует всем необходимым нормативным требованиям и стандартам электросетевого законодательства, обеспечивая беспрепятственную интеграцию в рынок вспомогательных услуг энергосистемы.

Несмотря на значительные габариты установки, процесс монтажа прошел организованно и без сбоев – успешная интеграция подчеркивает компетентность команды Photomate в

управлении различными технологическими решениями с обеспечением надежности и соответствия требованиям сетевых кодексов и стандартов безопасности.



Проект Photomate, Alteo, г. Дьёр, Венгрия

РАЗВИТИЕ РЫНКА НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ В ШВЕЦИИ проект Huawei BESS в Эстерсунде

Поскольку Швеция, как и другие европейские страны, сталкивается с ростом волатильности цен на электроэнергию и дисбалансами в сетях, вызванными увеличением доли возобновляемых источников энергии и ростом потребления на юге, BESS стали ключевым элементом решения этих проблем. Несмотря на отсутствие прямых субсидий для крупных проектов BESS, рынок продолжает расти благодаря устойчивым бизнес-моделям, основанным на частотном регулировании, арбитраже цен и сокращении пиковых нагрузок.

Одним из ключевых проектов компании Photomate в Швеции является проект Östersund-BESS tvätthallen, введенный в эксплуатацию в 2024 году компанией Energi & Driftteknik AB, ведущим шведским разработчиком энергетической инфраструктуры. Система мощностью 4 МВт/4 МВт·ч, расположенная в Эстерсунде, поддерживает виртуальную электростанцию и предоставляет услуги резерва для поддержания частоты (FCR), автоматического восстановления частоты (aFRR) и арбитража энергии.

Система включает:

- трансформаторную станцию 1x STS-6000K-H1,
- батарейные контейнеры 2x LUNA2000-2.0MWH-1H1.

Несмотря на суровые зимние условия с температурами ниже **-30°C**, система накопления энергии Huawei BESS демонстрирует надежную и эффективную работу, поддерживая стабильную мощность и качество.

Компания Energi & Driftteknik сотрудничала с компанией Photomate для обеспечения комплексной поддержки – от проектирования системы до установки и проверки ее эффективности. В ходе реализации проекта возникло несколько трудностей, среди которых:

- ограничение мощности подключения к сети на уровне 3 МВт, которое будет расширено в дальнейшем;
- установка в условиях экстремального холода, требующая детального планирования и контроля;
- соблюдение шведских стандартов подключения к сети среднего напряжения (IBN21), что было разрешено строительством экономичной промежуточной станции.

Клиент выбрал систему Huawei BESS за ее проверенную надежность, эффективность, конкурентоспособную стоимость, а также за надежное локальное обслуживание и поддержку.

СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ HUAWEI В ПРОЕКТЕ «КРАСНОЕ МОРЕ»: ВКЛАД В УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ САУДОВСКОЙ АРАВИИ

По мере глобального перехода к устойчивым источникам энергии аккумуляторные системы накопления энергии Huawei внедряются и за пределами Европы в масштабных проектах международного значения. Ярким примером является проект Красного моря в Саудовской Аравии – один из крупнейших и наиболее амбициозных проектов в сфере устойчивого туризма и инфраструктурного развития в мире. Этот грандиозный проект, рассчитанный на работу исключительно на возобновляемых источниках энергии, опирается на передовые технологии аккумулирования, гарантирующие круглосуточное и чистое



Проект Photomate, Energi & Driftteknik AB, г. Эстерсунд, Швеция

энергоснабжение сотен островов, курортов и инфраструктурных узлов.

Интегрированная энергетическая система проекта Красного моря включает более 760 000 солнечных панелей и крупномасштабную аккумуляторную систему накопления энергии общей емкостью 1,3 ГВт·ч – на момент ввода в эксплуатацию это была крупнейшая автономная установка BESS в мире.

Обзор проекта

Компания Huawei сыграла непосредственную и важнейшую роль в поставке интеллектуальных технологий хранения энергии и тесно сотрудничала с системным интегратором SEPCOIII при проектировании и реализации

масштабной энергетической системы. Решение BESS обеспечивает бесперебойное энергоснабжение без выбросов в течение дня и ночи, поддерживая все – от опреснительных установок и отелей до аэропортов и транспортных служб.

Ключевые особенности проекта:

- Размещение батарейных контейнеров Huawei LUNA2000 на нескольких распределенных узлах.
- Интеграция с умной системой преобразования энергии (PCS) Huawei для бесперебойного управления и эффективного преобразования энергии.
- Полная совместимость с гибридной возобновляемой инфраструктурой Красного моря, включая солнечные панели, умные сети и системы управления микросетями.

Huawei гордится своим вкладом в этот знаковый проект, который является важным этапом для масштабного автономного хранения энергии и демонстрирует ведущую роль компании в обеспечении экологически чистого и надежного энергоснабжения для сложных инфраструктурных проектов.

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ГИБКОСТИ: BESS КАК СТРАТЕГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ КАЗАХСТАНА

Одной из наиболее актуальных проблем энергетического сектора Казахстана сегодня является дефицит гибкой, или «регулирующей», мощности – ситуация, которая становится все более критичной с увеличением доли возобновляемых источников энергии. По мнению национального оператора электросети Казахстана, KEGOC, ситуация в Единой энергетической системе Казахстана становится все более сложной из-за ожидаемой интеграции 16 ГВт мощности возобновляемых источников энергии в ближайшие годы. В это число входит 3,3 ГВт по действующим контрактам, 6,7 ГВт, запланированные в рамках аукционных тендеров на 2023–2027 годы, и 6 ГВт от крупных проектов с участием иностранных инвесторов.

Утвержденный прогноз баланса электроэнергии и мощности на период 2023–2029 годов предполагает дефицит регулирующей мощности, который к 2025 году может соста-



Проект Huawei, "Красное море", Саудовская Аравия

вить 1364 МВт. В настоящее время энергетическая система уже функционирует в условиях ежемесячного дефицита, что вынуждает вводить ограничения для потребителей и делает вопросы балансировки и стабильности сети еще более актуальными.

Многие тепловые электростанции Казахстана, особенно старые угольные, не имеют достаточной гибкости для быстрой регулировки нагрузки. По информации KEGOC, в стране наблюдается дефицит маневренной мощности, особенно в южных регионах и в пиковые часы (утро и вечер).

Переменчивый характер солнечной и ветровой энергии, которые сильно зависят от погодных условий, создает дополнительные проблемы. Такие источники часто производят электроэнергию по непредсказуемым схемам, что вызывает резкие колебания в поставках, с которыми текущая энергетическая инфраструктура Казахстана справляется неэффективно.

Учитывая это, KEGOC и Министерство энергетики активно анализируют применение систем BESS в качестве основного решения. Аккумуляторные системы накопления энергии могут хранить избыток возобновляемой энергии в периоды высокой генерации – например, в солнечные послеобеденные часы или ветреные ночи – и отдавать ее в периоды пиковой нагрузки, помогая сглаживать дисбалансы и укреплять энергосеть.

Вспомогательные меры и интеграция умных сетей

Помимо систем накопления энергии (BESS), Казахстан также рассматривает аккумуляторных систем накопления энергии развитие газовых электростанций и гидроэнергетики, которые предоставляют высокую гибкость и могут сыграть важную роль в балансировке переменной генерации возобновляемых источников энергии.

KEGOC внедряет цифровые системы управления SCADA/EMS и планирует реализовать прогностические алгоритмы для более точного прогнозирования выработки возобновляемой энергии и управления потоками энергии в реальном времени. Такие улучшения являются частью более широкого перехода к инфраструктуре умных сетей, которая будет необходима по мере роста доли возобновляемых источников энергии.

Чем грозит бездействие

Без достаточной регулирующей мощности Казахстан рискует столкнуться с рядом проблем на уровне системы. В их числе:

- Отключения электроэнергии или перебои в снабжении потребителей, в том числе промышленности, из-за нестабильности баланса между спросом и предложением.
- Увеличенная зависимость от импорта электроэнергии из России, Кыргызстана и Узбекистана в периоды пиковых нагрузок.
- Препятствия для дальнейшего развития возобновляемых источников энергии, поскольку система может не справиться с дополнительной переменной мощностью без угрозы стабильности.

Многие тепловые электростанции Казахстана, особенно старые угольные, не имеют достаточной гибкости для быстрой регулировки нагрузки. По информации KEGOC, в стране наблюдается дефицит маневренной мощности, особенно в южных регионах и в пиковые часы (утро и вечер).

Национальная стратегия: гибкость как основополагающий элемент энергетического перехода

В процессе подготовки Казахстана к переходу на возобновляемые источники энергии гибкость становится критически важным требованием, и аккумуляторные системы накопления энергии (BESS) все чаще рассматриваются как ключевое средство для стабилизации энергосети и поддержки дальнейшего внедрения.

KEGOC, национальный оператор электросети Казахстана, берет на себя ведущую роль в установлении четких технических и операционных правил для новых проектов в области возобновляемой энергетики. Эти правила предназначены для того, чтобы убедиться, что проекты в области экологически чистой энергетики также способствуют надежности и безопасности всей электрической системы.

Как KEGOC, так и правительство признают, что без новых гибких ресурсов и систем накопления энергии рост возобновляемых источников может стать ограничивающим фактором для надежности системы. В своих недавних отчетах за 2023-2024 годы KEGOC подчеркнул, что приоритет должен быть отдан системам накопления энергии и гибкому производству для обеспечения устойчивой интеграции возобновляемых источников.

В то же время Министерство энергетики РК внедряет нормативные реформы, которые требуют использования систем накопления энергии для крупных проектов возобновляемой энергетики (10 МВт и выше), что обеспечивает согласование государственной политики с техническими требованиями энергосистемы.

Концепция развития электроэнергетической отрасли Казахстана до 2035 года определяет ясные направления развития, сосредоточенные на модернизации инфраструктуры энергосетей, переходе к умным системам и внедрении пилотных проектов BESS. Эти шаги станут основой для создания более гибкой, безопасной и чистой энергетической системы будущего.



Расширение возможностей в эпоху нулевого потребления энергии: революция в области интеллектуального хранения энергии

В МИРЕ, ГДЕ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЭНЕРГИИ СТАЛА НЕ ЦЕЛЬЮ, А НЕОБХОДИМОСТЬЮ, ENVISION ENERGY ЗАНИМАЕТ ЛИДИРУЮЩИЕ ПОЗИЦИИ, ПРЕДОСТАВЛЯЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ПРЕДПРИЯТИЯМ И СООБЩЕСТВАМ РАЗУМНЫЕ, АДАПТИРУЕМЫЕ И УСТОЙЧИВЫЕ РЕШЕНИЯ. БЛАГОДАРЯ ГЛОБАЛЬНОМУ ПРИСУТствию И СТРЕМЛЕНИЮ К ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ СОВЕРШЕНСТВУ КОМПАНИЯ ENVISION НЕ ТОЛЬКО УСКОРЯЕТ ПЕРЕХОД К ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ, НО И ФОРМИРУЕТ БУДУЩЕЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ.



ENVISION ENERGY: ГЛОБАЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ЗЕЛЕННЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ

Envision Energy – ведущая мировая компания в области «зеленых» технологий, стремящаяся стать технологическим партнером углеродной нейтральности для предприятий, правительств и учреждений во всем мире. Компания Envision Energy, охва-

тывающая три основных сектора бизнеса – интеллектуальные ветряные турбины, системы хранения энергии и экологически чистые водородные решения, разрабатывает комплексные решения для перехода к энергетической безопасности.

Располагая более чем 20 глобальными научно-исследовательскими центрами, более чем 50 производственными базами и работая в более чем 15 странах, Envision признана настоящим новатором. В 2024 году она вошла в список 100 самых влиятельных компаний по версии Time и в рейтинг Fortune «Измени мир» за свою прорывную работу в области промышленных парков с углеродной нейтральностью и «зеленым» водородом. Компания Envision также достигла глобальной операционной углеродной нейтральности в 2022 году и ставит перед собой амбициозную цель достичь полного нулевого уровня выбросов к 2040 году.

УМНОЕ И УСТОЙЧИВОЕ ХРАНЕНИЕ: ОБЗОР ENVISION ESS

В основе экологической миссии Envision лежат ее системы хранения энергии (ESS) – жизненно важный фактор интеграции возобновляемых источников энергии и гибкости электросетей. Компания Envision ESS, поставляющая более 30 ГВт·ч и получающая заказы более чем на 50 ГВт·ч, стремительно расширяет свои возможности, чтобы удовлетворить растущую потребность мира в безопасных, надежных и интеллектуальных системах хранения энергии.

Опираясь на собственные исследования и разработки и вертикально интегрированное производство – от аккумуляторных батарей и блоков питания до ПК, систем BMS, EMS и SCADA-систем, – Envision обеспечивает полный контроль качества и безупречную работу по всей цепочке создания стоимости. Ее платформа на базе искусственного интеллекта и Интернета вещей обеспечивает мониторинг в режиме реального времени, прогнозную аналитику и бесшовную интеграцию с интеллектуальными сетями.

Располагая более чем 20 глобальными научно-исследовательскими центрами, более чем 50 производственными базами и работая в более чем 15 странах, Envision признана настоящим новатором.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СОВЕРШЕНСТВО: СОЗДАНО ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ, НАДЕЖНОСТИ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Система Envision ESS разработана для обеспечения максимальной безопасности, эффективности и долговечности, при этом особое внимание уделяется моделированию деградации, управлению активами, оптимизированному на основе ИИ, и возможностям формирования сетей. Ее инновационный набор продуктов включает в себя решения как для постоянного, так и для переменного тока:

- В решениях для шкафов постоянного тока используются усовершенствованные LFP-ячейки емкостью 280 Ач и 305 Ач, что обеспечивает длительный срок службы и гибкость системы. Их предустановленная конструкция сокращает затраты на проведение работ на месте и ВОР.
- Контейнеры постоянного тока с жидкостным охлаждением емкостью 5 МВт·ч оснащены аккумуляторными емкостью 315 Ач, улучшенным терморегулированием и надежными функциями безопасности, что идеально подходит для суровых условий эксплуатации, зон с низким уровнем шума и приложений с поддержкой частоты.
- Системы преобразования энергии переменного тока (ПК), такие как SingleSkid3300, TwinSkid5500 и TwinSkid6900, обеспечивают эффективность более 98,5%, высокую надежность и стабильность формирования сети, особенно в слабых или удаленных сетях.



Tier-1
Global Energy Storage
Manufacturer
by BloombergNEF

200+ Projects
15+ GWh Delivered
25+ GWh to be Shipped

Full-Stack Technology
from Battery to System

Industry-leading Safety
and Optimal Cost



www.envision-group.com

Благодаря запатентованным системам управления зарядом батареи и анализу данных о прогнозируемом ухудшении Envision обеспечивает более разумную, долговечную и безопасную эксплуатацию, способствуя максимальной рентабельности инвестиций и продлевая время безотказной работы для операторов.

ВЛИЯНИЕ НА РЕАЛЬНЫЙ МИР: ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ, СТИМУЛИРУЮЩИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Решения Envision для хранения данных предназначены для реализации некоторых из самых эффективных энергетических проектов в мире, что подчеркивает ее глобальный опыт и эффективность на местном уровне:

- **Harmony Energy Income Trust (Великобритания)** – 83 МВт/166 МВт·ч для стабилизации энергосистемы и интеграции возобновляемых источников энергии.
- **Masdar Arlington Energy (Великобритания)** – 55 МВт/110 МВт·ч, обслуживающая гибкий рынок электроэнергии Великобритании.
- **Проект EDF Oasis (Южная Африка)** – 257 МВт/1028 МВт·ч, одно из крупнейших в Африке применений аккумуляторных батарей.
- **Juniper Green Energy (Индия)** – мощность 320 МВт·ч для поддержки пиковых нагрузок и использования возобновляемых источников энергии.
- **Scatec Mogobe (Южная Африка)** – система мощностью 103 МВт/493 МВт·ч, повышающая энергетическую независимость на местном уровне.
- **Atlantic Green, Cellarhead (Великобритания)** – 300

МВт/624 МВт·ч для повышения устойчивости и частотной характеристики.

- **Field Energy, Уайтберк (Великобритания)** – 25 МВт/50 МВт·ч для стабилизации региональных сетей.

Каждое внедрение демонстрирует уникальное сочетание технического совершенства, адаптивности и возможностей реализации глобальных проектов Envision, что соответствует ее стремлению ускорить достижение устойчивого энергетического будущего.

БОЛЕЕ РАЗУМНОЕ И ЭКОЛОГИЧНОЕ БУДУЩЕЕ

Начиная с аппаратных инноваций и заканчивая цифровым интеллектом, Envision Energy Storage переосмысливает возможности индустрии аккумуляторных батарей. Ее интегрированные решения не просто отвечают на вызовы сегодняшнего дня – они активно формируют энергетические системы завтрашнего дня.

Мир движется к декарбонизации, Envision Energy готова предоставить технологии, масштаб и видение, необходимые для перехода к будущему с нулевым потреблением энергии.

Представьте себе систему накопления энергии: она создана для использования возобновляемых источников энергии. Создана для управления будущим.

► Для получения более подробной информации посетите сайт www.envision-group.com. Представитель в Казахстане: Алмас Бек almas.bek@envision-energy.com.

ГРАФИК АУКЦИОННЫХ ТОРГОВ ВИЭ В 2025 ГОДУ

Министерство энергетики Республики Казахстан приглашает всех заинтересованных лиц принять участие в аукционах по отбору проектов строительства объектов возобновляемой генерации в 2025 году.

В соответствии с Приказом министра энергетики РК №66- Н/К от 7 февраля 2025 г. «Об утверждении графика проведения аукционных торгов до 2025 г.» утвержден следующий график:

№	Тип ВИЭ	Установленная мощность, МВт		Зона ЕЭС	Дата аукциона
		Малые	Крупные		
1	ВЭС		50	Южная зона	26 мая 2025 г.
2	ВЭС		100	Северная зона	27 мая 2025 г.
3	ВЭС		50	Западная зона	28 мая 2025 г.
4	ВЭС		1000*	Северная зона	29 мая 2025г.
5	СЭС		30	Западная зона	16 июня 2025 г.
6	СЭС		20	Южная зона	17 июня 2025г.
7	СЭС		20	Южная зона	18 июня 2025г.
8	СЭС		20	Южная зона	19 июня 2025г.
9	ГЭС	50		Все зоны	23 июня 2025г.
10	ГЭС		200	Все зоны	24 июня 2025г.
11	ГЭС	50		Все зоны	10 ноября 2025г.
12	ГЭС		200	Все зоны	11 ноября 2025г.
13	БиоЭС	20		Все зоны	12 ноября 2025г.

Источник: Приказ министра энергетики РК №117- Н/К от 4 марта 2025 г. «Об утверждении графика проведения аукционных торгов до 2025 г.»

*С системой накопления электроэнергии

Общая выставленная на аукцион установленная мощность в 2025 году составляет 1810 МВт с разбивкой по типам электростанций:

- солнечные электростанции (СЭС) – 90 МВт;
- ветроэнергетические установки (ВЭС) – 1200 МВт;
- гидроэлектростанции (ГЭС) – 500 МВт;
- биогазовые электростанции (БиоЭС) – 20 МВт.

SUNGROW РЕАЛИЗУЕТ КРУПНЕЙШИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ПРОЕКТ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ

КОМПАНИЯ SUNGROW ПРОКЛАДЫВАЕТ ПУТЬ К КРУПНЕЙШЕМУ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ПРОЕКТУ ПО ХРАНЕНИЮ ЭНЕРГИИ И СПОСОБСТВУЕТ ПЕРЕХОДУ К ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ С ПЕРЕДОВЫМИ РЕШЕНИЯМИ BESS.

