

# Накопители энергии: технологии и тренды

Сегодня на круглом столе мы говорим о накопителях энергии. Тема сейчас актуальна как никогда, и мы решили посмотреть, а что же происходит в этом направлении и на что имеет смысл обратить внимание. Эти вопросы мы традиционно задали нашим экспертам.

На наши вопросы отвечали:

**Александр Беспалов**, руководитель отдела по управлению продукцией компании ENERCON

**Глеб Дубинин**, директор по продукту СНЭЭ компании БалтЭнергоМаш

**Андрей Мальшев**, директор департамента Горнорудной промышленности ОАО «ВНИИР» (ГК «АБС Электро»)

**Рамиль Мингазов**, главный инженер компании НЭТЕР

**Владимир Ребров**, эксперт по СНЭ и Mirogrid компании ООО «Лаборатория преобразовательной техники»

**Елена Гусева**, директор компании «Тандем-С»



**Александр Беспалов**, руководитель отдела по управлению продукцией компании ENERCON



**Глеб Дубинин**, директор по продукту СНЭЭ компании БалтЭнергоМаш



**Андрей Мальшев**, директор департамента Горнорудной промышленности ОАО «ВНИИР» (ГК «АБС Электро»)



**Рамиль Мингазов**, главный инженер компании НЭТЕР



**Владимир Ребров**, эксперт по СНЭ и Mirogrid компании ООО «Лаборатория преобразовательной техники»



**Елена Гусева**, директор компании «Тандем-С»

## – Что сегодня происходит на рынке накопителей энергии?

**Александр Беспалов:** Глобальный рынок на этапе агрессивного роста в связи с развитием альтернативной генерации. Стационарные электрохимические накопители на базе литиевой технологии очень хорошо подходят для решения проблем, возникающих при внедрении источников альтернативной генерации, – в связи с малой инерционностью этих источников при падении или набросе нагрузки возникают крайне нежелательные изменения частоты в сети, которые компенсируются мощными накопителями. Для районов с недостатком электроэнергетики используются установки альтернативной генерации – и здесь обязательно необходимы накопители, чтобы сохранять полученную электроэнергию и использовать ее в момент пиков потребления.

Российский рынок на данный момент также интересен для развития накопителей и альтернативной генерации – многие районы испытывают недостаток или перебои с электроэнер-

гией, при этом находятся в районах с высокой инсоляцией и могут использовать энергию солнца.

**Глеб Дубинин:** Российский рынок аккумуляторных накопителей замер, ждет своего стимула, которым может послужить снижение стоимости доставки литиевых, да и вообще аккумуляторов из Китая в РФ. Потребность существует и в сфере ВИЭ, и в сфере традиционной энергетики.

**Андрей Мальшев:** В настоящее время применение накопителей энергии экономически эффективно только в регионах, энергетическое обеспечение которых идет с периодическим отключением электроэнергии, а также там, где происходят резкие скачки и просадки питающей сети.

**Владимир Ребров:** Предлагаем ограничиться информацией по конкретным видам стационарных накопителей энергии из большого числа технологий в этом направлении: механические, химические, электрические и другие технологии накопления энергии. Не обсуждая достаточно давно реализуемый механический вид накопителя в виде

гидроаккумулирующих станций (в России таких более 1,36 ГВт установленной мощности), перейдем к теме электрохимических и электрических накопителей. Наиболее часто реализуемые в последние семь лет стационарные накопители энергии – это накопители на основе электрохимической технологии в виде литий-ионных аккумуляторных батарей. Технология получила активную поддержку и развитие и позволяет обеспечить накопление энергии от 30 до нескольких часов.

Также к накопителям энергии правильно отнести все аккумуляторные батареи в составе современного электротранспорта (автомобили, электробусы и т.д.). Тем более что развиваемая концепция Vehicle-to-Grid обеспечивает возможность использования автомобилей временно в качестве стационарных накопителей для энергосистемы на время их стоянки и подключения к энергосистеме. Но мы не касаемся далее рынка электромобилей в части применения в них накопителей.