SUNGROW
Clean power for all

Компания Sungrow, мировой лидер в сфере технологий инверторов солнечных панелей и систем хранения энергии, активно продвигает энергетический переход в Центральной Азии с помощью передовых решений в области хранения энергии.

Центральная Азия уверенно движется к переходу на возобновляемую энергетику, а страны региона ставят перед собой смелые задачи по расширению доли экологически чистой энергии. В 2024 году Казахстан ввел в строй проекты ВИЭ мощностью 3,03 ГВт. Для удовлетворения будущих потребностей в энергопотреблении в Единой электроэнергетической системе Казахстана (ЕЭС) к 2035 году планируется ввести около 17,5 ГВт новых генерирующих мощностей с использованием различных технологий и размещением по различным регионам. Это открывает значительные возможности для внедрения передовых систем хранения энергии, которые будут способствовать переходу региона к экологически чистой энергетике.

КРУПНЕЙШИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ ПРОЕКТ ПО ХРАНЕНИЮ ЭНЕРГИИ

Недавно компания Sungrow успешно ввела в эксплуатацию проект по хранению энергии Lochin мощностью 150 МВт/300 МВт·ч в Андижанской области Узбекистана.

Этот объект, оборудованный передовой жидкостно-охлаждаемой системой хранения энергии Sungrow PowerTitan 2.0, стал первым проектом по накоплению энергии в Узбекистане и крупнейшим в Центральной Азии.

Sungrow, обладая 28-летним опытом, занимает позицию мирового лидера по поставкам инверторов солнечных панелей (по версии S&P Global Commodity Insights) и является наиболее надежным участником в сфере систем хранения энергии (по данным BloombergNEF). На декабрь 2024 года она установила 740 ГВт силовой электроники по всему миру, поддерживая проекты экологически чистой энергетики в более чем 180 странах. Компания управляет глобальной сетью из 520 сервисных центров, обеспечивая бесперебойное выполнение проектов и поддержку клиентов. Она располагает динамичной технической командой по исследованиям и разработкам, которая составляет 40% от общего числа сотрудников компании. Sungrow также инвестировала в собственный испытательный центр, сертифицированный такими организациями, как SGS, CSA и TÜV Rheinland.

ПРОЕКТ ПО ХРАНЕНИЮ ЭНЕРГИИ LOCHIN МОЩНОСТЬЮ 150 МВТ/300 МВТ·Ч

Узбекистан планирует быстрое увеличение доли возобновляемых источников энергии. В начале 2024 года правительство





Проект по хранению энергии Lochin мощностью 150 МВт/300 МВт·ч

этой страны повысило цель по доле возобновляемых источников в энергетическом балансе с 25 до 40% к 2030 году. Важной частью национального плана является проект BESS Lochin мощностью 300 МВт·ч, который обеспечит 2,190 ГВт·ч стабильной мощности и гибкой энергии ежегодно, поддерживая более устойчивую местную электрическую сеть. Sungrow поставила систему хранения энергии PowerTitan 2.0 с технологией формирования сети, которая обеспечивает регулирование напряжения, отклик на изменения частоты и гашение колебаний, гарантируя стабильность напряжения и частоты в уязвимой электрической сети Узбекистана.

РЕВОЛЮЦИЯ В ХРАНЕНИИ ЭНЕРГИИ С ЖИДКОСТНО-ОХЛАЖДАЕМОЙ СИСТЕМОЙ POWER TITAN 2.0

Система хранения энергии PowerTitan 2.0 от Sungrow разработана для поддержки перехода Центральной Азии к экологически чистой энергетике благодаря своим передовым характеристикам:

- PowerTitan 2.0 представляет собой профессиональную интеграцию технологий электроники питания, электрохимии и поддержки энергосетей от Sungrow. Дизайн блока AC-DC «все в одном», с предварительно собранными модулями батарей и системой преобразования энергии, обеспечивает беспроблемную интеграцию и облегчает установку, сокращая время подключения к сети на 50%.
- Система обладает высокомасштабируемым дизайном с архитектурой, ориентированной на простое включение

в электросеть, поддерживаемой предварительно сертифицированными испытаниями на соответствие стандартам пожарной безопасности. В октябре прошлого года Sungrow провела крупнейшую в мире электротермотренировку для PowerTitan 2.0, устанавливая новые нормы безопасности.

- Система интегрирует iSolarBPS, новаторскую технологию предварительной диагностики батарей с возможностью реального мониторинга и трехуровневыми функциями предупреждений.
- PowerStack 200CS от Sungrow – это система хранения энергии мощностью 110 кВт/225 кВт·ч для коммерческих и промышленных целей, которая включает автоматическое переключение между сетями, интегрированное управление батареями и системой преобразования энергии, а также жидкостное охлаждение для эффективного контроля температуры.

РАСШИРЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ BESS В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Казахстан продолжает расширять сферу возобновляемой энергетики, и Sungrow активно поддерживает этот процесс, предоставляя решения BESS, которые способствуют улучшению стабильности сети и интеграции экологически чистых источников энергии. Помимо Казахстана, Sungrow усиливает свое присутствие в Центральной Азии, сотрудничая с партнерами для предоставления надежных и масштабируемых решений по хранению энергии, которые помогут обеспечить устойчивое энергетическое будущее региона.

СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ: РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТИМУЛЫ В КАЗАХСТАНЕ

В КАЗАХСТАНЕ УСКОРЯЕТСЯ РОСТ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ (ВИЭ) ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ДОСТИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ И ДИВЕРСИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ. В 2024 ГОДУ ДОЛЯ ВИЭ В КАЗАХСТАНЕ СОСТАВИЛА 6,4% (7,58 МЛРД КВТ·Ч) ОТ ОБЩЕГО ОБЪЕМА ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ. ПЛАНИРУЕТСЯ ВВЕСТИ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ДЕВЯТЬ ПРОЕКТОВ ВИЭ СУММАРНОЙ МОЩНОСТЬЮ 455,5 МВт В 2025 ГОДУ.



Одним из препятствий для эффективного и экономичного использования ВИЭ в рамках Единой энергетической системы является прерывистое энергоснабжение солнечной и ветряной энергии, так как солнце не светит и ветер не дует 24/7.

Наиболее широко признанным решением этой проблемы является внедрение систем накопления энергии (далее – СНЭ), которые нацелены на аккумуляцию энергии и ее отдачу во время пиковых нагрузок. Как показывает мировая практика, СНЭ успешно применяются в различных областях, таких как стабилизация сети и регулирование частоты, сокращение пиковых нагрузок и перераспределение нагрузки, интеграция ВИЭ, резервное питание и устойчивость, поддержка микросетей, интеграция в зарядную инфраструктуру электромобилей. В настоящее время литий-ионные батареи являются наиболее популярным выбором для батарейных СНЭ. Они отличаются высокой плотностью энергии и большим сроком службы, способностью быстро заряжаться, находят применение в жилых, коммерческих и сетевых системах хранения.

Темпы роста СНЭ превзошли все ожидания в 2024 году: во всем мире были введены установки СНЭ с суммарной мощностью 205 ГВт·ч. По прогнозам BloombergNEF, мировой рынок аккумуляторных СНЭ



Раушана Чалтабаева,
партнер Unicase



Курмет Жумагалиев,
старший юрист Unicase

(BESS) будет расти на 21% в год до 2030 года, что подчеркивает их возрастающий спрос и коммерческую целесообразность.

Планируется осуществление пилотного проекта по внедрению СНЭ на основании подписанного соглашения между KEGOC, China Power International Development Limited, China Power International Holding Limited и Объединением юридических лиц «Ассоциация возобновляемой энергетики Казахстана». Этот пилотный проект позволит изучить практические характеристики и возможности использования СНЭ в условиях Единой электроэнергетической системы.

Кроме того, ожидается строительство ветряных и солнечных электростанций на базе межправительственных соглашений, которые предусматривают условия по реализации, разработке, строительству и эксплуатации электростанций, с использованием системы накопления энергии с минимальной мощностью.

ДЕЙСТВУЮЩЕЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ

Согласно Концепции развития топливно-энергетического комплекса Республики Казахстан на 2023–2029 годы (далее – Концепция), планируется снижение негативного влияния растущих мощностей ВИЭ на энергосистему страны путем введения электрических мощностей с накоплением в размере 11,7 ГВт к 2029 году.

В Концепции также представлен план действий по ее реализации, и согласно такому плану одно из мероприятий включает реализацию проектов ВИЭ общей мощностью 4000 МВт, в том числе с СНЭ.

На сегодня отношения в связи с установкой и эксплуатацией СНЭ в секторе ВИЭ в той или иной степени регулируют следующие основные нормативно-правовые акты:

- Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 года №165-IV (далее – «Закон о ВИЭ»);
- Приказ министра энергетики Республики Казахстан от 18 декабря 2014 года №210 «Об утверждении электросетевых правил» (далее – «Электросетевые правила»);
- Приказ министра энергетики Республики Казахстан от 30 марта 2015 года №247 «Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей» (далее – «Правила технической эксплуатации»).

Определение СНЭ

Закон о ВИЭ определяет СНЭ как «техническое устройство с автоматизированной системой управ-

ления, предназначенное для накопления, хранения и выдачи электрической энергии, и взаимосвязанные с ним сооружения и инфраструктура, технологически необходимые для его эксплуатации в соответствии с законодательством Республики Казахстан».

Также Закон о ВИЭ включает СНЭ в определение аукционных торгов, то есть отбор проектов по строительству новых объектов ВИЭ будет осуществляться в некоторых случаях с учетом оснащения таких объектов ВИЭ СНЭ. Из определения «аукционные торги» не следует, что все проекты ВИЭ, участвующие на аукционных торгах, должны быть оснащены СНЭ. Следует отметить, что Законом о ВИЭ не предусмотрено обязательное требование оснащения объектов по использованию ВИЭ системами накопления энергии, будь то объекты ВИЭ на базе аукционных торгов либо иные объекты ВИЭ.

Эксплуатация и управление СНЭ

Изменения и дополнения, внесенные в Электросетевые правила и Правила технической эксплуатации, регулируют технические вопросы эксплуатации СНЭ, в том числе в части формирования понятийного аппарата СНЭ, задач, требований комплексного опробова-



ния СНЭ, требований к управлению СНЭ через автоматизированные системы управления, сохранения определенного объема заряда в целях недопущения снижения технических характеристик СНЭ, требований к доступности СНЭ, требований по СНЭ при регулировании частоты и перетоков мощности и прочее.

Электросетевые правила также были дополнены положениями, согласно которым на этапе разработки и согласования Схемы выдачи мощности электростанции определяется выбор следующих типов СНЭ:

- механические;
- электрохимические;
- химические;
- электрические;
- термальные.

При разработке Схем выдачи мощностей разработчику проекта необходимо руководствоваться требованиями Правил технической эксплуатации, которые определяют порядок технической эксплуатации электрических станций и сетей, включая и станции ВИЭ.

Что ожидает регулирование СНЭ в будущем

В соответствии с проектом Закона Республики Казахстан «О внесении изменений и дополнений в некоторые законодательные акты Республики Казахстан по вопросам развития альтернативных источников энергии» (далее – Законопроект) планируется внесение изменений и дополнений в ряд нормативно-правовых актов в целях усовершенствования законодательства в области СНЭ.

Функционирование СНЭ в энергосистеме

Законопроект предусматривает введение понятия «оператор систем накопления электрической энергии» для четкого определения специализированного участника рынка, ответственного за управление, эксплуатацию и интеграцию накопительных объектов в систему распределения энергии.

Понятие рынка электрической мощности дополняется субъектом в лице операторов СНЭ, которые находятся в состоянии готовности к накоплению и выдаче электрической энергии, что позволит обеспечить возврат вложенных инвестиций в сектор СНЭ.

Понятие рынка электрической мощности дополняется субъектом в лице операторов СНЭ, которые находятся в состоянии готовности к накоплению и выдаче электрической энергии, что позволит обеспечить возврат вложенных инвестиций в сектор СНЭ. Далее, согласно поправкам, оператор СНЭ оказывает Единому закупщику услугу за доступность мощности системы накопления энергии, таким образом, обеспечивая готовность СНЭ к несению нагрузки.

Кроме того, согласно законопроекту, участники отношений производства, накопления, передачи и потребления электрической энергии будут нести взаимные обязательства за финансовое урегулирование на балансирующем рынке электроэнергетики между договорными и фактическими величинами производства-потребления электрической энергии на основании расчетов объемов балансирующей электроэнергии, представляемых системным оператором по результатам физического урегулирования дисбалансов электроэнергетики. Таким образом, СНЭ будет интегрирована в рынок балансирующей электрической энергии.

Виды СНЭ

Понятийный аппарат Закона о ВИЭ будет дополнен следующими видами СНЭ, которые помогут снизить нагрузку на сети, поспособствуют расширению распределенной генерации и обеспечат стабильное энергоснабжение различным категориям потребителей:

- бытовая система накопления энергии – система накопления энергии, предназначенная для использования в бытовых нуждах;
- батарейная система накопления энергии – система накопления электрической энергии на основе аккумуляторных батарей;
- система накопления энергии «за счетчиком» – система накопления электрической энергии, установленная в жилых, коммерческих, промышленных объектах, расположенная за точкой подключения (за прибором учета потребления электрической энергии) на стороне потребителя и обеспечивающая полностью или частично собственное потребление электрической энергии за счет накопления, хранения и выдачи электрической энергии.

МЕРЫ ПОДДЕРЖКИ

Гарантированный офтейк

Поправки предусматривают гарантированную покупку Единым закупщиком услуги за доступность мощности системы накопления электрической энергии, что позволит СНЭ интегрироваться в рынок электрической мощности и обеспечит ей долгосрочную финансовую поддержку. Предусматривается утверждение тарифа на услугу за доступность мощности системы накопления электрической энергии на срок, равный 15 (пятнадцати) годам, максимальная величина тарифа

(цены) на услугу за доступность мощности системы хранения электрической энергии, включающая в себя возврат суммы капитальных затрат и вознаграждений по соответствующим займам, привлеченным для реализации проекта, норму рентабельности на инвестированный капитал, подлежащий ежегодной индексации, на уровень инфляции, определяемый по данным уполномоченного органа в области государственной статистики, или ежегодной индексации с учетом изменения обменного курса национальной валюты к иностранным валютам, определенного по данным Национального банка Республики Казахстан, и операционных расходов.

Доступ к электросетям

Согласно законопроекту, энергопередающая организация будет не вправе отказывать субъектам СНЭ в подключении к электрическим сетям для целей накопления и последующей выдачи энергии. Таким образом, будет обеспечен недискриминационный и прозрачный доступ СНЭ к электрическим сетям.

Предельный тариф на балансирующую электрическую энергию

Субъекты, использующие СНЭ и работающие под управлением системы автоматического регулирования частоты и перетоков мощности, будут наделены теми же правами по продаже всех своих отрицательных дисбалансов Расчетному центру балансирующего рынка по предельному тарифу на балансирующую энергию, величина которого будет неснижаемой в течение пяти лет начиная с 1 марта 2025 года. Таким образом, закрепление неснижаемого уровня предельного тарифа на балансирующую электроэнергию обеспечит возврат инвестиций.

Законопроектом предусматривается покрытие всех своих положительных дисбалансов, вызванных действием системы автоматического регулирования частоты и перетоков мощности, субъектами, использующими СНЭ, посредством покупки балансирующей электрической энергии у Расчетного центра балансирующего рынка по цене, равной 0,01 тенге/кВт·ч, по той же цене, применимой к другим субъектам балансирующего рынка электрической энергии.

Аукционы СНЭ

Законопроектом предлагается внедрение механизма конкурентного отбора инвесторов по проектам СНЭ путем организации и проведения аукционных торгов.

Предусматривается определение уполномоченным органом объемов регулировочной электрической мощности, которые созданы или будут созданы операторами систем накопления электрической энергии, в плане размещения генерирующих установок с маневренным режимом генерации. В целях реализации

такого плана будут проводиться аукционные торги.

Аукционные торги по отбору проектов СНЭ будут организовываться и проводиться организатором аукционных торгов в электронной системе на основе аукциона, направленного на отбор проектов СНЭ и определение их индивидуальных тарифов на услугу за доступность мощности системы накопления электрической энергии.

Организация и проведение аукционных торгов по отбору проектов СНЭ будут осуществляться в следующем порядке:

1. Определение предельного тарифа на услугу за доступность мощности СНЭ.
2. Предоставление заявителем копии учредительных документов, документов, подтверждающих наличие финансовых ресурсов.
3. Проверка комиссией, формируемой уполномоченным органом, представленных заявителем документов на наличие и соответствие требованиям по аукционным торгам СНЭ, и решение о последующем допуске к регистрации в электронной системе организатора аукционных торгов.
4. Уполномоченный орган после проверки документов комиссией направляет информацию и список заявителей, получивших допуск к регистрации, организатору аукционных торгов.
5. Уполномоченный орган не позднее чем за шесть месяцев до предполагаемой даты проведения аукционных торгов разрабатывает и публикует на своем интернет-ресурсе график проведения аукционных торгов по отбору проектов систем накопления электрической энергии.

После подведения итогов Единый закупщик заключает договор о покупке услуги за доступность мощности системы хранения электрической энергии с победителем аукционных торгов на срок, равный десяти годам с даты ее первой аттестации, по индивидуальному тарифу на услугу за доступность мощности системы хранения электрической энергии, определенному по результату аукционных торгов по отбору проектов СНЭ.

Регулирование в рамках межправительственных соглашений

Для выполнения Плана действий по разворачиванию СНЭ в рамках Концепции планируется строительство крупномасштабных проектов ВИЭ на основе межправительственных соглашений (далее – МПС). Например, установка СНЭ предусматривается следующими МПС:

- Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Объединенных Арабских Эмиратов о реализации проекта ветровой электростанции;
- Соглашение между Правительством Республики

Казахстан и Правительством Королевства Саудовская Аравия о реализации проекта ветровой электростанции;

- Специальное Соглашение между Правительством Республики Казахстан и Правительством Французской Республики о реализации сотрудничества в сфере борьбы с глобальным потеплением.

Вышеуказанные межправительственные соглашения также определяют и индикативные цены на продажу электрической энергии с учетом СНЭ. Вместе с тем принцип расчета тарифа (цены) за СНЭ определяется с учетом разных подходов.

Согласно МПС с Правительством Французской Республики, продажа электроэнергии будет осуществляться по индикативной цене, которая берет в расчет тариф за СНЭ. Аналогичный подход и по условиям МПС с Правительством Объединенных Арабских Эмиратов – определен единый тариф на каждый проект. Таким образом, в данных МПС тариф СНЭ включается в общую стоимость продажи электроэнергии.

Однако в МПС с Правительством Королевства Саудовской Аравии определен другой подход, согласно которому Единый закупщик будет оплачивать продавцу отдельно сумму за электроэнергию и отдельно сумму за СНЭ.

Учитывая положения Закона «О правовых актах», все такие положения МПС в части возможности заключения договора покупки электроэнергии Единым закупщиком вне аукциона, моделей тарифообразования на электроэнергию и СНЭ, которые способствуют компенсации затрат за СНЭ, превалируют над действующим национальным законодательством Республики Казахстан.

РЕКОМЕНДАЦИИ

Инвестиционные преференции

В настоящее время СНЭ не числятся в перечне приоритетных видов деятельности для реализации инвестиционных проектов, утвержденных Правительством РК. Дополнение этого перечня СНЭ сделает сектор СНЭ более привлекательным для инвестиций ввиду предоставления различных мер поддержки, таких как освобождение от обложения таможенными пошлинами, государственные натурные гранты и на-



логовые преференции в виде послаблений по корпоративному подоходному, земельному налогам и налогу на имущество.

Увеличение местного содержания

Рекомендуется установление тарифов на полностью импортируемые модули литий-ионных батарей, элементы и стойки и полусобранные блоки BESS, чтобы стимулировать местную сборку и создание рабочих мест. Благодаря более высоким тарифам на готовую продукцию BESS отечественная сборка и производство станут более конкурентоспособными.