На мировом рынке современные стационарные накопители на базе ли-

тий-ионных АКБ массово внедряются в энергосистему (в централизованную электрическую сеть) на трех условных уровнях: ближе к источникам генерации, в распределительной электросети и ближе к потребителям (включая малых частных потребителей). Рынок развивается за счет стимуляции тарифами и другими финансовыми инструментами. В России стационарные накопители развиваются в изолированных энергосистемах, в частности при реализации гибридных дизельных электростанций с применением ВИЭ для изолированных поселений и энергоизолированных промышленных объектов (горнорудная сфера, нефтегаз и др.). По нашей оценке, в изолированные энергосистемы пока поставлены накопители с установленной мощностью 7–10 МВт и с энергоемкостью порядка 10–15 МВт\*ч. Объем рынка изолированных энергосистем в России внушительный, но высока и сложность реализации проектов в изолированных арктических регионах. Автономный режим СНЭ также требует значительно большего объема интеграции и работ, чем установка СНЭ в централизованной энергосистеме. В итоге себестоимость СНЭ для изолированных энергосистем в России выше, чем для централизованных. В централизованной энергосистеме в России, как нам кажется, реализовано несколько мелких проектов с общей энергоемкостью не более 1 МВт\*ч, и нам известен один крупный проект с энергоемкостью 8 МВт\*ч.

**Елена Гусева:** Вчерашний рынок накопителей энергии и сегодняшний (скажем так, постфевральский) – это два совершенно разных рынка.

Всё, что мы развивали почти 20 лет (а развивались мы в партнерстве, главным образом, с европейскими производителями систем ИБП), в одночасье перестало отвечать требованиям жизненных реалий.

Немногим ранее, в 2020-м, в связи с пандемией большинство предприятий – производителей аккумуляторов приостановили или сильно ограничили выпуск продукции. И удовлетворить спрос не удалось до сих пор...

– **Какие тренды вы могли бы отметить?**

**Александр Беспалов:** Одним из трендов является применение накопителей вне проектов с генерацией электроэнергии, например, для компенсации пиков потребления электроэнергии и сглаживания графика нагрузок. Как известно, это может быть большой проблемой для электросети, когда, например, при расширении производства или жилого поселка подведенной мощности недостаточно, потому что при пиковом

потреблении (когда все подключили свои электроприборы) электроэнергии не хватает. В этом случае приходится переоборудовать сеть и питающую подстанцию, что связано со значительными издержками, при этом она будет недогружена и работать с пониженной эффективностью, так как основное время потребление электроэнергии значительно ниже пиковой мощности. Для этих целей становится рентабельным применение накопителей для средних и крупных коммерческих и муниципальных объектов – офисов, производств, жилых поселков и т.п.

**Глеб Дубинин:** На данный момент существует устойчивый тренд дополнения аккумуляторными накопителями любых потребителей энергии, будь то потребители в изолированных поселениях или промышленные потребители, подключенные к общей сети.

**Андрей Мальшев:** К сожалению, в настоящее время прослеживаются периодические отказы от применения таких решений в промышленных масштабах. В основном это связано со стоимостью оборудования и строительных работ. В условиях равной конкуренции с существующей инфраструктурой энергетики равновесные цены не позволяют достичь окупаемости капиталоемких проектов накопителей в разумные сроки. Только развитие собственных производств аккумуляторов и рост объемов промышленного производства помогут сделать применение накопителей энергии более экономически обоснованным.

**Владимир Ребров:** Стационарные накопители энергии в энергосистеме являются неотъемлемой частью на пути развития концепции SmartGrid, Microgrid и распределенной энергетики в целом. Но сама концепция гибкости в энергетике и развития распределенной энергетики, в быстро меняющихся экономических условиях с доступностью энергии в любой точке, толкает рынок накопителей к развитию именно легко перевозимых и быстро монтируемых накопителей, а это никак не ГАЭС. Сегодня это системы на базе литий-ионных АКБ.