ГЧП

Использование потенциала ГЧП видится как один из путей достижения общественного блага для государственного партнера в виде получения международного опыта в финансировании, разработке и управлении/эксплуатации проектов СНЭ от частного партнера. К тому же более сбалансированное распределение рисков между партнерами положительно повлияет на интересы обеих сторон.

В руководстве Всемирного банка по внедрению аккумуляторных систем хранения энергии в рамках



диспетчерская способность в определенные периоды.

Для успешной реализации проектов ГЧП в сфере СНЭ важно провести надлежащую технико-экономическую экспертизу, выбрать подходящую технологию и создать сбалансированную систему управления проектом для обоих партнеров.

Национальные стандарты

В части технического регулирования рекомендуется разработать национальные стандарты для СНЭ в соответствии с международными стандартами, такими как IEC (Международная электротехническая комиссия) и ICC (Международный совет по кодам). Такие национальные стандарты должны регламентировать вопросы параметров установки и методов испытаний СНЭ; планирования, установки и оценки эффективности хранения электрической энергии, руководство по вопросам окружающей среды и безопасного использования

СНЭ, в том числе пожарной безопасности, и прочее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СНЭ становится важным элементом энергетической системы Казахстана и стран Центральной Азии, соответствующим более широким целям региона по развитию экологически чистой энергетики и энергетической безопасности в будущем. Так, в 2024 году в Узбекистане успешно завершили установку аккумуляторной системы накопления энергии (BESS) для проекта Energy China's 150 МВт/300 МВт·ч в Ферганской области. ACWA Power совместно с властями Узбекистана планирует строительство крупномасштабных проектов ВИЭ с общей мощностью более 1 ГВт, в том числе с системами накопления энергии в Ташкентской, Самаркандской, Бухарской областях с предполагаемой суммарной мощностью более 1 ГВт. Ускорение внедрения прогрессивной законодательной базы, государственных мер поддержки сделает Казахстан более конкурентноспособным и привлекательным для инвесторов в секторе СНЭ.

ГЧП рассматриваются четыре типа соглашений:

- Соглашение о толлинге, когда покупатель платит плату за доступ к мощности, предоставляемой проектом СНЭ, а также отвечает за поставку и оплату энергии СНЭ для зарядки.
- Соглашение о мощности, в котором покупатель платит за мощность или доступность. В соглашении будет указано, на что дает право покупки мощности, то есть ограничивается ли она предоставлением определенных услуг.
- Соглашение «мощность плюс энергия», когда покупатель платит и за мощность, и за энергию. Это может быть целесообразно, если проект отвечает за оплату энергии для зарядки батареи. В этом случае потери энергии на пути туда и обратно фактически становятся переменными затратами, которые передаются офтейкеру через плату за энергию.
- Гибридный PPA, который представляет собой расширенный PPA для ВИЭ для реализации гибридного проекта, сочетающего генератор VRE с установкой BESS. Такой PPA может оплачивать выработку энергии по счетчику (как и в случае с обычным автономным проектом VRE), но накладывает условия на проекты, такие как ограничения по темпу роста или ограниченная



Years
Anniversary

Центр энергетики и новых материалов, National Laboratory Astana, Назарбаев Университет: Создавая будущее энергии и материалов

ЦЕНТР ЭНЕРГЕТИКИ И НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ (CEAMS) NATIONAL LABORATORY ASTANA (NLA), НАЗАРБАЕВ УНИВЕРСИТЕТ, ЗАНИМАЕТ ВЕДУЩИЕ ПОЗИЦИИ В СФЕРЕ НАУЧНЫХ ИННОВАЦИЙ В КАЗАХСТАНЕ. БУДУЧИ АКТИВНО РАЗВИВАЮЩЕЙСЯ ПЛОЩАДКОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ЦЕНТР СОСРЕДОТОЧЕН НА РЕШЕНИИ КЛЮЧЕВЫХ ЗАДАЧ В ОБЛАСТЯХ ЭНЕРГЕТИКИ, МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ, ЗДРАВООХРАНЕНИЯ, УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. НАША МИССИЯ – СПОСОБСТВОВАТЬ НАУЧНОМУ ПРОГРЕССУ И УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ СТРАНЫ, ИСХОДЯ ИЗ УБЕЖДЕНИЯ, ЧТО НАУКА И ТЕХНОЛОГИИ СЛУЖАТ ОСНОВОЙ ДЛЯ БУДУЩЕГО.

Арайлым Нурпейсова, Янвей Ванг, Бактияр Солтабаев, Нуршат Нуражи, Вуджин Ли, Жумабай Бакенов



National Laboratory Astana (NLA) – международный исследовательский центр с лабораториями мирового уровня и современной исследовательской инфраструктурой, что позволяет проводить передовые исследования в различных научных областях. Лаборатории NLA объединены в два центра – Центр энергетики и науки о новых материалах (CEAMS) и Центр наук о жизни (CLS). В сотрудничестве с международными научно-исследовательскими учреждениями и университетами CEAMS разрабатывает инновационные решения в области «зеленой» энергетики, умных материалов и энергоэффективных технологий. Благодаря этому сотрудничеству наши исследователи вносят значительный вклад в мировой научный прогресс, являясь лидерами некоторых важных направлений на международной арене. Проекты Центра направлены на разработку новых технологий и материалов, а также на адаптацию технологий и различных стандартов с учетом уникальных потребностей и ресурсов Казахстана. В эпоху, когда особенно актуальны вопросы перехода к экологически чистой энергетике и климатической устойчивости, CEAMS играет ключевую роль в поддержке трансформации энергетического сектора Казахстана и программ по переходу к устойчивой и диверсифицированной экономике. Основываясь на богатых природных ресурсах страны, таких как редкоземельные и редкие элементы и огромный потенциал возобновляемой энергии, а также интегрируя передовые технологии и материалы, наши ученые разрабатывают эффективные решения для хранения и преобразования энергии, управления углеродными выбросами, экологической реабилитации и промышленной безопасности. Наша долгосрочная задача – утвердить Казахстан в качестве мирового лидера в области научных исследований и «зеленых» технологий. Для этого CEAMS продолжает работать над прорывными открытиями и их практическими приложениями, которые способствуют экономическому росту, улучшению качества жизни и обеспечению более чистого и устойчивого будущего. Стремясь к совершенству в фундаментальной и прикладной науке, мы ставим перед собой задачу не только изменить научный ландшафт Казахстана, но и оказать влияние на глобальный прогресс в устойчивом развитии и технологиях.

> Миссия Разработка междисциплинарных фундаментальных и прикладных исследований, направленных на решение наиболее актуальных научных и технологических проблем страны с целью открытия новых знаний для продвижения экологически чистого экономического и технологического развития Казахстана, диверсификации экономики и становления мировым центром, известным своими достижениями в области исследований и технологического превосходства

ЛАБОРАТОРИЯ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ: ПЕРЕДОВЫЕ СИСТЕМЫ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ НА АККУМУЛЯТОРАХ

Казахстан переживает крупномасштабную энергетическую трансформацию, стремясь сбалансировать быстрый экономический рост с устойчивым развитием. В то время как страна использует свой богатый потенциал солнечной и ветровой энергии, одной из самых важных задач является создание эф-

фективных и надежных систем хранения энергии. Решение этой задачи имеет ключевое значение для обеспечения стабильного энергоснабжения и минимизации зависимости от ископаемых источников энергии.

Лаборатория систем накопления энергии (СНЭ) при Национальной лаборатории Астана играет центральную роль в продвижении науки о накоплении энергии. Исследователи СНЭ занимаются разработкой аккумуляторов следующего поколения на основе литий-ионных технологий и суперконденсаторных систем, которые повышают эффективность хранения энергии, безопасность и долговечность электродов. Подобные инновации способствуют ускорению перехода Казахстана к более чистой энергетической модели и укрепляют надежность инфраструктуры возобновляемых источников энергии.

Одним из особенно перспективных направлений исследований в лаборатории СНЭ является использование богатых природных ресурсов Казахстана, в частности, месторождений редких и редкоземельных металлов, для производства аккумуляторов. Используя сырье местного происхождения, лаборатория стремится создать устойчивые, адаптированные к региональным условиям технологии хранения энергии, которые сократят зависимость от импорта и повысят эффективность использования ресурсов.

СНЭ также является лидером в разработке перезаряжаемых водных литий-ионных аккумуляторов (RALB) – безопасной и экологически чистой альтернативы традиционным батареям. Перезаряжаемые водные литий-ионные аккумуляторы (RALB) сочетают в себе высокую энергоемкость коммерческих литий-ионных батарей с безопасностью водных систем. Они обладают высокой стабильностью при циклировании, более низкой себестоимостью производства и отличными показателями безопасности, что делает их особенно подходящими для масштабных применений, таких как хранение энергии в электросетях и резервные системы питания в промышленной и жилой инфраструктуре.

Параллельно лаборатория развивает технологии микробатарей для питания компактной электроники и микроприборов. Эти миниатюрные системы, полностью состоящие из твердых электродов и твердых электролитов, представляют собой предшественников полноразмерных твердотельных аккумуляторов – литий-ионных батарей без жидких компонентов. Такие твердотельные аккумуляторы обеспечивают повышенный уровень безопасности и значительно больший срок службы по сравнению с традиционными аналогами.

Суровые зимы Казахстана представляют собой еще одну уникальную проблему для работы аккумуляторов: при отрицательных температурах эффективность традиционных систем хранения значительно снижается. Для решения этой задачи лаборатория СНЭ разработала низкотемпературные аккумуляторные системы с усовершенствованными электродами, способными сохранять высокую производительность даже в условиях экстремального холода (см. Рисунок 1). Такая технология особенно важна для обеспечения стабильной подачи энергии в труднодоступных и автономных регионах Казахстана.

Другим значимым достижением стало превращение переработанного пластика в элементы аккумуляторов – шаг, позволяющий одновременно бороться с загрязнением окружающей

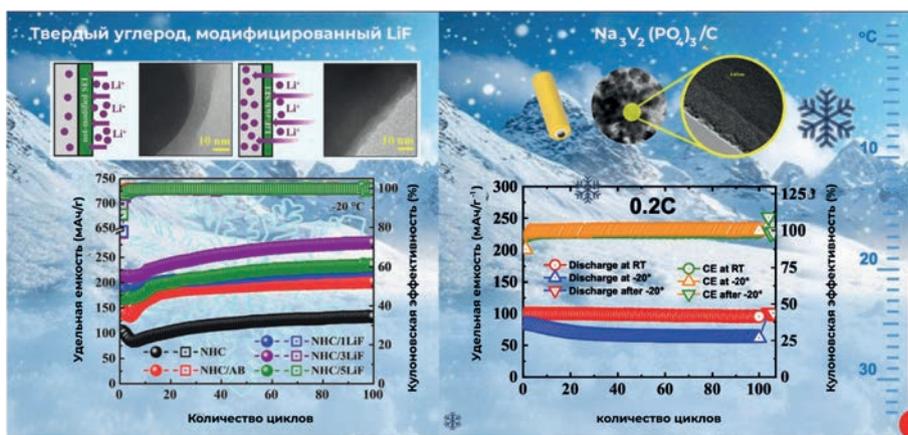


Рисунок 1 – Разработанные низкотемпературные электроды [3,4]

среды и развивать экологически устойчивые источники энергии. Такой подход циркулярной экономики наглядно демонстрирует растущее стремление Казахстана к «зеленым» технологиям и ответственному использованию ресурсов.

Для защиты и коммерциализации своих инноваций лаборатории СНЭ имеет несколько национальных и международных патентов.

Решая ключевые энергетические задачи, используя местные минеральные ресурсы и продвигая инновации в области устойчивых технологий, Казахстан прокладывает уверенный путь к низкоуглеродному будущему. Работа лаборатории СНЭ не только усиливает национальную энергетическую безопасность, но и служит глобальным примером того, как целенаправленные исследования могут поддержать «зеленый» переход для будущих поколений.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ: РАЗВИТИЕ «ЗЕЛЕННЫХ» ИННОВАЦИЙ В КАЗАХСТАНЕ С ПОМОЩЬЮ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ

По мере того как Казахстан и мир в целом движутся к более экологичному и устойчивому будущему, материаловедение играет важную, но в то же время незаметную роль, причем не посредством гигантских машин или футуристической инфраструктуры, а через цифровизацию и компьютерное моделирование, которые помогают нам разрабатывать лучшие материалы, начиная с основ. В лаборатории вычислительного материаловедения используются вычислительные методы для исследования материалов и процессов на различных масштабах – от атомного уровня до системного – с целью ускорения развития технологий в области экологически чистой энергетики и охраны окружающей среды.

Для замены метода проб и ошибок используются вычислительные подходы (см. Рисунок 2), позволяющие прогнозировать взаимосвязи между структурой и свойствами на разных масштабах времени и длины, определять наиболее перспективные решения и выявлять скрытые механизмы, недоступные прямому экспериментальному изучению. Интеграция данных с различных уровней позволяет ускорить разработку, минимизировать потери и рационально распределять ресурсы. Ниже представлены четыре направления, в рамках которых вычислительные

исследования лаборатории способствуют переходу Казахстана к низкоуглеродному и ресурсосберегающему будущему.

Накопление водорода в целях поддержания экономики, основанной на экологически чистой энергии: водород является важной частью стратегии чистой энергии Казахстана, особенно для декарбонизации транспорта и промышленности. Одной из ключевых задач является выявление материалов, которые могут безопасно, обратимо и экономически эффективно хранить водород. В лаборатории вычислительного материаловедения применяются расчеты теории функционала плотности (DFT) и молекулярные симуляции для оценки энергий связывания и структурной стабильности различных материалов – от легированных углеродных наноструктур [5] до недорогих сплавов. Подобные исследования дают подробное понимание на атомарном уровне, что поддерживает создание эффективных и практичных систем хранения для водородных технологий.

Влияние радиации на керамические материалы для ядерных систем: карбид кремния (SiC) играет ключевую роль в современных ядерных реакторах – он ценится за свою прочность и термостойкость. Однако воздействие радиации может ухудшить его теплопроводные свойства. С использованием молекулярной динамики и многомасштабных симуляций исследуется, как расширенные дефекты – такие как наноструктурированные слоистые дефекты и интерфейсы – влияют на рекомбинацию дефектов и рассеяние фононов в облученном SiC. Полученные результаты помогают в разработке более радиационно стойких керамических материалов, которые могут лучше выдерживать экстремальные условия ядерных технологий следующего поколения.

Экологически безопасные жидкости для очистки загрязненных почв и водоносных горизонтов: загрязнение, вызванное добычей полезных ископаемых и нефтедобычей, представляет собой одну из ключевых экологических проблем в Казахстане. В рамках исследований рассматриваются газо-жидкостные дисперсии, стабилизированные поверхностно-активными веществами и полимерами, как перспективные средства для восстановления почвы и водоносных слоев [7]. С применением молекулярного моделирования и анализа данных с помощью ИИ мы исследуем их поведение на границе фаз, устойчивость и динамику потока в пористых материалах. Такие системы можно адаптировать для доставки окислителей или питательных

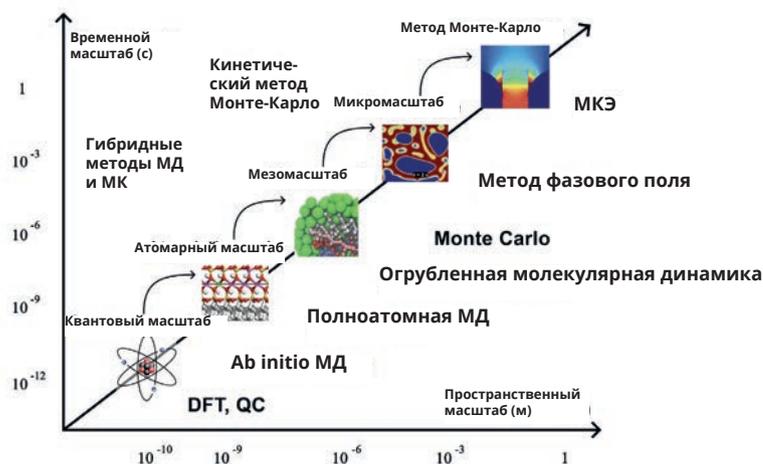


Рисунок 2 – Многоуровневые модели в вычислительном материаловедении – от квантового до континуального масштабов. Такие методы, как теория функционала плотности, молекулярная динамика, кинетический метод Монте-Карло, метод фазового поля и метод конечных элементов, используются для установления связей между атомарными механизмами и характеристиками системы на макроуровне

веществ в загрязненные участки с минимальным экологическим ущербом.

Использование биоугля для улавливания CO₂ и устойчивого сельского хозяйства: биоуголь, получаемый при пиролизе сельскохозяйственных отходов, не только способствует улавливанию углекислого газа, но и улучшает физико-химические свойства почв. С помощью методов теории функционала плотности (DFT) и многомасштабного моделирования мы анализируем влияние поверхностной химии, легирующих добавок и пористой структуры на адсорбцию CO₂ и его взаимодействие с почвенными минералами. Наше исследование вносит вклад в создание многофункционального биоугля, предназначенного для долговременного удержания углерода и повышения качества почвы, что поддерживает как смягчение последствий изменения климата, так и восстановление земель в Казахстане, особенно на засоленных и деградированных почвах.

Работа лаборатории вычислительного материаловедения – от хранения водорода и радиационно стойкой керамики до многофункционального биоугля и экологически безопасных ремедиационных жидкостей – демонстрирует, как многомасштабное моделирование может способствовать внедрению устойчивых инноваций в реальной практике. Интеграция вычислительных методов, охватывающих масштабы от квантового до континуального, позволяет разрабатывать передовые материалы и системы с высокой точностью и эффективностью. По мере того как Казахстан движется к более экологичному будущему, мы уверены, что наука, основанная на вычислительном моделировании – от атомов до систем, – останется ключом к созданию более экологически чистых и умных технологий.

ЛАБОРАТОРИЯ ПЕРЕДОВЫХ СЕНСОРОВ. НА ПУТИ К БОЛЕЕ ЭКОЛОГИЧНОМУ КАЗАХСТАНУ: ПЕРЕДОВЫЕ ГАЗОВЫЕ ДАТЧИКИ ДЛЯ ЧИСТОГО ВОЗДУХА И БЕЗОПАСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

С углублением приверженности Казахстана устойчивому развитию и охране окружающей среды важность вопросов промышленных выбросов и качества воздуха становится особенно

острой. С учетом стремительного расширения горнодобывающего, нефтяного и газового секторов, а также растущей урбанизации потребность в точном и оперативном обнаружении газов становится более актуальной, чем когда-либо. В Лаборатории передовых сенсоров Национальной лаборатории Астана наша цель – разработать инновационные технологии газовых датчиков, которые способствуют созданию более чистой, здоровой и безопасной окружающей среды.

Газовые датчики могут быть небольшими и незаметными, но их влияние охватывает большие масштабы. Они служат невидимыми стражами современного общества, отслеживая токсичные выбросы, предотвращая промышленные аварии и обеспечивая работу умных энергетических систем. Работа лаборатории основана на такой важной функции, как расширение границы чувствительности, избирательности и интеграции датчиков для применения в областях от экологического мониторинга до промышленной безопасности и оптимизации энергетических систем.