Россия имеет возможность отработать концепцию Microgrid на базе изолированных энергообъектов. Наша компания в этом преуспевает и предлагает уже отработанные в изолированных энергообъектах технологии для применения в направлении развития Microgrid и распределенной энергетики. Это конкурентоспособный, даже в рамках мирового масштаба, опыт. Он сочетает в себе: 1) опыт реализации систем управления накопителя для сложных режимов изолированной энергосистемы (а это важно для Microgrid); 2) опыт доставки и монтажа в труднодоступных

регионах в отсутствие строительной и дорожной инфраструктуры и средств крупной механизации; 3) опыт реализации и эксплуатации в экстремальных климатических условиях (Арктика). России и нашей компании в частности есть и будет что предложить мировому рынку в части своего опыта в области Microgrid.

**Елена Гусева:** От факта не уйти: 20 лет не прошли даром – и потребителей аккумуляторов стало столько, что игнорировать их нужды (переменные и постоянные) невозможно. Тот же электро-транспорт: кому будет хорошо, если пол-Москвы встанет? Или портативная электроника: за 10 лет рынок вырастает примерно в два раза. Соответственно, в той же пропорции растет спрос на аккумуляторы.

Или совсем бытовой пример – водосчетчики в жилых домах. 99% востребованных моделей нуждаются в накопителях энергии с определенными параметрами. В этой отрасли лидировали корейские производители. Пришлось спешно искать аналоги. А это не просто. И долго. И дороже, чем было. И параметры зачастую не совпадают, что влияет на точность показаний. Последствия и в ту, и в другую сторону подумайте сами...

– **Где сегодня применяются накопители энергии и в каких отраслях еще они могли бы быть использованы?**

**Александр Беспалов:** Основная задача, которую выполняют накопители – это балансировка потребления электроэнергии. В случае распределительных электросетей мощные накопители выполняют функцию корректировки частоты сети и компенсацию пиков роста/спада потребления электроэнергии, в коммерческих объектах и частных домохозяйствах выполняют функции выравнивания графика потребления электроэнергии, а также накопления электроэнергии и использования её по запросу.

Стоит также определить что имеется в виду под термином «накопители» – в текущее время широкое распространение в мире получили стационарные электрохимические накопители на базе литий-ионной технологии аккумуляторных батарей. Основные применения этих продуктов, которые уже доказывают свою экономическую эффективность, это накопители для солнечной/ветряной энергетики – как для сетевых электростанций, так и для генерации частными домохозяйствами, накопители для зарядной инфраструктуры электромобилей, промышленно-сти и, конечно, накопители для центров обработки данных.

**Глеб Дубинин:** В данный момент аккумуляторные накопители в виде промышленных накопителей используются в гибридных дизель-солнечных и чисто солнечных электростанциях изолированных поселений, в виде настенных «powerwall-ов» в домохозяйствах. В тестовых режимах используется в качестве буферного, «сглаживающего» накопителя в составе небольшой СЭС (нижней и верхней Бурзянской СЭС, Кош-Агачская СЭС), зарядок для электромобилей, накопителей «последней мили» для тушковых сетях локальных энергосбытов, буровых установок, локальных сетей агрегаторов спроса, в качестве источника собственных нужд газотурбинных электростанций.

Кроме того, аккумуляторные накопители электроэнергии должны использоваться в качестве буферных накопителей для стационарных и мобильных водородных источников энергии.

**Андрей Мальшев:**

1. Солнечная генерация. Накопители позволяют в часы пиковой солнечной активности максимально оперативно зарядить свой объем аккумуляторов, что позволит поддержать необходимое напряжение на протяжении ночного периода, а также во время пониженной солнечной активности. Также накопители возможно использовать при обеспечении всех систем собственных нужд.
2. Ветрогенерация. Накопители можно использовать в пиковую активность ветрогенератора, с отдачей энергии «в штить».
3. Зарядная электрическая инфраструктура для электрических автомобилей. Так как мощностей на заправках не хватает для полноценной ультрабыстрой зарядки электроавтомобилей, накопители позволяют быстро отдавать накопленный заряд в максимально короткие сроки, не сильно перегружая имеющуюся сеть.
4. Химическая промышленность с постоянным производственным процессом. Накопитель может использоваться как мощный сетевой фильтр, который сглаживает скачки напряжения, а также является резервным источником питания в процессе перехода на ДГУ.
5. Для сетевого использования питания регионов. Обеспечение электроэнергией регионов, в которых существуют серьезные просадки электроснабжения из-за старых сетей. Зарядка такого накопителя происходит по ночному (дешевому) тарифу, а отдача электроэнергии – по дневному (дорогому) тарифу.