Рисунок 3 – Изображения загрязнения воздуха в городах: промышленные выбросы, дорожные заторы и сильный смог ухудшают качество воздуха, что оказывает негативное воздействие как на экологию, так и на здоровье населения

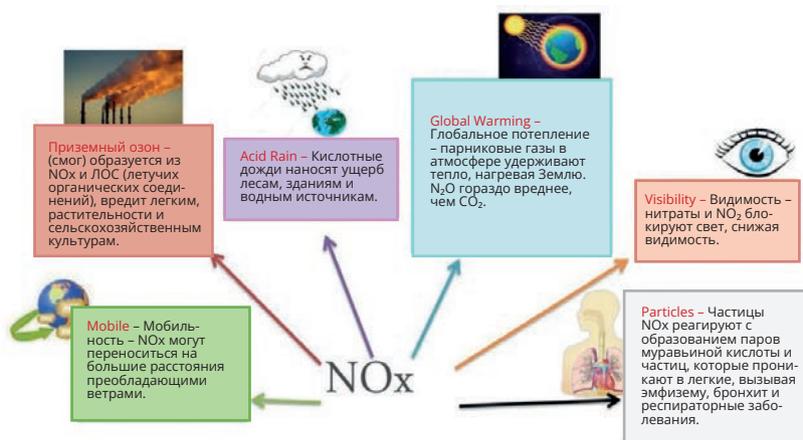


Рисунок 4 – Последствия загрязнения NOx: влияние на качество воздуха, здоровье, климат и экологическую ситуацию

Роль газовых датчиков в построении экологически чистого будущего

Быстрый рост энергетического сектора, особенно в горнодобывающей, нефтяной и газовой отраслях, привел к значительному увеличению выбросов вредных газов, таких как оксиды азота (NOx) и углекислый газ (CO₂). Эти газы не только ухудшают качество воздуха, но и ускоряют изменение климата, угрожают общественному здоровью и ставят под угрозу безопасность в промышленных условиях.

- Газы NOx, например, способствуют образованию озона вблизи поверхности земли (смог), кислотных дождей и тонкодисперсных частиц. Эти загрязнители вызывают респираторные заболевания, такие как бронхит и эмфизема, а также наносят вред лесам, сельскохозяйственным культурам и водным системам.
- CO₂, основной парниковый газ, является главным фактором глобального потепления. Однако менее известные газы, такие как закись азота (N₂O), гораздо более мощные и столь же повсеместные, что подчеркивает неотложную необходимость их точного обнаружения.

ИННОВАЦИИ ДЛЯ БЕЗОПАСНОГО И БОЛЕЕ ПРОДУМАННОГО БУДУЩЕГО

Миссия Лаборатории передовых сенсоров заключается в разработке высокочувствительных, избирательных и портативных газовых датчиков, способных обнаруживать опасные и взрывчатые газы в реальном времени. Такие датчики имеют ключевое значение не только для мониторинга окружающей среды, но и для предотвращения промышленных аварий в опасных рабочих условиях.

Наша команда достигла значительных успехов в следующих направлениях:

- миниатюрные газовые датчики, адаптированные для экстремальных условий горнодобывающей и нефтяной промышленности;
- датчики с автономным питанием с встроенными системами накопления энергии;
- передовые наноматериалы, включая легированные струк-

туры ZnO, которые усиливают чувствительность к таким газам как H₂S, NO₂ и CO.

С помощью новых и усовершенствованных технологий производства, таких как магнетронное распыление и метод «золь-гель», мы адаптируем материалы для датчиков, оптимизируя их морфологию, поверхность и способности к адсорбции газов. Тестирование в реальных условиях показывает отличные результаты по чувствительности к газам, избирательности и долговечности при различных рабочих условиях.

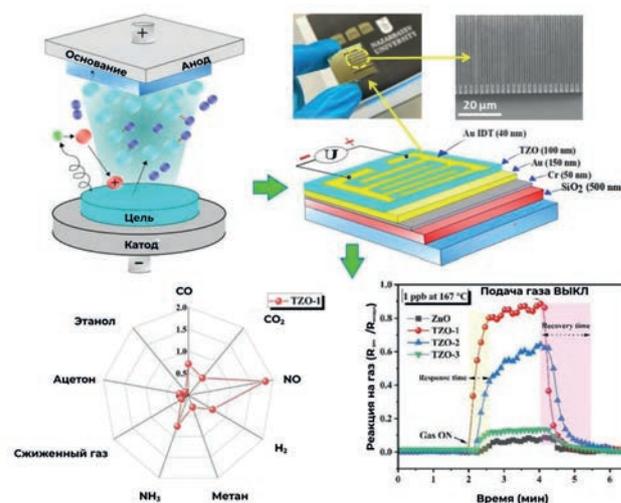


Рисунок 5 – Разработка и анализ характеристик газового датчика на основе оксида цинка, легированного титаном (TZO). Схема иллюстрирует процесс осаждения, структуру датчика, избирательность к различным газам и поведение реакции на газы в реальном времени

ОТ НАУЧНЫХ РАЗРАБОТОК К РЕАЛЬНОМУ МИРУ: «ЗЕЛЕННЫЕ» ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОЙ ЭКОНОМИКИ

Такие сенсорные технологии – это не просто предметы научных изысканий, а активные участники «зеленого» перехода. Наши датчики, встроенные в системы возобновляемой энергии, умные здания и промышленные сети безопасности,

помогают оптимизировать потребление энергии и контролировать выбросы в реальном времени.

Благодаря способности обнаруживать утечки, измерять качество воздуха и автоматически запускать меры безопасности наши разработки способствуют реализации национального видения:

- Чистый воздух в городах и промышленных районах
- Безопасные условия труда на предприятиях энергетического и добывающего секторов
- Более строгий контроль за соблюдением экологических норм
- Электроэнергетика, устойчивая к вызовам и ориентированная на экологию

Общая приверженность устойчивому развитию

По мере того как Казахстан наращивает долю возобновляемых источников энергии и продвигает экологически ориентированное развитие, сотрудничество между наукой, промышленностью и государством приобретает ключевое значение. В Назарбаев Университете Лаборатория передовых сенсоров (ASL) работает в партнерстве с локальными и международными организациями, внедряя сенсорные технологии на практике – для защиты жизни, снижения воздействия на окружающую среду и движения к углеродно нейтральному будущему.

ЛАБОРАТОРИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ: УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ С ВЫСОКОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ

Лаборатория экологических систем Национальной лаборатории Астана занимается вопросами устойчивого развития в области окружающей среды и энергетики, отвечая на вызовы, актуальные как для Казахстана, так и для мирового сообщества.

Ключевые направления исследований:

1. Устойчивая очистка воды/сточных вод и экологический катализ:

- Разработка передовых технологий для эффективного удаления загрязняющих веществ с минимальным воздействием на окружающую среду.
- Синтез и оптимизация новых биметаллических катализаторов

торов на основе пористых материалов, таких как металлоорганические каркасы (МОК), цеолитоподобные имидазолатные каркасы (ЦИК) и цеолиты.

- Эффективное удаление тяжёлых металлов, таких как Hg(II) и Cr(VI), а также анионов, включая нитраты (NO_3^-) и броматы (BrO_3^-).

2. Преобразование и улавливание CO_2

- Исследование технологий преобразования и улавливания CO_2 для снижения выбросов парниковых газов.
- Междисциплинарные подходы, включающие геохимию, электрохимию и моделирование, для оценки эффективности стратегий улавливания, использования и хранения углерода (CCS) в Казахстане.
- Разработка надежных протоколов оценки жизненного цикла (LCA) и оценка ресурсного потенциала для производства водорода.

3. Оценка экологических рисков и жизненных циклов:

- Комплексная оценка экологических рисков и жизненных циклов, связанных с инфраструктурой и загрязнением в Казахстане.
- Применение методов, включая LCA и стохастическую оценку рисков для здоровья человека, для определения углеродных выбросов от городской водной инфраструктуры и оценки воздействия загрязнений воды и почвы.
- Предоставление рекомендаций для разработки экологических норм и улучшения существующих регламентов.

ПОСЛЕДНИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ:

- Разработка центров улавливания и хранения углерода (CCS) в Казахстане:
- Исследование, опубликованное в журнале International Journal of Greenhouse Gas Control (октябрь 2024 года), посвящено созданию центров для улавливания и хранения углерода (CCS) с целью снижения выбросов парниковых газов в Казахстане (Рисунок 6).

Усовершенствованное восстановительное удаление растворенного Hg (II) с помощью новых катализаторов Pd-Cu-BTC и Co/NC:

- Исследование, опубликованное в Chemical Engineering Journal (июнь 2024 года), посвящено разработке нового

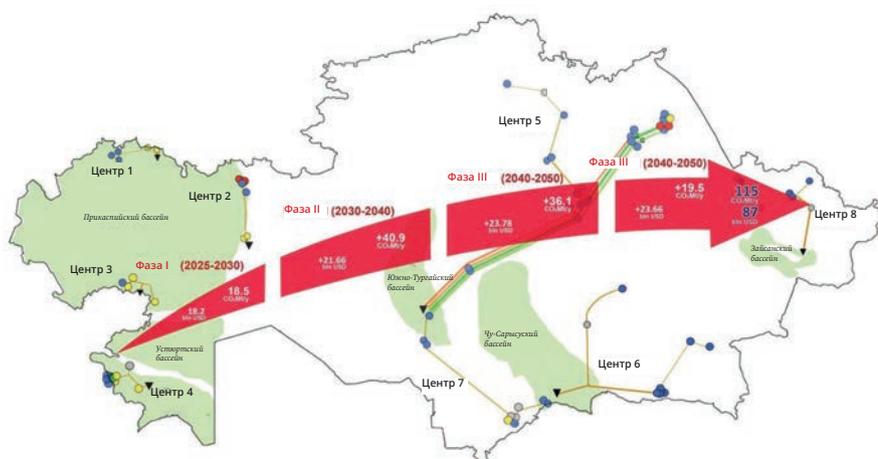


Рисунок 6 – Развитие центров для улавливания и хранения углерода (CCS) в Казахстане

катализатора для эффективного удаления ртути из водных источников.

- Исследование, опубликованное в ACS ES&T Engineering (январь 2025 года), исследует новый подход к регенерации катализатора при удалении Hg (II) из водных растворов с использованием Co/NC.

Влияние карбонизированной цеолитной имидазолатной рамки-67 (ZIF-67) на реактивность и селективность биметаллического катализатора при восстановлении нитратов в водных растворах:

- В статье, опубликованной в журнале Chemosphere (июнь 2024 года), исследуется, как карбонизированные ZIF-67 в качестве носителя влияют на эффективность биметаллических катализаторов в процессах восстановления нитратов.

Загрязнение микропластиком городских сточных вод и его влияние на окружающую среду.

- Исследование, опубликованное в журнале Marine Pollution Bulletin (июнь 2024 года), представляет результаты о концентрациях микропластика и его удалении в ходе различных процессов очистки сточных вод.
- В статье, опубликованной в журнале Science of The Total Environment (январь 2025 года), описываются проведенные учеными исследования, касающиеся воздействия сброса сточных вод, содержащих микропластик, в реку Ишим.
- В ходе этих данных исследований Лаборатория экологических систем намерена внести значительный вклад в устойчивость окружающей среды и продвижение «зеленых» технологий.

ЛАБОРАТОРИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ: ПУТЬ К «ЗЕЛеной» ЭНЕРГЕТИКЕ

Лаборатория возобновляемой энергии – это передовое исследовательское учреждение, посвященное разработке новых материалов, чувствительных к солнечной энергии, и многофункциональных решений. Лаборатория решает как фундаментальные, так и прикладные задачи в различных областях, включая солнечные элементы, солнечное топливо, производство водорода, его хранение, датчики водорода, а также производство ценных химических веществ, включая лекарства, из возобновляемых ресурсов.

> Миссия лаборатории заключается в достижении научных прорывов в области возобновляемой и «зеленой» энергетики и создании устойчивых технологий для экологически чистого будущего.

Лаборатория возобновляемой энергетики является одним из ведущих научных подразделений Национальной лаборатории Астана при Назарбаев Университете. Казахстан активно развивает возобновляемые источники энергии с целью диверсификации экономики и сокращения выбросов углерода. Страна поставила амбициозную задачу достичь 60% «зеленой» энергии к 2050 году. Инвестиции в экологически чистую энергию сыграют ключевую роль в обеспечении энергетической безопасности, стимулировании устойчивого роста и создании более здоровой

окружающей среды для будущих поколений.

Президент Республики Казахстан Касым-Жомарт Токаев подчеркнул важность этого перехода, заявив: «Развитие возобновляемых источников энергии – ключевой приоритет для устойчивого будущего Казахстана. Необходимо использовать наши природные ресурсы для обеспечения энергетической безопасности, устойчивости экономики и защиты природы».

В рамках реализации этой цели Лаборатория возобновляемой энергии (NLA) взяла на себя ведущую роль в создании современных исследовательских центров по возобновляемой энергетике, чтобы ускорить переход к устойчивым источникам энергии. Такие передовые научные центры сосредоточены на исследованиях в области солнечной и ветровой энергетике, а также технологий накопления энергии, эффективно используя богатые природные ресурсы Казахстана.

Ключевые направления исследований:

Группа по разработке фотоэлектрических технологий нового поколения:

Группа по фотоэлектрическим технологиям нового поколения занимается разработкой высокоэффективных, стабильных и недорогих солнечных элементов и устройств, используемых в качестве источников возобновляемой энергии. Основная цель исследований – разработка солнечных элементов третьего поколения, включая сенсibilизированные красителем, перовскитные и полимерные солнечные элементы. Работа направлена на повышение стабильности и эффективности преобразования энергии за счет инженерных решений, а также применения недорогих материалов и компонентов.

На сегодняшний день исследовательская команда разработала ряд высокоэффективных и экономически доступных материалов для противоэлектродов, а также светопоглощающих красителей для сенсibilизированных красителем солнечных элементов. Результаты этих разработок были опубликованы в ведущих научных журналах, включая Surfaces and Interfaces, Dyes and Pigments, ACS Applied Energy Materials и Chemical Communications.

Недавно команда достигла впечатляющего результата в повышении стабильности сенсibilизированных красителем солнечных элементов. За счет введения металлоорганического каркаса в жидкий электролит удалось существенно улучшить стабильности устройства. Кроме того, сенсibilизированный красителем солнечный элемент с электролитом на основе МОК (металлоорганический каркас) и стандартным красителем N719 показал рекордную эффективность в 27,6% при комнатном освещении в 6000 люкс под LED-лампой. Результаты были опубликованы в авторитетном журнале Nature Scientific Reports.

Группа по производству водорода:

Ключевые особенности и цели проекта, связанного с иницируемым солнечным производством водорода методом фотокаталитического расщепления воды, представлены на рисунке выше, с акцентом на передовые материалы, вычислительное моделирование и пилотную реализацию. Прежде всего, для проектирования и моделирования поведения фотокаталитиче-



Рисунок 7 – От теоретических моделей к практическим решениям для совершенствования технологий водорода, произведенного с использованием возобновляемых источников

ских материалов используются современные вычислительные инструменты, в частности, теория функционала плотности и машинное обучение. Это позволяет усовершенствовать структуру материалов, их способность к поглощению света и эффективность разделения зарядов – все эти параметры критически важны для повышения эффективности процесса фотокаталитического расщепления воды. Далее в центральной части представлены лабораторные эксперименты, в ходе которых синтезированные фотокаталитические материалы проходят испытания в контролируемых условиях с целью проверки их производительности после внесенных изменений, таких как легирование, использование сокатализаторов и нанесение защитных слоев. Наше последнее исследование, опубликованное в журнале *Communications Materials* (doi.org/10.1038/s43246-024-00574-5), подчеркивает важность фотонного проектирования и оптимизации фотоэлектродных систем для улучшения свойств поглощения света фотоактивными материалами. Основная идея и новизна нашей работы заключаются в использовании всего солнечного спектра, что становится возможным благодаря внедрению устройства для апконверсии.

Последний этап переносит полученные знания из моделирования материалов и лабораторных экспериментов в производство на крупном масштабе. Для проектирования таких систем используется ПО для моделирования процессов (например, Aspen Plus), что позволяет легко масштабировать системы и обеспечить их эксплуатационную жизнеспособность. Рисунок 7 представляет собой общее описание пути от теории к практике в виде интегрированного цикла для совершенствования технологий водорода, получаемого из возобновляемых источников энергии.

Команда, занимающаяся хранением водорода, фокусируется на исследовании твердых материалов для хранения водорода, включая:

- Разработку инновационных материалов и композитов для

повышения эффективности хранения водорода.

- Использование активированного угля, полученного из биомассы, для повышения эффективности хранения водорода.
- Синтез и оптимизацию МОК с высокой площадью поверхности, таких как MOF-177 и MOF-210, а также их композитов для улучшенного адсорбирования водорода.
- Проектирование биметаллических цеолитоподобных имидазолатных каркасов и металлических гидридов, включая сплав TiFe и аланаты, для обратимого хранения водорода.

Основные достижения этой исследовательской группы включают рассмотрение одного патента. Кроме того, команда по хранению водорода готовит еще один патент и несколько научных статей. Данные результаты подходят для публикации в журналах Q1, однако команда стремится нацелиться на журналы с еще большим импакт-фактором.

Команда по исследованию биомассы

Команда по исследованию биомассы сосредоточена на устойчивом преобразовании сельскохозяйственной биомассы в высокоценные продукты, включая активные фармацевтические ингредиенты (АПИ), биоразлагаемые полимеры и биотопливо. Используя возобновляемые ресурсы Казахстана, команда разрабатывает эффективные и масштабируемые методы синтеза с применением традиционных, микроволновых и потоковых химических подходов. Исследования также включают оптимизацию катализаторов, синтез продуктов с высоким выходом и интеграцию процессов. Проводятся анализы жизненного цикла и технико-экономические оценки для обеспечения экологической и экономической жизнеспособности.

Исследования группы были опубликованы в ведущих журналах, таких как *Chemical Engineering Journal* и *Scientific Reports*. Патент на полезную модель для метода переработки биомассы находится на этапе рассмотрения.

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ: ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО



Клара Токсанбаева,
заместитель директора
по коммерческим вопросам
ТОО "Физико-Технический
институт"

Физико-технический институт (ФТИ) – один из ключевых научно-исследовательских центров Казахстана, занимающийся фундаментальными и прикладными разработками в области физики твердого тела, ядерной физики и современных технологий. Основанный в 1990 году по постановлению Совета Министров Казахской ССР, он прошел значительный путь трансформации, став частью Национального исследовательского университета (КазНУ).

Сегодня ФТИ объединяет девять высокотехнологичных лабораторий, работающих над перспективными направлениями науки:

- исследование инновационных функциональных материалов;
- изучение фотоэлектрических явлений;
- разработка гетеропереходных солнечных элементов;
- радиационная экология;
- физика высоких энергий и космических лучей;
- и многое другое.

Физико-технический институт активно развивает исследования и внедрение технологий в области возобновляемых источников энергии. Одними из ключевых направлений работы более 10 лет остаются разработка и совершенствование гетеропереходных солнечных элементов.

Гетеропереходные солнечные элементы представляют собой инновационные фотоэлементы, созданные на основе гетероструктур – уникальных многослойных материалов, состоящих из различных полупроводников. Каждый из этих материалов обладает особыми электрофизическими и оптическими свойствами, что позволяет создавать внутри фотоэлемента электрические поля, напрямую влияющие на эффективность и производительность солнечных модулей.

Важным этапом в развитии института стало открытие опытно-промышленного цеха по производству фотоэлектрических модулей, что позволило перевести научные разработки на новый уровень – от лабораторных исследований к промышленному применению. Получение сертификата СТ KZ подтвердило соответствие продукции высоким национальным стандартам и стало значимым шагом в развитии солнечной энергетики в Казахстане.

Физико-технический институт гордится вкладом казахстанских ученых в развитие возобновляемой энергетики. Значительный вклад в исследования в этой области внесли ведущие специалисты, среди которых доктор



Физико-технический институт активно развивает исследования и внедрение технологий в области возобновляемых источников энергии.

физико-математических наук С. Ж. Токмолдин, PhD Н. А. Чучага, PhD Н. С. Токмолдин, В. В. Клименов, И. С. Невмержицкий, PhD К. П. Аймаганбетов, К. С. Жолдыбаев, С. Р. Жантуаров, PhD А. К. Шонгалова и другие.

Сегодня одним из ключевых направлений исследований института стали перовскитные солнечные элементы. Эти инновационные фотоэлементы привлекли внимание мировой научной общественности благодаря сочетанию высокой эффективности и доступности производства. В отличие от традиционных кремниевых солнечных батарей, перовскитные фотоэлементы создаются с применением органических соединений, что делает их производство менее затратным.

Однако перед этой технологией стоят серьезные вызовы. Главная проблема – быстрая деградация. Если классические кремниевые солнечные панели теряют около 10% мощности за 25 лет эксплуатации, то перовскитные аналоги могут потерять до 80% за сутки. Устранение этого недостатка – одно из важнейших направлений современных исследований, и, несмотря на сложности, ученые уверены, что за перовскитными солнечными элементами будущее.

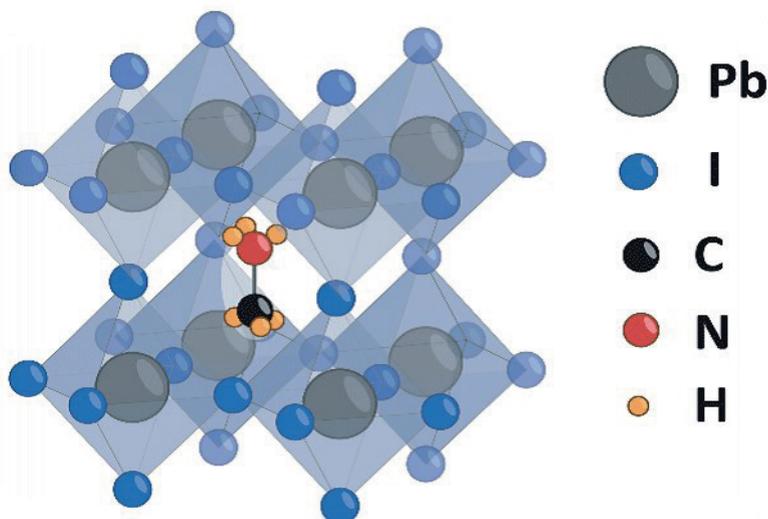
Также ФТИ работает над технологией производства и очистки кремния из песков Казахстана. В развитие этой тематики время и душу, опыт и знания вложили такие ученые, как академик, доктор физико-математических наук Б. Н. Мукашев, Г. Н. Чумиков, С. Н. Тараканова, Н. М. Кислякова, Ю. А. Таракнов, С. С. Базарбаев, кандидат физико-математических наук А. С. Серикканов и другие. Одной из разработок последних лет является получение кремния электронного качества из шлаков. По результатам исследования, проведенного в рамках проекта, разработана эффективная технология получения и очистки кремния, которая позволит разработать метод производства высокочистого кремния для солнечной энергетики. Такой метод обеспечит низкую себестоимость процесса и будет экологически чистым, соответствуя современным требованиям к устойчивым технологиям. Шлак, полученный в процессе получения кремния, может быть использован для получения шлакощелочного цемента высоких марок.

Лабораторная технология производства дешевого кремния имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами очистки. Она требует меньше этапов для достижения высокой чистоты кремния, что значительно ускоряет процесс очистки. Помимо сокращения времени, эта технология обеспечивает снижение себестоимости за счет оптимизации ресурсов. Важным аспектом является ее экологическая безопасность, что делает процесс более чистым и минимизирует воздействие на окружающую среду. В итоге это позволяет получать кремний солнечного качества с минимальными затратами и воздействием на природу.



Также одним из перспективных направлений физико-технического института является работа в области накопителей энергии. В числе перспективных тем следует отметить redox, проточные ванадиевые накопители энергии. Руководителем проектов по этой тематике является А. Г. Умирзаков.

REDOX – ЭТО ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ АККУМУЛЯТОР БОЛЬШОЙ ЕМКОСТИ, СПОСОБНЫЙ К ГЛУБОКОЙ ЗАРЯДКЕ И РАЗРЯДКЕ. ОН ИСПОЛЬЗУЕТ РАЗЛИЧНУЮ ХИМИЧЕСКУЮ ПОТЕНЦИАЛЬНУЮ ЭНЕРГИЮ ИОНОВ ВАНАДИЯ В РАЗНЫХ СОСТОЯНИЯХ ОКИСЛЕНИЯ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ И ОБЛАДАЕТ ВЫСОКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ЗАРЯДА И РАЗРЯДА. ПРЕИМУЩЕСТВО ВЫСОКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАКЛЮЧАЕТСЯ В ТОМ, ЧТО ЕМКОСТЬ МОЖЕТ БЫТЬ УВЕЛИЧЕНА С УВЕЛИЧЕНИЕМ РЕЗЕРВАРА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЖИДКОСТИ, А ЭЛЕКТРОЛИТ МОЖЕТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАН ПОВТОРНО.



<https://www.nrel.gov/pv/assets/images/perovskite-1-model.gif>



При использовании растворов ионов ванадия $V(II)/V(III)$ и $V(IV)/V(V)$ в качестве положительного и отрицательного электролитов батареи стандартная разность потенциалов батареи может достигать 1,26 В, что позволяет использовать ванадий в качестве материала для хранения энергии (Рисунок 1).

Преимущество

- Пожаробезопасно

Активный материал ванадиевой редокс-батареи хранится в отдельных резервуарах для хранения жидкости за пределами в виде водного раствора. Опасность взрыва или пожара отсутствует. Нет опасности даже при смешивании положительного и отрицательного электролитов. Невзрывающаяся батарея – наиболее заметное преимущество ВРБ по сравнению с другими электрохимическими батареями.

- Длительный срок службы

Положительный активный материал и отрицательный активный материал ВРБ находятся в положительном и отрицательном электролитах соответственно. В процессе зарядки и разрядки не происходит смены фаз. Батарея может быть глубоко разряжена без повреждения.

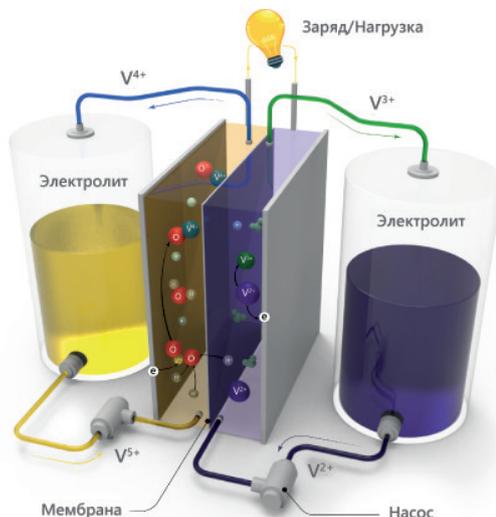


Рисунок 1 – Схема работы ванадиевой батареи

Жизненный цикл батареи может достигать 20 лет. В настоящее время модуль ВРБ с самым длительным временем работы в коммерческой демонстрации энергосистемы канадской компании VRB работает в нормальном режиме уже более девяти лет, при этом срок службы цикла заряда и разряда составляет более 18 000 раз, что значительно выше, чем у литиевых и свинцово-кислотных аккумуляторов.

- Легко реализовать крупномасштабное хранение энергии

Мощность и емкость ванадиевой редокс-батареи зависят от размера стека, объема и концентрации электролита соответственно. Увеличение концентрации электролита позволяет повысить мощность, а увеличение объема электролита – удвоить мощность. Поэтому ванадиевые редокс-аккумуляторы можно использовать в крупномасштабных электростанциях для хранения энергии мощностью в сотни мегаватт.

Недостатки

- Низкая плотность энергии

Из-за относительно большой атомной массы ванадия плотность энергии ванадиевой редокс-батареи обычно составляет всего от 12 до 40 Вт·ч/кг, что ниже плотности энергии литиевой батареи, составляющей от 80 до 300 Вт·ч/кг.

Поэтому для достижения одинакового запаса энергии плотность энергии ванадиевой редокс-батареи должна быть гораздо больше, чем у литиевых батарей, а именно в 3-5 раз, что значительно затрудняет применение ванадиевой редокс-батареи в мобильных терминалах и силовых батареях.

- Низкая эффективность преобразования энергии

Для поддержания потока электролита в ВРБ требуется насос, поэтому потери энергии в ней велики. Эффективность преобразования энергии ванадиево-красной батареи обычно составляет от 70 до 75%, что ниже, чем эффектив-

ность преобразования энергии литиевых батарей, которая составляет от 85 до 95%.

- Высокая первоначальная стоимость установки

Первоначальная стоимость установки ванадиевой редокс-батареи в основном состоит из стека и электролита. Сырьевые материалы относительно дороги. Кроме того, развитие индустрии ванадиевых редокс-аккумуляторов идет относительно медленно, а промышленная цепочка не совершенна. В настоящее время первоначальная стоимость установки составляет от 252 до 400 тенге/час. В сравнении с литиевыми батареями, это более чем в два раза превышает первоначальную стоимость батареи, но в долгосрочной работе эти показатели компенсируются.

СРАВНЕНИЕ МЕЖДУ ВРБ И ДРУГИМИ ОСНОВНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Ванадиевые редокс-аккумуляторы обладают большими преимуществами по сравнению с литиевыми, свинцово-кислотными и другими с точки зрения срока службы, безопасности и стоимости жизненного цикла, однако они все еще находятся в относительно невыгодном положении с точки зрения плотности энергии, энергоэффективности и других критериев.

Принцип работы ванадиевой редокс-батареи отличается от принципа работы литиевой батареи.

Ванадиевая окислительно-восстановительная батарея имеет два электролита: один – для положительного, другой – для отрицательного электрода. Ток формируется за счет повышения и понижения валентного состояния ионов ванадия, в то время как в литиевой батарее ток формируется в основном за счет переноса ионов.

Электролит ванадиевой редокс-батареи хранится в специальных резервуарах положительного и отрицательного электродов, под действием насоса электролиты

перемещаются к положительному и отрицательному электродам стека. Такая конструкция позволяет регулировать емкость ВРБ. Электролиты хранятся отдельно, не вступают в реакцию, за счет этого демонстрируют высокую безопасность. Литиевые батареи значительно уступают ВРБ в этом отношении.

По циклу использования литиевые батареи можно заряжать около 3000 раз, а ВРБ – до 15 000 раз, то есть в пять раз больше.

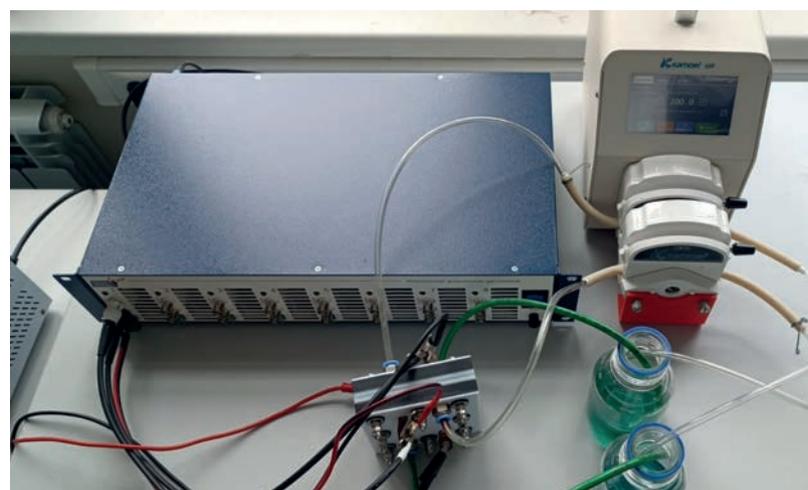
Кроме того, ВРБ имеет естественную систему жидкостного охлаждения. Во время работы положительный и отрицательный электролиты не только вступают в химические реакции, но и отводят тепло, генерируемое стеком, поддерживая батарею в состоянии умеренного нагрева. Литиевые батареи обладают относительно низкой стабильностью при длительной зарядке, что приводит к нагреву и увеличению вероятности воспламенения.

Видение ФТИ состоит в обеспечении устойчивого развития и конкурентоспособности института как ведущей научной и инновационной организации; интеграции в мировое сообщество на основе повышения количества и качества публикаций в зарубежных изданиях с высоким импакт-фактором.

Миссия ФТИ заключается в проведении широкого спектра фундаментальных и прикладных исследований в области физики твердого тела и полупроводников, альтернативной энергетики, материаловедения, нанонауки, физики высоких энергий и космических лучей; разработке на этой основе новых образцов и технологий с последующим их внедрением в научные исследования и производство в интересах социально-экономического развития Республики Казахстан; увеличению портфеля научных проектов за счет участия института в реализации государственных грантов, а также привлечения внешних проектов в части реализации научно-технологических программ по темам НИР/НИОКР.



Ванадиевый накопитель энергии в сборе (ТОО ФТИ)



Тест работы лабораторного образца проточного аккумулятора

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ГЕНЕРАЦИЮ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО

Life Is On

Schneider
Electric

СОГЛАСНО МЕЖДУНАРОДНОМУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ АГЕНТСТВУ (INTERNATIONAL ENERGY AGENCY), 75% ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ПО ВСЕМУ МИРУ ПОЯВЛЯЮТСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ, ГЛАВНЫМ ОБРАЗОМ ИЗ-ЗА ИСКОПАЕМОГО ТОПЛИВА — УГЛЯ, НЕФТИ И ГАЗА — КОТОРЫЕ СОСТАВЛЯЮТ 90% ВЫБРОСОВ CO₂. МЫ ТАКЖЕ СТАЛКИВАЕМСЯ С РИСКАМИ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И НЕДОСТАТОЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТЬЮ К ЭКСТРЕМАЛЬНЫМ ПОГОДНЫМ ЯВЛЕНИЯМ, ЧТО ПОДТВЕРЖДАЕТСЯ СЕРИЕЙ ТЕПЛОВЫХ ВОЛН, НАВОДНЕНИЙ, ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ И ШТОРМОВ, ЗАТРАГИВАЮЩИХ РАЗЛИЧНЫЕ РЕГИОНЫ МИРА. ПРИМЕЧАТЕЛЬНО, ЧТО 2024 ГОД БЫЛ ОБЪЯВЛЕН ЕВРОПЕЙСКОЙ СЛУЖБОЙ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ КОПЕРНИКА (EUROPEAN COPERNICUS CLIMATE SERVICE) САМЫМ ТЕПЛЫМ ГОДОМ В ИСТОРИИ НАБЛЮДЕНИЙ. СТАБИЛЬНОСТЬ КАК ЭКОНОМИКИ, ТАК И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ИМЕЕТ РЕШАЮЩЕЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ БИЗНЕСА И ОБЩЕСТВА. ЯВЛЯЯСЬ МИРОВЫМ ЛИДЕРОМ В ПРЕДОСТАВЛЕНИИ ЦИФРОВЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИЕЙ, АВТОМАТИЗАЦИИ И ЦИФРОВИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, УСТОЙЧИВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ, ЦЕНТРОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ, УМНЫХ ДОМОВ И ЗДАНИЙ, SCHNEIDER ELECTRIC РАЗРАБОТАЛА РЕШЕНИЯ, КОТОРЫЕ ПОЗВОЛЯЮТ ПРИНИМАТЬ ЭФФЕКТИВНЫЕ ШАГИ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО, ВАЖНО ЛИШЬ УСКОРИТЬ ИХ ВНЕДРЕНИЕ.

ЭНЕРГИЯ – ОСНОВА ПРОЦВЕТАЮЩЕГО ОБЩЕСТВА

Энергия — это базовая потребность человечества, и надежное снабжение ею жизненно важно для экономического прогресса. Александр Никифоров, лидер сегмента Power&Grid в странах Центральной Азии, отмечает «Энергия также влияет на наши привычки и воздействие на окружающую среду. Например, рост энергетической отрасли

связан с увеличением численности населения, культурой и технологией потребления, что способствует изменению климата. По мере роста мировой экономики растет и спрос на энергию, обусловленный такими факторами, как электрификация, рост развивающихся рынков и внедрение искусственного интеллекта. Эти изменения оказывают значительное давление на нашу энергетическую систему, подчеркивая настоятельную необходимость ее цифровизации, декарбонизации и обеспечения ее устойчивости для энергетического перехода. Этот необходимый энергетический переход также требует изменения мышления. Сокращение выбросов углерода, сохранение воды и ресурсов, а также обеспечение надежности - являются неотъемлемыми составляющими для перехода к энергетическому миру».

It's time to make bolder
IMPACT

НА ПУТИ К НОВОМУ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ МИРУ

Методы производства и потребления энергии быстро меняются. Концепция просьюмера – одновременно потребителя и производителя энергии – за последние два десятилетия превратилась из модного слова в реальность. Новые технологии позволяют клиентам производить, потреблять и управлять собственной электроэнергией: используя энергию, полученную от солнечных панелей на месте и хранящуюся в батареях и электромобилях. Этот подход не только позволяет использовать возобновляемую энергию, но и дает возможность



75%

выбросов парниковых газов вырабатываются энергетической инфраструктурой



90%

выбросов CO₂ – из-за использования топлива: угля, нефти и газа



2024

самый теплый год в истории наблюдений

продавать избыточную энергию обратно в сеть. В масштабе это может обеспечить модульное и доступное энергоснабжение для бизнеса и общества. Например, в Соединенных Штатах на февраль 2024 года 4,2 миллиона домов имели солнечные панели на крышах. В течение всего года каждые 54 секунды реализовывался новый проект по установке солнечных панелей. Такие технологии, как системы управления домашней энергией (например, Schneider Home), микросети, системы управления распределенными энергетическими ресурсами (DERMS), в сочетании с виртуальными электростанциями (VPP) и программами реагирования на спрос (от компаний, таких как Uplight), позволяют реализовать комплексный подход к сети и просьюмерам, предоставляя возможность коммунальным службам и энергетическим просьюмерам повысить устойчивость, снизить затраты и уменьшить углеродный след, чтобы сформировать более устойчивое будущее.

1. Продвинутые системы распределения электроэнергии
2. Цифровые двойники
3. Микросети
4. Системы управления распределенными энергетическими ресурсами (DERMS)
5. Виртуальные электростанции (VPP)
6. Программы реагирования на спрос

УМНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ – НОВАЯ ЭРА ЭВОЛЮЦИИ

По мере того как развивается энергетический мир с ростом технологий просьюмеров и распределенных энергетических ресурсов, традиционная модель переходит к двунаправленной структуре, создавая общую энергетическую экономику, которая обеспечивает большую устойчивость энергии и гармоничное развитие наших сообществ.



Life Is On | Schneider
Electric

В Schneider Electric считают, что ИИ будет в центре современной электрической сети, используя огромное количество собранных данных для разработки предсказательных моделей производства, потребления энергии и управления распределенными ресурсами.

Основой этой эволюции является электрическая сеть, которую необходимо модернизировать, чтобы поддерживать будущие энергетические потребности и наше видение экологически чистого энергетического будущего. Но модернизация сети – это сложный, дорогостоящий и трудоемкий процесс. Чтобы достичь климатических и энергетических целей стран, к 2040 году потребуется добавить или заменить 80 миллионов километров линий электропередачи, что потребует значительных операционных и нормативных изменений и удвоения инвестиций в сеть до более чем 600 миллиардов долларов США ежегодно к 2030 году. Для решения этой задачи потребуется всеобъемлющий технологический подход. Мы реализовали ряд проектов на объектах наших заказчиков и партнеров, использующих наши решения EcoStruxure с поддержкой Интернета вещей в различных сегментах, включая здания, коммунальные службы и центры обработки данных. Мы используем инновационные технологии, которые ускоряют энергетический переход, такие как виртуальные электростанции, представляющие собой сети энергетических ресурсов для обеспечения мощности сети. Они могут оперативно добавить значительную резервную мощность и гиб-

кость в сеть, и при интеграции в передовую систему управления распределением полученная автоматизация становится революционной.

РАЗВИТИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БУДУЩЕГО

«Энергетический сектор Казахстана играет ключевую роль в экономике страны. В последние годы правительство активно внедряет меры по обеспечению надежного энергоснабжения и переходу на экологически чистые источники энергии. Казахстан активно развивает возобновляемые источники энергии (ВИЭ). На сегодня в стране функционируют более 100 объектов ВИЭ. Важным проектом стало усиление электрической сети Западной зоны, что повысило надежность электроснабжения. Следующим шагом планируется объединение электрических сетей, что улучшит транзитный потенциал. Эти инициативы и проекты демонстрируют стремление Казахстана к устойчивому развитию и глобальному переходу на низкоуглеродную модель. Учитывая существующие мировые референции, хотелось бы активнее использовать опыт международных компаний. Внедрение передовых решений, таких как технологии компании Schneider Electric, может существенно повысить качество жизни и способствовать развитию энергетики страны», – добавил Александр Никифоров. В Schneider Electric считают, что ИИ будет в центре современной электрической сети, используя огромное количество собранных данных для разработки предсказательных моделей производства, потребления энергии и управления распределенными ресурсами. Но чтобы сделать энергетический переход реальностью, нам нужна совместная работа всей экосистемы. Коммунальные службы, операторы сетей, компании по управлению энергией, промышленность и просьюмеры должны предпринять шаги, которые преобразуют связи с энергией, в итоге принося пользу бизнесу, обществу и нашей планете.



ВЫЗОВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ «ЗЕЛеной» ТРАНСФОРМАЦИИ В КАЗАХСТАНЕ

КАЗАХСТАН, ОБЛАДАЯ ОДИМ ИЗ КРУПНЕЙШИХ В МИРЕ ПОТЕНЦИАЛОВ ПО ВЕТРОВОЙ И СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ, ТЕМ НЕ МЕНЕЕ ПРОДОЛЖАЕТ ЗАВИСЕТЬ ОТ УГЛЯ И НЕФТИ. НЕСМОТЯ НА ПОЛИТИЧЕСКИЕ ДЕКЛАРАЦИИ – ОТ СТРАТЕГИИ «КАЗАХСТАН-2050» ДО ЦЕЛЕЙ УГЛЕРОДНОЙ НЕЙТРАЛЬНОСТИ К 2060 ГОДУ – РЕАЛЬНЫЙ ПРОГРЕСС В РАЗВИТИИ ВИЭ (ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ) ИДЕТ С ОПОЗДАНИЕМ. ПОЧЕМУ?

Исследование, проведенное экспертной группой, выявило системные барьеры в РК, тормозящие «зеленый» переход. Результаты дают четкую картину: без структурной реформы законодательства, технологического обновления и грамотной финансовой поддержки устойчивого энергобудущего не построить [1].

Несмотря на политическую волю и экономическую мотивацию, переход к ВИЭ в Казахстане тормозят устойчивые системные препятствия. На основе аналитического опроса 54 экспертов были классифицированы барьеры по четырем категориям (таблица 1).



Айнур Соспанова,
Qazaq Green



Нурхат Жакиев,
Astana IT University



Дана Бурханова,
Nazarbayev University



Анель Нурканат,
Astana IT University



Шынар
Жусупкалиева,
Astana IT University



Аягöz Хамзина,
Astana IT University



Таблица 1. Классификация барьеров

Категория барьеров	Конкретные барьеры
Политические и нормативные	Низкий тариф на электроэнергию из ископаемого топлива Отсутствие четкого видения по интеграции мощностей ВИЭ (местоположение, сроки) Неосвоенные перспективные зоны для ВИЭ, отсутствие выделенных земель
Финансовые	Недостаточное финансирование проектов в сфере ВИЭ Отсутствие рыночных сигналов и изучения потенциала для местных производителей
Технологические	Устаревшая инфраструктура электроэнергетики Недоразвитое местное производство оборудования и компонентов для ВИЭ Ограниченный опыт в локализации производства Недоразвитые сети, неопределенные точки подключения и максимальные мощности
Социальные	Низкий интерес населения к энергоэффективным технологиям Нехватка квалифицированных специалистов в секторе ВИЭ

Значимость барьеров относительно развития возобновляемой энергии по заинтересованным группам				
Категория	Барьеры	СЭС (%)	ВЭС (%)	ТЭС (%)
Технологические	Устаревшая инфраструктура электроэнергетики	43,3	47,1	40
	Недоразвитое местное производство оборудования и компонентов для ВИЭ	60	41,2	60
	Ограниченный опыт в развитии и реализации локализации производственных компонентов	70	35,3	80
	Недоразвитые сети, неопределенные точки подключения и максимальные мощности подключения возобновляемых источников энергии	43,3	52,9	60
Финансовые	Отсутствие рыночных сигналов и изучения потенциала для местных производителей	23,3	17,6	40
	Недостаточное финансирование проектов в сфере ВИЭ	56,7	41,2	20
Социальные	Низкий интерес населения к энергоэффективным технологиям	50	47,1	40
	Нехватка квалифицированных специалистов в секторе ВИЭ	56,7	52,9	20
Политические и нормативные	Низкий тариф на электроэнергию из ископаемого топлива	73,3	76,5	40
	Отсутствие четкого видения по интеграции мощностей ВИЭ (местоположение, сроки)	46,7	47,1	60
	Неосвоенные перспективные зоны для ВИЭ, отсутствие выделенных земель	33,3	52,9	20

Согласно результатам экспертного опроса, ключевыми рисками, сдерживающими инвестиции в возобновляемую энергетику Казахстана, стали: технологическое отставание, которое 66,7% участников признали главным препятствием; непредсказуемость законодательства, создающая неопределенность и способная нивелировать усилия инвесторов; а также высокие стартовые затраты, особенно в ветровой энергетике. Для инвесторов наиболее критичными оказались именно макроуровневые риски – политические и рыночные, а не операционные (таблица 2).

Таблица 2. Классификация барьеров

Категория риска	Конкретный риск
Рыночные риски	Существенное технологическое отставание Казахстана в области ВИЭ Сохранение низких тарифов на традиционную электроэнергию Снижение покупательной способности уязвимых групп населения
Политические риски	Снижение инвестиционной привлекательности страны Снижение объемов иностранных инвестиций Возможные изменения в законодательстве, негативно влияющие на корпоративную деятельность
Риски ликвидности	Замораживание средств в крупномасштабных инвестициях в сектор ВИЭ
Операционные риски	Неготовность производственных организаций к выпуску компонентов для ВИЭ Сбои в поставках иностранных компонентов Глобальное изменение климата и рост частоты экстремальных погодных явлений

Ключевые риски, влияющие на развитие возобновляемой энергии в Казахстане

Категория	Риск	Влияние риска (%)
Рыночные риски	Существенное технологическое отставание Казахстана в области ВИЭ	66,7
	Сохранение низких тарифов на традиционную электроэнергию	55,6
	Снижение покупательной способности уязвимых групп населения	59,3
Политические риски	Снижение инвестиционной привлекательности страны	57,4
	Снижение объемов иностранных инвестиций	42,6
	Возможные изменения в законодательстве, негативно влияющие на корпоративную деятельность	64,8
Операционные риски	Неготовность производственных организаций к выпуску компонентов для ВИЭ	55,6
	Сбои в поставках иностранных компонентов для ВИЭ	53,7
	Глобальное изменение климата и рост частоты экстремальных погодных явлений	46,3
Риски ликвидности	Замораживание средств в крупномасштабных инвестициях в сектор ВИЭ	42,6



Исследование показало, что каждый сектор возобновляемой энергетики в Казахстане сталкивается с особыми барьерами: солнечная энергетика испытывает наибольшие трудности из-за нормативно-правовой неопределенности и нехватки опыта в локализации производства; ветровая энергетика сталкивается с ограниченным доступом к сетям и острой нехваткой квалифицированных кадров; в то время как гидроэнергетика зависит от природных условий и страдает от отсутствия четкого стратегического планирования на уровне государства.

Значимость барьеров в развитии возобновляемой энергии в Казахстане				
Категория	Барьеры	Высокий (%)	Средний (%)	Низкий (%)
Технологические	Устаревшая инфраструктура электроэнергетики	53,7	14,8	18,5
	Недоразвитое местное производство оборудования и компонентов для ВИЭ	57,4	25,9	7,4
	Ограниченный опыт в развитии и реализации локализации производственных компонентов	53,7	27,8	9,3
	Недоразвитые сети, неопределенные точки подключения и максимальные мощности подключения возобновляемых источников энергии	48,1	37	3,7
Финансовые	Отсутствие рыночных сигналов и изучения потенциала для местных производителей	35,2	44,4	11,1
	Недостаточное финансирование проектов в сфере ВИЭ	50	27,8	9,3
Социальные	Низкий интерес населения к энергоэффективным технологиям	51,9	24,1	13
	Нехватка квалифицированных специалистов в секторе ВИЭ	40,7	42,6	9,3
Политические и нормативные	Низкий тариф на электроэнергию из ископаемого топлива	66,7	20,4	5,6
	Отсутствие четкого видения по интеграции мощностей ВИЭ (местоположение, сроки)	46,3	27,8	13
	Неосвоенные перспективные зоны для ВИЭ, отсутствие выделенных земель	38,9	33,3	9,3

Хотя Казахстан создал правовую базу для «зеленого» финансирования и даже запустил выпуск «зеленых» облигаций, большинство экспертов считают, что доступ к финансовым инструментам остается ограниченным. Только 25,9% считают, что «зеленые» облигации действительно доступны. Более половины экспертов затруднились с оценкой, что говорит об отсутствии осведомленности.

По мнению экспертов, для ускоренного развития возобновляемой энергетики в Казахстане необходимо обеспечить государственные гарантии для снижения инвестиционных рисков, предоставить долгосрочное финансирование в национальной валюте с пониженными процентными ставками, внедрить технические гарантии подключения к электросетям, поддерживать развитие локального производства компонентов для ВИЭ, а также реализовать масштабные программы по повышению общественной осведомленности и подготовке квалифицированных специалистов.

Казахстан стоит на перепутье: или он продолжит опираться на угольную инфраструктуру, или сделает решительный рывок к устойчивому будущему. Потенциал у страны огромный: солнце, ветер, вода и, главное, растущий интерес к ВИЭ среди профессионалов и общества. Но для успеха нужны прозрачные правила игры, доступ к финансам и слаженная работа всех заинтересованных сторон.

Как отмечено в статье, устойчивый энергетический переход невозможен без сильной институциональной поддержки, технологического обновления и вовлеченности общества. Только так Казахстан сможет стать лидером в «зеленой» энергетике в Центральной Азии.

ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ГЕРМАНИИ



НЕМЕЦКАЯ МОДЕЛЬ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ – ОДНА ИЗ САМЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ В МИРЕ. ЕЕ УСПЕХ СТРОИТСЯ НА ТРЕХ КЛЮЧЕВЫХ ЭЛЕМЕНТАХ: РАЗДЕЛЬНОМ СБОРЕ, РАЗВИТОЙ ИНФРАСТРУКТУРЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ. НО ГЛАВНОЕ – ЭТО НЕ ПРОСТО ПРАВИЛА, А СИСТЕМА СТИМУЛОВ. СТРОГОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО И ВЫСОКИЕ ТАРИФЫ ДЕЛАЮТ ПЕРЕРАБОТКУ ВЫГОДНОЙ, А БЕЗОТВЕТСТВЕННОЕ ОБРАЩЕНИЕ С ОТХОДАМИ – ЗАТРАТНЫМ. ТАКОЙ ПОДХОД НЕ ТОЛЬКО СНИЖАЕТ НАГРУЗКУ НА ПРИРОДУ, НО И ФОРМИРУЕТ КУЛЬТУРУ ОСОЗНАННОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ СРЕДИ ГРАЖДАН И БИЗНЕСА.



Ардак Жакежанова,
ведущий специалист Казахстанской ассоциации по управлению отходами KazWaste



Шолпан Талгат,
PR-менеджер Казахстанской ассоциации по управлению отходами KazWaste

В немецком языке органические отходы обозначаются различными терминами: «Organik», «Bioabfälle», «biogene/biologische Abfälle», «Bio-/Grüngut».

К этой категории относятся отходы пищевой промышленности, пищевые остатки, кухонные отходы (как частные, так и коммерческие), а также садовые и парковые отходы.

Характерной особенностью пищевых отходов является их высокая влажность, из-за чего они имеют значительный вес.

Органические отходы высокого качества – необходимое условие для эффективной переработки. Только правильно отсортированные органические отходы с низким содержанием примесей могут использоваться для производства высококачественного компоста, пригодного для сельского и садоводческого хозяйства.

Раздельный сбор органических отходов начался в Германии еще в 1985 году.

С 1 января 2015 года действуют обязательные требования по раздельному сбору отходов.

Законодательное регулирование переработки органических отходов

Обращение с отходами в Германии регулируется нормативными требованиями Федерального агентства по охране окружающей среды (Umweltbundesamt), которые устанавливают правила для сбора, утилизации и переработки отходов. Эти нормы направлены на обеспечение экологически безопасного обращения с отходами и их эффективного использования с минимальным воздействием на природу.

В Германии требования к составу и качеству компостов из органических отходов установлены в Постановлении об органических отходах (Bioabfallverordnung, BioAbfV). Этот нормативный акт регулирует обработку, применение и контроль органических отходов, особенно в отношении их использования в сельском хозяйстве и садоводстве. Согласно этому документу, предельное содержание посторонних примесей, таких как пластик или стекло, в компосте не должно превышать 0,5% от массы сухого вещества. Это требование направлено на обеспечение высокого качества компоста и предотвращение загрязнения почвы при его использовании.



Эти нормы направлены на обеспечение экологически безопасного обращения с отходами и их эффективного использования с минимальным воздействием на природу.

Особое регулирование распространяется на органические отходы, содержащие материалы животного происхождения, такие как яйца, молоко, мясо и кости. Они подпадают под действие Закона об удалении побочных продуктов животного происхождения («Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetz»), который обеспечивает гигиенические нормы и предотвращает распространение вредителей.

МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ В ГЕРМАНИИ

В Германии органические отходы перерабатываются с использованием различных технологий, позволяющих эффективно утилизировать сырье и получать ценные продукты.

Когенерационные установки (Bio-masse-heizkraftwerk) перерабатывают органические отходы, превращая их в энергию и золу, которая может использоваться в качестве удобрения.

Биогазовые установки (Biogasanlage) вырабатывают биогаз и ферментированные остатки (Gärrest), пригодные для сельского хозяйства.

Компостирование (Kompostieranlage) позволяет превращать органические отходы в качественный компост, обогащающий почву.

Органические отходы классифицируются по структуре и уровню влажности:

- твердый структурированный растительный материал с умеренной влажностью;
- быстроразлагаемый неструктурированный материал – твердый или жидкий (например, пищевые

отходы);

- сухой древесный растительный материал, например, обрезки деревьев.

Благодаря этим методам переработки органические отходы превращаются в энергию, удобрения и полезные ресурсы, снижая нагрузку на окружающую среду.

БИОКОНВЕРСИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Биоконверсия – это процесс превращения органического сырья (растительных и животных отходов) в полезные продукты или источники энергии с помощью биологических процессов и микроорганизмов. Этот метод позволяет эффективно утилизировать органические отходы, минимизируя их воздействие на окружающую среду.

Один из наиболее инновационных примеров биоконверсии – использование личинок черной львинки (Black Soldier Fly). Они перерабатывают органические отходы, превращая их в высокобелковый корм для сельскохозяйственных животных и рыб. Такой подход не только снижает объем пищевых отходов, но и способствует развитию устойчивых систем производства кормов.

Биогазовая отрасль Германии заслуживает отдельного внимания. Биогазовые установки в этой стране превращают органические отходы в экологически чистую энергию, тепло и удобрения, обеспечивая не только эффективную переработку, но и значительное снижение выбросов парниковых газов. Это играет важную роль в глобальной борьбе с изменением климата.



Органические отходы

Переработка



Органические отходы

для домашних хозяйств, гастрономии, садов и парков

Твёрдый, структурированный растительный материал с умеренной влажностью



Средство для компостирования



Компост

Легко разлагаемый, неструктурированный материал – твёрдый или жидкий (например, пищевые отходы)



Биогазовая установка



Энергия



Дигестат

Сухой древесный растительный материал, например, обрезки деревьев



Когенерационная установка



Energy



Зола

© CIRCU:CULTURE

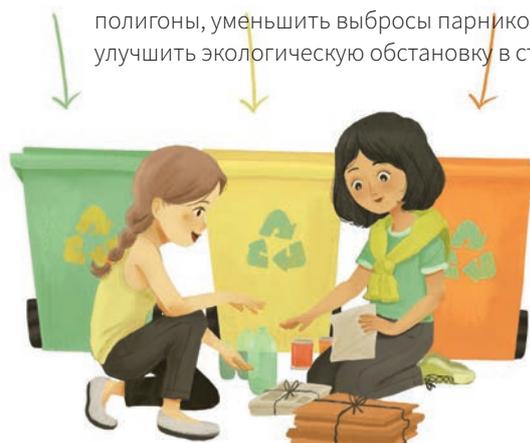
Германия активно совершенствует законодательные требования для развития биогазовой отрасли. По изменениям в Законе «О возобновляемых источниках энергии», к 2030 году 80% потребляемой энергии должно поступать из возобновляемых источников. В частности, мощность биогазовых установок планируется увеличить с 5 600 МВт в 2024 году до 8 000 МВт. Эти амбициозные цели поддерживаются значительными инвестициями и государственными программами, что укрепляет экологическую устойчивость страны.

Опыт Германии по переработке органических отходов является отличным примером для Казахстана.

Казахстан обладает огромным потенциалом для переработки органических отходов и развития биогазовой отрасли благодаря развитому сельскому хозяйству, которое ежегодно производит значительные объемы органических отходов: навоз, остатки растениеводства и переработки сельхозпродукции.

Уменьшение объемов захоронения органических отходов и внедрение эффективных методов их переработки также являются одними из актуальных вопросов для Казахстана.

При использовании передовых технологий переработки, создании эффективной инфраструктуры и внедрении механизмов государственной поддержки переработка органических отходов может занять ключевое место. Это позволит снизить нагрузку на полигоны, уменьшить выбросы парниковых газов и улучшить экологическую обстановку в стране.



Источники:

1. Laura Scherer, Circu:Culture, Introduction to Waste Management in Germany.
2. Бергская ассоциация по управлению отходами (Bergischer Abfallwirtschaftsverband).

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА КОРПОРАТИВНЫХ PPA-КОНТРАКТОВ ВИЭ



Тимур Шалабаев,
Исполнительный директор
Ассоциации ВИЭ «Qazaq Green»

Двусторонний (корпоративный) контракт ВИЭ – это соглашение, регулирующее продажу и покупку электроэнергии между производителем возобновляемой энергии и потребителем по заранее согласованной цене и на определенный срок. В данном случае долгосрочным покупателем электроэнергии от ВИЭ является потребитель.

Основная цель развития двусторонних контрактов ВИЭ – создание возможности для покупателей самостоятельно выбирать источник производства потребляемой электрической энергии, в то время как производитель электроэнергии ВИЭ получает возможность планировать финансирование своей деятельности. Также необходимо отметить, что двусторонние контракты ВИЭ позволяют решать следующие задачи:

- отсутствие зависимости от Единого закупщика электроэнергии;
- определение справедливой стоимости электроэнергии;
- возможность хеджирования рисков от изменений в законодательстве по поддержке ВИЭ и международных требований по снижению углеродного следа;
- исполнение экологических обязательств покупателем электроэнергии;
- организация долгосрочного планирования покупки и продажи электроэнергии для покупателя и продавца;
- одно из решений для снижения уровня негативного влияния ВИЭ на энергосистему.