**Рамиль Мингазов:** Сфера применения накопителей энергии крайне широка – от простейших бытовых приборов до промышленных предприятий и круп-

ных электрогенерирующих станций из возобновляемых источников энергии.

Химические источники тока (накопители энергии) активно начали использоваться в автомобильном транспорте и легких беспилотниках, небольших речных и морских судах. В транспортной сфере на очереди малая и большая авиация, железнодорожный транспорт, использование в крупных речных и морских судах.

**Владимир Ребров:** В общем случае накопители применяются в энергосистеме. Вопрос в том, на каком участке энергосистемы их лучше применять. Далее следует разделять: централизованную энергосистему (электрическую сеть) и изолированную энергосистему (автономную на базе собственной генерации). В мировой централизованной энергосистеме накопители используются в основном на участках электрораспределения – в сетях. Но также активно применяются на концах линий электропередачи – непосредственно с установкой у потребителей электроэнергии, вплоть до частных домохозяйств. Всё это с учетом высокого быстроедействия СНЭ на базе инверторов и литий-ионных АКБ дает возможность регулировать перераспределение энергии в энергосистеме как пространственно, так и во времени. Основная цель – гибкое регулирование (концепт «Интернета энергии»). Поэтому вопрос «где» и «в каких еще» не так важен.

**– В чем целесообразность создания энергоустановок на базе интегриции электрических накопителей с первичными источниками энергии?**

**Глеб Дубинин:** Доукомплектование существующих энергоустановок накопителями энергии позволит компенсировать пики потребления, резервировать питание потребителей, повышая надежность электроснабжения. Позволит подключать к существующим подстанциям новых потребителей, те же новые жилые кварталы без замены понижающих трансформаторов или/и сетей.

**Андрей Мальшев:** Это будет эффективно, когда данные системы будут использоваться в качестве систем питания с большими сетевыми фильтрами двойного назначения (выравнивание питающей сети и источника бесперебойного питания большого объема с максимально быстрым откликом).

**Рамиль Мингазов:** Данные энергоустановки помогают решать такие задачи, как обеспечение бесперебойной работы, в случае аварии или нестабильной подачи электроэнергии. Также эти установки способны сглаживать пиковые нагрузки на сеть.

**Владимир Ребров:** Интеграция современных инверторных накопителей

энергии на базе литий-ионных АКБ (а в перспективе и других систем хранения, но обязательно с применением современных силовых преобразователей тока: инверторов, DC/DC- преобразователей) совместно с первичными источниками энергии, такими как топливные генераторные установки, установки на базе ВИЭ, установки на базе вторичных источников энергии (тепло, пар и т.п.) позволяет повысить эффективность этих первичных источников энергии. Если мы правильно воспринимаем понятие «первичные источники энергии». Элементарный пример – гибридный электромобиль, где совместно работают накопитель и двигатель внутреннего сгорания: всем известен факт экономии топлива в такой схеме и повышения межсервисных интервалов.

**– Какие интересные технические решения заслуживают внимания?**

**Глеб Дубинин:** Заслуживают внимания промышленные установки с аккумуляторными стойками напряжением до 1500 В с жидкостным охлаждением, с отдельными DC-DC преобразователями на каждую стойку. Это позволяет добиться повышения удельной плотности энергии и более экономичного расходования ресурса ячеек. По-прежнему заслуживают внимания варианты готовых решений в стиле powerwall, включая гибридный инвертор и стыкуемые аккумуляторные блоки.

**Андрей Мальшев:** Комплексный накопитель в блочно-модульном здании транспортного габарита до 8,2 МВА.

**Владимир Ребров:** По моему мнению, внимания заслуживают технические решения, максимально обкатанные в условиях максимальной изолированности энергосистемы, что дает возможность легко применять эти решения в любых других проектах по принципу Plug&Play. Это объясняется тем, что решения в изолированных энергосистемах, реализованные в труднодоступных регионах, отработаны так, чтобы иметь максимальную автоматизацию, высокую надежность, адаптивность алгоритмов автоматического управления, низкий человеческий фактор и даже элементы искусственного интеллекта (или самообучения).