Диаграмма 1. Схема двустороннего контракта ВИЭ



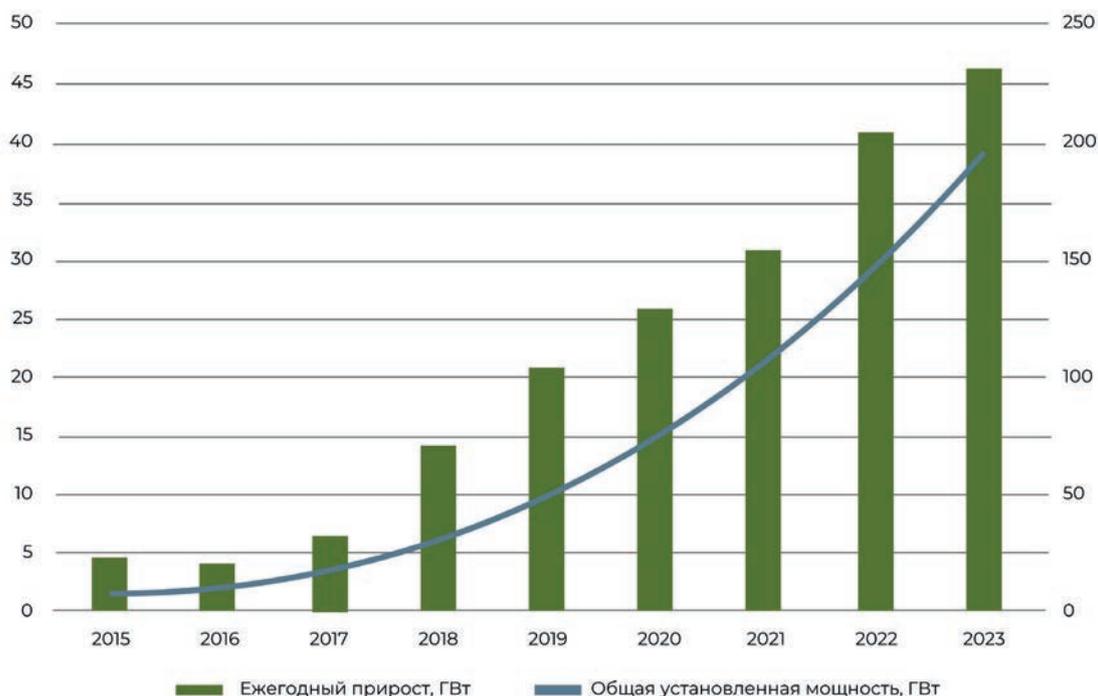
Источник: Ассоциация ВИЭ «Qazaq Green»

Согласно отчету BloombergNEF, корпорации публично объявили о 46 ГВт¹ соглашений о покупке солнечной и ветровой энергии (PPA) в 2023 году, что на 12% больше, чем в предыдущем году.

В период с 2022 по 2023 год объемы корпоративных PPA в Европе выросли на 74% – до 15,4 ГВт. Это самый большой рост среди всех регионов. BloombergNEF сообщил, что по мере того, как «проблемы с цепочками поставок смягчались, а газовые балансы нормализовались после энергетического кризиса в регионе в 2022 году, цены корпоративных PPA в регионе падали, часто быстрее, чем цены на электроэнергию».

Крупнейшим рынком для соглашений о закупках электроэнергии (PPA) остаются Соединенные Штаты: там объем объявленных сделок составил 17,3 ГВт, однако в годовом исчислении объем снизился на 16% по сравнению с рекордными 20,6 ГВт, достигнутыми в 2022 году.

Диаграмма 2. Объекты корпоративных PPA



Источник: BloombergNEF

¹BloombergNEF (BNEF) in its 1H 2024 Corporate Energy Market Outlook

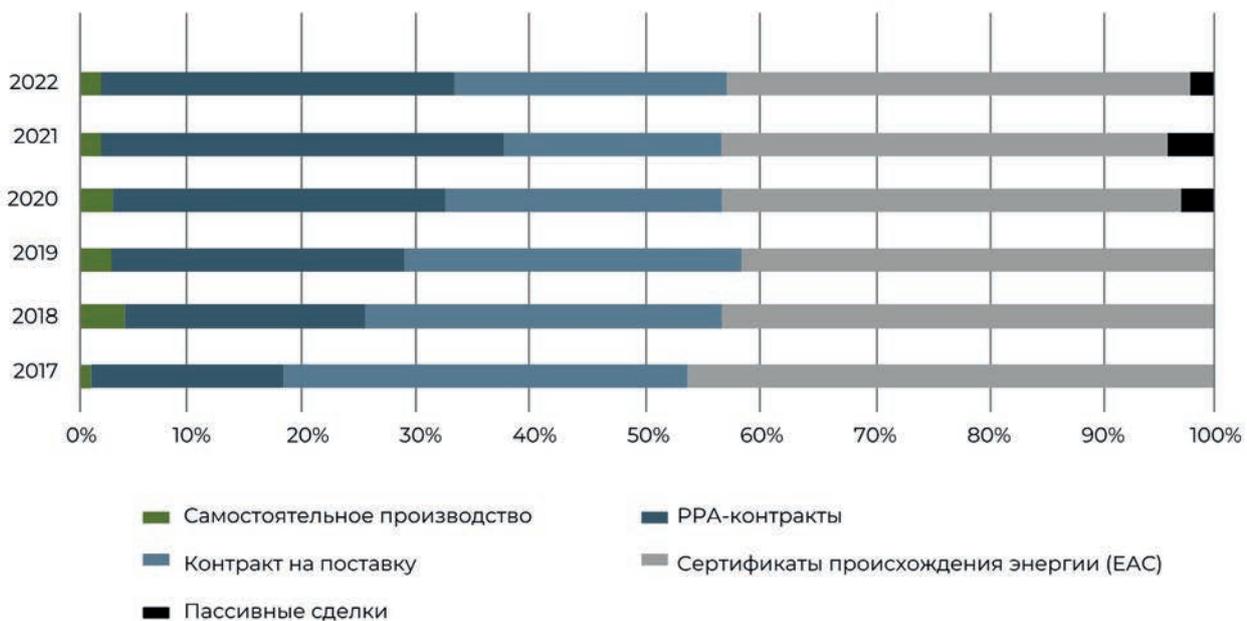
С целью продвижения возобновляемых источников энергии крупные корпорации и компании по всему миру объединились в инициативу RE100.

RE100 – это глобальная корпоративная инициатива по возобновляемым источникам энергии, объединяющая сотни крупных и амбициозных компаний, приверженных принципу 100%-ного использования возобновляемой энергии. Члены RE100 уже обеспечивают спрос на возобновляемую электроэнергию, достаточный для обеспечения электроэнергией страны среднего размера.

RE100 объединяет более 420 крупных компаний, среди них – Apple, Airbnb, Samsung, Adobe и другие. На данный момент компании RE100 закупили 440 ТВт·ч экологически чистой электроэнергии и стремятся достичь 100%-ного безуглеродного потребления электроэнергии к 2040 году.

По итогам 2022 года 31% компаний RE100 покупали возобновляемую электрическую энергию через механизм двусторонних PPA-контрактов. Отчетность проводит различие между физическими и виртуальными PPA, а также между розничными и проектными контрактами с поставщиками электроэнергии. Около 41% сделок по покупке электрической энергии членами инициативы

Диаграмма 3. Структура покупки электроэнергии ВИЭ компаниями



Источник: RE100 Annual disclosure report 2023

RE100 осуществляется посредством покупки сертификатов происхождения энергии (Energy Attribute Certificate). Они обычно продаются сторонними розничными ритейлерами, которые физически не поставляют электричество. Однако во всех этих случаях покупатели ЕАС потребляют электроэнергию из сети и используют сертификаты для обоснования заявлений о потреблении возобновляемой энергии и сокращения выбросов.

Amazon стала крупнейшим в мире корпоративным покупателем экологически чистой энергии четвертый год подряд. Она объявила о 8,8 ГВт PPA в 16 странах, включая 5,6 ГВт солнечных PPA. Портфель экологически чистой энергии компании составляет 33,6 ГВт, что больше по размеру, чем парки генерации электроэнергии на таких рынках, как Бельгия и Чили. За Amazon следует Meta, которая объявила о 3,1 ГВт PPA в солнечной энергетике.

По данным BloombergNEF, компаниям, нацеленным на 100%-ную экологически чистую энергию в рамках инициативы RE100, к 2030 году потребуется дополнительно 105 ГВт солнечной и ветровой энергии.

Согласно прогнозу Международного энергетического агентства, к 2030 году² корпоративные PPA будут вторым по значимости фактором развития ВИЭ после конкурентных аукционных торгов. На сегодня около 20% прироста мощностей ВИЭ в Испании, Италии, Польше, Швеции, Германии, Франции, Великобритании и Дании относятся к корпоративному сектору. Такие корпоративные PPA в странах Европы привлекательны главным образом потому, что они обеспечивают долгосрочную видимость цены на электроэнергию для крупных промышленных потребителей, стремящихся застраховаться от колебаний розничных тарифов.

Внедрению корпоративных PPA также способствует реформа рынка электроэнергии, проведенная в апреле 2024 года³. Основные поправки, принятые Европарламентом, включают поощрение долгосрочных контрактов на поставку возобновляемой

энергии, внедрение более экологически чистых и гибких решений и повышение прозрачности рынка. Так, одним из нововведений являются двусторонние контракты на разницу цен (CFD) для новых инвестиций в производство низкоуглеродной энергии, где необходимо государственное финансирование. Это означает, что национальные власти согласовывают с производителями электроэнергии заранее определенные диапазоны цен на энергию. Это выгодно всем: производитель может быть уверен, что сможет продавать энергию по предсказуемой цене, одновременно обеспечивая своих потребителей необходимым объемом энергии. В тех областях, где двусторонние контракты на разницу неактуальны, поощряются соглашения о покупке электроэнергии (PPA). Они также имеют эффект создания долгосрочной стабильности.

Дополнительный спрос на корпоративные PPA ожидается со стороны действующих энергопроизводящих организаций, использующих возобновляемые источники энергии, сроки поддержки которых истекают в ближайшие годы.

Развитие корпоративных PPA-контрактов в Казахстане

В соответствии с законодательством Республики Казахстан закреплены следующие нормы:

1. Закон Республики Казахстан от 4 июля 2009 года №165-IV «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» (подпункт 2 статьи 9 Закона) – «1. Энергопроизводящая организация, использующая возобновляемые источники энергии, вправе по своему усмотрению реализовывать производимую электрическую энергию по одному из следующих вариантов:

1) Единому закупщику электрической энергии по фиксированному тарифу, действующему на дату заключения договора купли-продажи между ней и расчетно-финансовым центром, либо по аукционной цене, определенной по итогам аукционных торгов, с учетом индексации, предусмотренной пунктом 2 статьи 8-1 настоящего Закона;

2) потребителям по договорным ценам согласно заключенным двусторонним договорам в соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан об электроэнергетике».



Первым примером реализации корпоративного PPA-контракта является гибридный проект АО «НК «КазМунайГаз» и итальянской энергетической компании Eni S.p.A. (Eni).

Гибридный проект предполагает комбинированную генерацию электроэнергии от возобновляемых источников энергии (ветер и солнце), разработанных дочерней компанией Eni Plenitude, а также газовую электростанцию для сбалансирования и стабилизации производства электроэнергии с использованием международного промышленного опыта Eni.

Мощность солнечной электростанции составит 50 МВт, ветряной – 77 МВт и газовой – 120 МВт. Гибридная электростанция обеспечит стабильную и надежную поставку электроэнергии дочерним компаниям КМГ в регионе, включая АО «Озенмунайгаз» и ТОО «КазГПЗ». Это позволит исключить риски аварийных остановок на производстве из-за частых перебоев с электроснабжением.

В целях реализации проекта АО «НК «КазМунайГаз» Министерство энергетики РК разработало Правила формирования и ведения гибридных групп для нормативно-правового закрепления взаимоотношений между участниками проекта: энергопроизводящей организацией ВИЭ, администратором гибридной группы и потребителями гибридной группы, а также с балансирующим рынком электрической энергии. Так, согласно определению, гибридная группа – группа субъектов оптового рынка электрической энергии с совокупной долей использования возобновляемых источников энергии при производстве электрической энергии не менее 25%, находящихся в одном энергоузле и включенных в перечень гибридных групп в порядке, утвержденном уполномоченным органом. Администратор гибридной группы – юридическое лицо, входящее в гибридную группу, осуществляющее приобретение (покупку) электрической энергии у энергопроизводящих организаций, которые входят в гибридную группу, с целью ее последующей реализации (продажи) потребителям внутри данной гибридной группы и (или) на балансирующем рынке электрической энергии, а также являющееся провайдером баланса для энергопроизводящих организаций и потребителей электрической энергии, входящих в гибридную группу. Потребитель гибридной группы – потребитель, являющийся субъектом оптового рынка электрической энергии и включенный в перечень гибридных групп.

² Renewables 2024. Analysis and forecast until 2030, International Energy Agency, 2024

³ <https://www.europarl.europa.eu/>

Помимо этого, в соответствии с законодательством Республики Казахстан одним из механизмов поддержки реализации проектов ВИЭ является так называемый квалифицированный потребитель.

Квалифицированные потребители (далее – КП) – лицо или группа лиц, в состав которой входят энергопроизводящие организации, использующие для производства электрической энергии ископаемое топливо, и (или) энергопроизводящие организации, владеющие на праве собственности или на ином законном основании действующими (введенными в эксплуатацию после 1 января 2018 года и не включенными уполномоченным органом в перечень энергопроизводящих организаций, использующих возобновляемые источники энергии) объектами по использованию возобновляемых источников энергии и (или) действующими (введенными в эксплуатацию после 1 января 2021 года) объектами по использованию вторичных энергетических ресурсов, вырабатываемая электрическая энергия которых в полном объеме потребляется данным лицом или группой лиц либо реализуется Единому закупщику электрической энергии на централизованных торгах.

Исторически механизм квалифицированного потребителя предполагал, что такие организации ежемесячно оплачивают в РФЦ за объем электроэнергии, пропорциональный доле отпуска собственной электроэнергии в сеть, с сокращением от объемов ВИЭ в составе данного КП, и распределяют электроэнергию конечным потребителям, учитывая затраты в отпускном тарифе через сквозную надбавку.

По этому механизму в 2022 году в рамках стратегии Топливо-энергетического комплекса ТОО «Kazakhmys Holding (Казахмыс Холдинг)» был реализован I этап строительства станции СЭС «Балхаш» мощностью 50 МВт. Группа «Казахмыс» – вертикально-интегрированный холдинг, ключевые активы которого сосредоточены в горнодобывающей отрасли и цветной металлургии. «Казахмыс» занимает 20-е место в мире по выпуску меди в концентрате (271 тысяча тонн) и 12-е место по производству черновой и катодной меди (377 и 365 тысяч тонн соответственно, с учетом давальческого сырья).

В 2020 году вклад Группы «Казахмыс» позволил Республике Казахстан расположиться на 11-м месте мирового рейтинга стран-производителей серебра (279 тонн, 51% от общего производства в стране).

В состав ТОО «Kazakhmys Energy» (Казахмыс Энерджи) входят две станции – Жезказганская ТЭЦ и Балхашская ТЭЦ, обеспечивая тем самым производственные объекты «Казахмыса» и население городов Жезказган, Сатпаев, Балхаш, другие районы теплом и электрической энергией.

СЭС «Балхаш» занимает площадь в 140 га, из них на 70 га смонтировано оборудование. Остальные 70 га подготовлены под строительство II этапа 50 МВт. В объеме I этапа для выработки мощности 50 МВт установлены 94 150 двусторонних фотоэлектрических модулей, восемь инверторно-трансформаторных станций, каждая мощностью 6250 кВт, подстанция 220/20 кВ, воздушная линия на 220 кВ протяженностью 2,5 км, произведено расширение действующей подстанции ПС 220/110/10 кВ «Конырат», принадлежащей ТОО «Kazakhmys Distribution». Солнечная электростанция 50 МВт рассчитана на выработку электроэнергии в объеме более 80 млн кВтч в год.

Однако в результате реформы рынка и ввода механизма Единого закупщика с 1 июля 2023 года механизм квалифицированно-го потребителя требует дальнейшего совершенствования в законодательном русле.

Другим проектом ВИЭ промышленного масштаба для собственных нужд предприятия, который реализуется вне аукционных торгов, является проект солнечных станций компании Solidcore Resources Plc. Так, проект предусматривает строительство двух солнечных электростанций общей установленной мощностью 39,6 МВт в Абайской и Костанайских областях в течение пяти лет. В качестве регулирующей мощности запланировано строительство одной газопоршневой маневренной станции установленной мощностью 40 МВт для покрытия нестабильной генерации солнечных станций. Общий объем инвестиций составит более 90 млн долларов.

Необходимо отметить, что сегодня имеется ряд существенных барьеров, влияющих на дальнейшее развитие рынка двусторонних корпоративных контрактов ВИЭ.

Первое, невозможность продажи электроэнергии ВИЭ розничным потребителям по двусторонним контрактам.

После введения нового механизма «Единый закупщик» энергопроизводящая организация ВИЭ (в этом примере – малая ГЭС) не может быть поставщиком электрической энергии для субъектов розничного рынка. Это должна быть энергоснабжающая организация. В этой связи станциям ВИЭ необходимо заключить двусторонние договоры на продажу электроэнергии с субъектами оптового рынка электрической энергии.



В частности, ряд малых ГЭС: Тасоткельская ГЭС-1, Тасоткельская ГЭС-2 (ТОО «Компания А&Т энерго»); Каракыстакская ГЭС (ТОО «Жамбылские ГЭС»); Меркенская ГЭС-1, Меркенская ГЭС-2 (ТОО «Гидроэнергетическая компания»); Меркенская ГЭС-3 (ТОО «Ремкоммстрой»); Успеновская ГЭС (ТОО «Кайнар-АКБ»); Антоновская ГЭС (ТОО «Каскад Каратальских ГЭС»); ТОО «Аксу ГЭС»; Саркандская ГЭС (ТОО «Фирма «Тамерлан»); три станции – «Дархан», «Рысжан», «Кошкарата» (ТОО «Келесгидрострой»); ВЭС «Кордай» (ТОО «Изен су») после введения Единого закупщика не смогли продолжить осуществлять свои обязательства по поставкам электроэнергии розничным потребителям (население, санатории, дома отдыха, крестьянские хозяйства и т. д.), расположенным в отдаленных и труднодоступных местах.

Благодаря поправкам, принятым в июне 2024 года, была закреплена норма, обязывающая ЭСО выкупать электроэнергию у малых ГЭС в приоритетном порядке. В частности, энергоснабжающие организации в приоритетном порядке выкупают электрическую энергию у гидроэлектростанций суммарной установленной мощностью не более 10 МВт, находящихся в зоне их обслуживания, введенных в эксплуатацию до 1 июля 2023 года и не имевших на 1 июля 2023 года заключенных с Единым закупщиком долгосрочных договоров купли-продажи электрической энергии согласно законодательству Республики Казахстан в области поддержки использования возобновляемых источников энергии, по предельному тарифу на электрическую энергию. При этом выкуп электрической энергии у этих гидроэлектростанций допускается на уровне установленной мощности на 1 июля 2023 года.



Второе, требования системного оператора по наличию балансирующих мощностей в рамках реализации двусторонних контрактов.

В соответствии с электросетевыми правилами (пункт 4 главы 2), схема выдачи мощности электростанции согласовывается системным оператором с соответствующей организацией (энергопередающей или энергопроизводящей), к электрическим сетям которой планируется подключение.

При этом системный оператор согласует схему выдачи мощности только при условии наличия регулировочных мощностей. Так, в случае намерения реализации проекта в рамках двусторонних договоров, без поддержки через ТОО «РФЦ», необходимым условием реализации этого проекта (учитывая дефицит регулирующей мощности в ЕЭС Казахстана, в результате чего рост доли нестабильных объектов ВИЭ создает угрозу снижения надежности работы ЕЭС Казахстана) является предоставление от заявителя проекта регулировочной мощности с подключением к АРЧМ и заключением соответствующего договора с АО «KEGOC» на оказание услуг по регулированию электрической мощности в ЕЭС Казахстана (проект соглашения прилагается). При этом в качестве регулировочной мощности должны быть представлены маневренные генерирующие мощности, в настоящее время не задействованные в балансе мощности ЕЭС Казахстана. **В качестве альтернативного варианта возможно рассмотрение оснащения СЭС накопителем энергии мощностью 50% от установленной мощности СЭС и емкостью, достаточной для выдачи установленной мощности накопителя в течение четырех часов.**

В этой связи в указанных выше примерах проектов возобновляемых источников энергии АО «НК «КазМунайГаз» и Solidcore Resources Plc было принято решение об использовании газовой генерации в качестве балансирующей мощности.

Необходимо отметить, что на текущий момент в стране нет примеров использования систем BESS, реализованных в связке с проектами ВИЭ в целях участия в регулировании дисбалансов. Причины тому – отсутствие опыта эксплуатации таких систем, высокие капитальные затраты на реализацию и операционные затраты, связанные с деградацией BESS и необходимостью поддержания мощности.

Третье, отсутствие нормативной базы для развития сегмента корпоративных РРА-контрактов.

Одним из инструментов развития рынка ВИЭ является сегмент корпоративных РРА-контрактов, когда промышленные предприятия для снижения своего углеродного следа заключают прямой контракт с генератором ВИЭ по покупке «зеленой» электроэнергии. На сегодня в рамках реализации стратегии достижения углеродной нейтральности большинство компаний промышленного сектора приняли на корпоративном уровне стратегии, направленные на декарбонизацию производственных процессов. Но из-за отсутствия регулирования сегмента корпоративных РРА-контрактов и необходимости разработки соответствующих подзаконных актов существующая норма закона ВИЭ остается неработающей, что приводит к тому, что развитие корпоративных договоров купли-продажи электроэнергии ВИЭ не происходит должным образом.

В целях недопущения такого сценария, а также достижения стратегических целей по углеродной нейтральности необходимо предусмотреть гибкий подход к развитию ВИЭ в стране путем совместной с Правительством РК и рынком ВИЭ разработки и утверждения Правил реализации корпоративных РРА-контрактов ВИЭ.

Таблица 1. Сравнение схем реализации проектов ВИЭ

	ВИЭ, имеющие РРА с ТОО «РФЦ по ВИЭ»	Двусторонние договоры ВИЭ
Правила, регулирующие развитие сегмента рынка ВИЭ	Нормы закреплены в законодательстве и НПА по ВИЭ	Отсутствуют
Освобождение от оплаты за транспортировку электроэнергии	Есть	Отсутствуют*
Приоритетная диспетчеризация	Есть	Отсутствуют
Условия законодательства по РРА	Гарантированная покупка электроэнергии в течение 20 лет	Не вправе переходить на реализацию производимой электрической энергии ТОО «РФЦ по ВИЭ»
Требования СО по наличию регулируемой мощности	Отсутствуют	Строительство регулировочной мощности или использование накопителей
Участие на БРЭ в режиме реального времени	Разработаны НПА	Условия работы отсутствуют

Источник: Ассоциация ВИЭ «Qazaq Green»



Четвертое, необходимо совершенствование механизма квалифицированного потребителя.

Компании, реализующие проекты ВИЭ посредством механизма КП, отмечают следующие проблемы.

Во-первых, после ввода Единого закупщика в законодательстве возникли понятийные разночтения. Так, в соответствии со статьей 165 Предпринимательского кодекса РК энергопроизводящие организации, использующие ВИЭ и функционирующие в рамках КП, определяются в группу лиц. Вместе с тем в соответствии со статьей 15-5 Закона РК «Об электроэнергетике» группа лиц включается уполномоченным органом в Реестр групп лиц по созданию электрической мощности. Однако, к примеру, имеют место случаи выхода из Реестра группы лиц энергопроизводящих организаций на традиционном топливе, входящих в состав квалифицированного потребителя. Таким образом, с точки зрения понятийного аппарата Закона РК «Об электроэнергетике» такие проекты перестают соответствовать критериям отнесения к квалифицированным потребителям, хотя в соответствии с Предпринимательским кодексом РК являются ими, поскольку соответствуют критериям отнесения к «группе лиц». Таким образом, исключение из Реестра группы лиц по созданию электрической мощности по Закону РК «Об электроэнергетике» не должно быть критерием исключения группы лиц из механизма квалифицированного потребителя.

Во-вторых, потребителю в механизме КП фактически приходится покупать электрическую энергию как у Единого закупщика, так и у ЭПО по ВИЭ, входящей с ней в одну группу лиц. Принимая во внимание, что в приобретаемой у Единого закупщика электрической энергии есть доля электрической энергии ВИЭ, получается, что потребитель в механизме КУП приобретает двойной объем электрической энергии ВИЭ, который на сегодня не сальдируется.

На основании вышеизложенного, считаем, что ввиду того, что в законодательных актах имеется возможность реализации электрической энергии внутри группы лиц, следует привести в полное соответствие сопутствующие законодательные акты для исключения дальнейших разночтений и формирования твердой нормативно-правовой базы для реализации проектов ВИЭ через механизм квалифицированных потребителей.

В этих целях необходимы следующие шаги:

1. Рассмотреть нормы в законодательстве, при которых потребители в составе группы лиц могли бы приобретать электрическую энергию и у Единого закупщика, и у ЭПО по ВИЭ по принципу квалифицированного потребителя и снижать объемы затрат на электроэнергию ВИЭ от Единого закупщика за счет покупки такой электроэнергии у ЭПО по ВИЭ, входящих с ним в одну группу лиц.
2. Рассмотреть введение механизма перерасчета (сальдирования) покупки электроэнергии для тех организаций, которые реализовали проекты ВИЭ по механизму квалифицированного потребителя / перераспределения долей затрат на поддержку использования возобновляемых источников энергии на потребителей в группе лиц.
3. Привести в соответствие понятия «группы лиц» (Предпринимательский кодекс РК), «Реестр группы лиц» (Закон РК «Об электроэнергетике»), «квалифицированный условный потребитель» (Правила формирования плана размещения объектов по использованию возобновляемых источников энергии) в нормативно-правовом поле.

Таким образом, развитие сектора корпоративных РРА-контрактов может не только содействовать развитию ВИЭ в стране, но и работать на повышение конкурентоспособности предприятий, снижение углеродного следа в промышленности.



QAZAQ GREEN

III Международный деловой фестиваль по возобновляемой энергетике

QAZAQ GREEN FEST 2024

ПРИНИМАЯ ВЫЗОВЫ НАСТОЯЩЕГО –
ВМЕСТЕ В УСТОЙЧИВОЕ БУДУЩЕЕ



QAZAQ GREEN

INTERNATIONAL BUSINESS FESTIVAL AND FORUM



RAHIM AITZHANOV



GOLDEN KALGATEVA



British



SUNGAT YESSIMKHANOV



РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТОВ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ

I. Участие в аукционе



1. Изучить график

Приказ Министра энергетики РК № 202 от 21 мая 2020 г. «Об утверждении графика проведения аукционных торгов на 2020 г.»



2. Зарегистрироваться на сайте АО «КОРЭМ», заключить договор и пройти обучение

- правоустанавливающие документы*
 - документы по земельному участку
 - документы по точке подключения
- * Для иностранных участников – аналогичные документы, переведенные на государственный или русский язык, заверенные нотариально



3. Внесение финансового обеспечения заявки

- для аукционов без документации 2000 тг на 1 кВт установленной мощности
- для аукционов с документацией 5000 тг
- на 1 кВт установленной мощности



4. Принятие участия в торгах

- РФЦ предоставляет финансовое обеспечение заявки в конверте
- в зале собираются наблюдатели
- за 30 минут до торгов вскрывается конверт и данные вносятся в систему
- открываются торги (прием и изменение заявок)
- закрываются торги, итоги



5. Итоги аукционных торгов

- победитель торгов
- аукционные цены
- объемы отобранной мощности

II. Постаукционные действия и реализация проекта



1. Включение в План размещения объектов ВИЭ и Перечень

Министерство энергетики РК в течение 5 рабочих дней с момента получения от организатора торгов АО «КОРЭМ» Реестра победителей включает победителей в План размещения объектов ВИЭ и Перечень энергопроизводящих организаций, использующих ВИЭ



2. Заключение договора покупки (PPA)

Победители подают заявки для заключения договора покупки с РФЦ в течение 60 календарных дней после включения в Перечень энергопроизводящих организаций, использующих ВИЭ



3. Внесение финансового обеспечения договора

Финансовое обеспечение исполнения условий договора покупки из расчета на 1 кВт установленной мощности проекта составляет 10 000 тг/кВт



4. Сроки реализации проекта (с даты подписания PPA)

- для СЭС – 24 месяца
- для ВЭС и БиоЭС – 36 месяцев
- для ГЭС – 48 месяцев



5. Оформление права на земельный участок, ПИР

- выбор земельного участка
- получение разрешения на использование земельного участка для проведения ПИР
- проектно-изыскательские работы (ПИР)
- получение права на земельный участок
- получение права на водопользование (для ГЭС)



6. Подключение к электрическим сетям

- заявка на определение ближайшей точки подключения в энергопередающую организацию (ЭПО)
- разработка схемы выдачи мощности
- получение технических условий на присоединение к сетям у электросетевой компании
- согласование схемы выдачи мощности с системным оператором (СО)
- заключение договора о подключении объектов ВИЭ с ЭПО



7. Предпроектные процедуры и проектирование

- получение исходных материалов для разработки проектов строительства
- согласование эскиза проекта с управлением архитектуры
- разработка проектной документации (ТЭО, ПСД), согласование с заказчиком
- экспертиза ПСД в проектно-институте (государственном или частном)



8. Экологические разрешения

- оценка воздействия на окружающую среду (Минэкологии РК)
- получение разрешения на эмиссии в окружающую среду (egov.kz)



9. Получение инвестиционных преференций в рамках Предпринимательского кодекса РК



10. Государственная регистрация права на построенный объект ВИЭ

- внесение в информационную систему правового кадастра идентификационных и технических сведений на вновь созданное недвижимое имущество (egov.kz)

III. Сдача в эксплуатацию*

* На примере СЭС



1. Генподрядчик уведомляет заказчика о готовности объекта

2. Генподрядчик уведомляет заказчика о готовности объекта

- у Генподрядчика – декларацию о соответствии
- у авторского надзора – о соответствии работ проекту
- у технического надзора – о качестве СМР



3. Ввод в эксплуатацию подстанции

Подключение подстанции к сетям:

- ввод АСКУЭ в промышленную эксплуатацию с внесением в Реестр АСКУЭ СО
- подписание договоров на системные услуги с СО и РЭК
- выполнение технических условий на присоединение к сетям
- уведомление РФЦ о проведении комплексных испытаний в установленные сроки
- успешное проведение и завершение комплексных испытаний
- подключение подстанции к сетям
- строительно-монтажные работы

Ввод в эксплуатацию подстанции:

- подписание акта ввода в эксплуатацию (АВЭ) заказчиком, генподрядчиком, авторским и техническим надзором
- регистрация АВЭ в органах юстиции
- регистрация прав на недвижимое имущество
- изготовление технического паспорта объекта
- направление документов в РФЦ в установленные сроки



4. Ввод в эксплуатацию солнечного парка

- подписание акта ввода в эксплуатацию (АВЭ) заказчиком, генподрядчиком, авторским и техническим надзором
- регистрация АВЭ в органах юстиции
- регистрация прав на недвижимое имущество
- изготовление технического паспорта объекта
- направление документов в РФЦ в уст. сроки



РЕКЛАМНЫЕ ЛОКАЦИИ

ПРЕМИУМ КЛАССА

Рекламный оператор ключевых объектов
Республики Казахстан с самым высоким
пассажиропотоком и эффективной
целевой аудиторией





АО «Международный аэропорт
Нурсултан Назарбаев»



АО «Международный аэропорт Алматы»



АО «Международный аэропорт Шымкент»



АО «Международный аэропорт Туркестан»



АО «Международный аэропорт Актау»



АО «Международный аэропорт Актобе»



АО «Международный аэропорт Кокшетау»



ЖД вокзал/
Нурлы жол/Нур-Султан 1
Алматы 1/Алматы 2



АО «Международный аэропорт Атырау»



+7 776 444 6444
@info.myd.kz
myd.kz
г. Астана
ул.Жекебатыр, 31



ЕДИНАЯ ПЛОЩАДКА ДЛЯ КАЗАХСТАНСКИХ И МЕЖДУНАРОДНЫХ ИГРОКОВ В ОТРАСЛИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ



НУРЛАН НУРГАЛИЕВИЧ КАПЕНОВ
Председатель Совета Директоров



ИСЛАМБЕК ТУЛЕУБАЕВИЧ САЛЖАНОВ
Председатель Попечительского совета



АЙНУР САПАРБЕКОВНА СОСПАНОВА
Председатель Правления —
Член Совета Директоров



ТЬЕРРИ ПЛЕЗАН
Член Совета Директоров



БАГДАТ ЕРКЕБУЛАНОВИЧ ОРАЛ
Член Совета Директоров



ФЕДЕРИКО ПУЛЬЗЕ
Член Совета Директоров



ОРАЗ АЛИЕВИЧ ЖАНДОСОВ
Член Совета Директоров



АНАТОЛИЙ ВАЛЕРЬЕВИЧ ШКАРУПА
Член Совета Директоров



ВАЛЕРИЙ ГЕННАДЬЕВИЧ ТЮГАЙ
Член Совета Директоров

АССОЦИАЦИЯ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ РЕСУРС

Ассоциация — это ресурс, который позволит членам Ассоциации незамедлительно получать информацию об изменениях в законодательстве и подзаконных актах.

Ассоциация — это ресурс, который создает общественное мнение, а также способствует популяризации ВИЭ. Позволит сформировать положительный резонанс вокруг того или иного события в деятельности как члена Ассоциации, так и самой Ассоциации.



АРСЕНИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ КАТЕРУША
Независимый директор



АРТЕМ ВАДИМОВИЧ СЛЕСАРЕНКО
Независимый директор



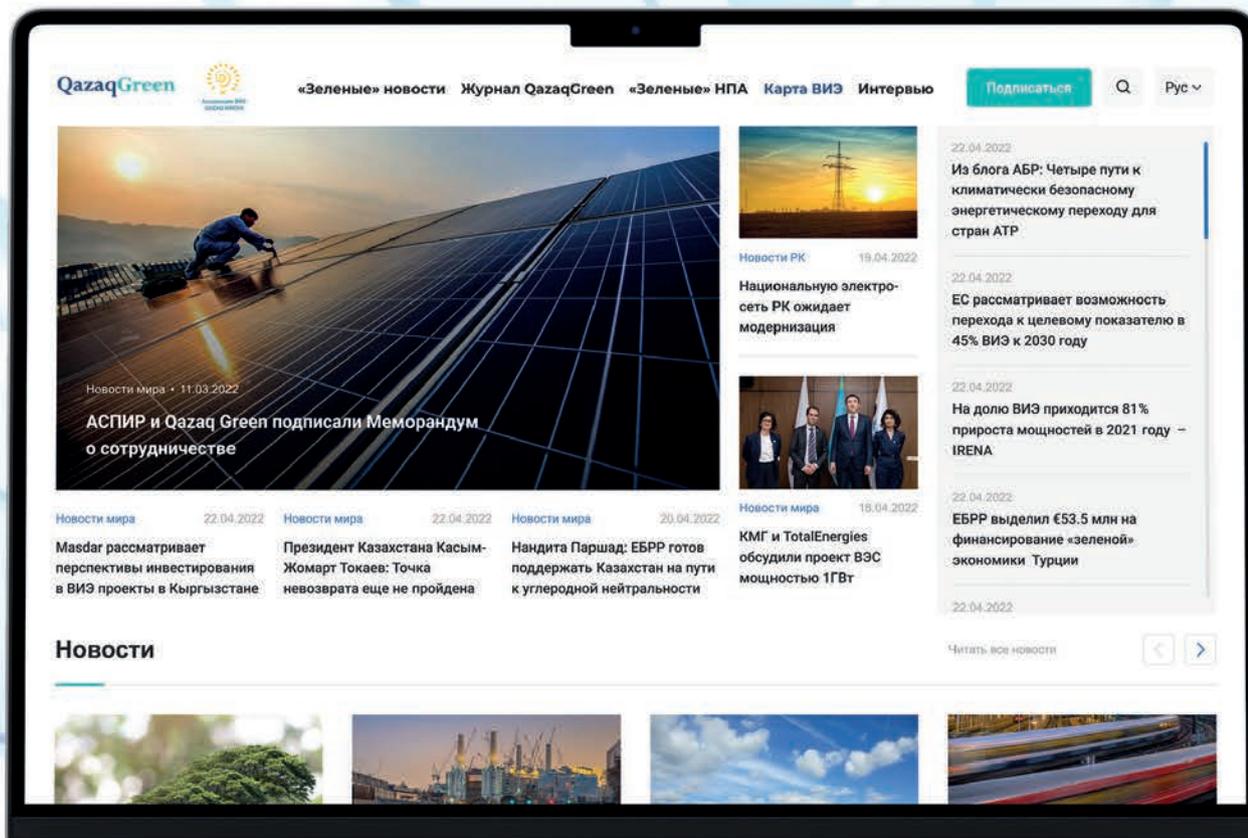
АИДА МАКСУТ
Член Совета Директоров



ТИМУР МУХТАРОВИЧ ШАЛАБАЕВ
Исполнительный директор



ЖАНАР ТҮСІПБЕКҚЫЗЫ ҚУАНЫШБЕК
Менеджер

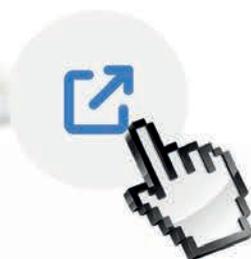


QazaqGreen запустила информационный портал по «зеленой» экономике Казахстана



www.qazaqgreen.com

На портале будут представлены самые актуальные новости мира, Центральной Азии и Казахстана, а также все материалы журнала QazaqGreen.



Фонд имени Конрада Аденауэра является политическим фондом Федеративной Республики Германия.

Своими программами и проектами Фонд активно и действенно способствует международному сотрудничеству и взаимопониманию.

В Казахстане Представительство Фонда начало свою работу в 2007 году по приглашению Правительства Республики Казахстан. Фонд работает в партнерстве с государственными органами, Парламентом РК, организациями гражданского общества, университетами, политическими партиями, предприятиями.

Основной целью деятельности Фонда в Республике Казахстан является укрепление взаимопонимания и партнерства между Федеративной Республикой Германия и Республикой Казахстан путем сотрудничества в области политического, образовательного, социального, культурного и экономического развития, способствуя тем самым дальнейшему развитию и процветанию Казахстана.

Приоритетными направлениями деятельности Фонда имени Конрада Аденауэра в Казахстане являются:

- Консультирование по вопросам политики и работы партий
- Межпарламентский диалог
- Энергетика и климат
- Местное самоуправление
- Политическое образование
- СМИ (Медиа)
- Местная стипендиальная программа Sur-Place



Адрес:

Представительство Фонда имени Конрада Аденауэра в Казахстане
пр. Кабанбай батыра, 6/3 – 82
010001 г. Астана
Казахстан



Контакты:

Info.Kasachstan@kas.de
+7 (7172) 92–50–13
+7 (7172) 92–50–31

<https://www.kas.de/ru/web/kasachstan/>



Все статьи журнала QazaqGreen читайте на портале www.qazaqgreen.com