**– Как обстоят дела с импортозамещением в этой сфере?**

**Александр Беспалов:** Российские компании только начинают этот путь, так как он связан с зарождением массового рынка в России. На данный момент есть серьезные игроки – производители, поставляющие большие накопители для электросетей, а также небольшие и среднего размера произво-

дители, выходящие на рынок с изделиями российской сборки. На данный момент большая часть вторичных химических источников тока, используемых в накопителях – свинцово-кислотные аккумуляторные батареи, литий-ионные ячейки различных технологий – производятся вне территории России, и лидером по производству является Китай. Но последнее время российские компании начинают анонсировать проекты по открытию производств данных изделий, что является позитивным трендом.

**Глеб Дубинин:** Пока это не более чем заявления. Некоторые надежды связаны с заявлением Росатома открыть завод литий-ионных аккумуляторов в Калининграде в течение пары лет

**Андрей Малышев:** Все технические решения в настоящее время – китайского производства. ОАО «ВНИИР» нацелен на разработку и запуск производства накопителей энергии с максимальным сотрудничеством с зарубежными партнерами, в тех проектах, которые позволяют использовать все их положительные стороны.

**Владимир Ребров:** Как в целом и в остальных сферах. Основные составляющие: инверторная техника (силовая преобразовательная техника), аккумуляторная система и система управления.

Инверторная техника – в основном крупноузловая сборка, если необходимо обеспечить конкурентоспособную стоимость. Полный цикл производства имеется в России, но требует существенного объема потребности на рынке (с требованием обязательной полной локализации), чтобы обеспечить конкурентоспособную по сравнению с азиатскими производителями цену. Срок выхода на конкурентоспособную цену в полном цикле производства в России после объявления такой потребности на рынке – не менее двух лет, т.к. потребуются кооперация производителей составных частей.

Аккумуляторная система – сегодня литий-ионная технология в АКБ в основном сконцентрирована в Азии. Российские производители в основном реализуют продукцию для специальных проектов (ВПК и др.). Коммерческая локализация видится через приобретение технологии за границей с последующим перемещением производства в РФ и повышением доли местных материалов в составе продукта.

Система управления – это часть системы, которая имеет самый высокий уровень локализации, т.к. ПО в РФ полностью возможно реализовывать локально, как и поступает наша компания. Аппаратная часть системы управления (микрощеппорные решения и ИТ-оборудование) в основном им-

портируется, но существует локальное производство аппаратной части на базе импортных процессоров.

– *Какие проблемы есть на рынке накопителей энергии и как, на ваш взгляд, можно их решить?*

**Александр Беспалов:** Есть несколько драйверов рынка накопителей – развитие альтернативной энергетики (в том числе бытовой и коммерческой) и связанное с этим субсидирование применения установок альтернативной генерации, высокая стоимость электроэнергии, в том числе введение дополнительной платы за потребление в периоды пиковой мощности (что связано с ограниченной мощностью электросетей при увеличении энергопотребления и дороговизне увеличения подведенной мощности), а также сравнительно дорогие альтернативы производства электроэнергии, если недоступно питание от сети (бензиновая или дизельная генераторная установка, здесь – высокая стоимость топлива). В России перечисленные драйверы мирового рынка имеют среднюю актуальность, при этом очень актуальны нишевые применения накопителей. В целом, зона развития для нашего рынка – это стимулирование рынка и корректное регулирование со стороны государства взаимоотношений между субъектом альтернативной генерации и сбытовой компанией, а также субсидирование применения альтернативной генерации.

Для российского рынка также является проблемой сервис и доступность качественных накопителей локального производства. Эту проблему активно решает компания ENRGON, благодаря собственному локальному производству накопителей для различных сфер применения.

**Глеб Дубинин:** Проблемы существуют. В основном, они связаны с сложностью доставки литий-ионных аккумуляторов из Китая, необходимостью в большинстве случаев оформлять логистику через компании, находящиеся в юрисдикции третьих стран.

**Андрей Малышев:** Основная проблема – это стоимость решений в данном сегменте рынка.

Только разрабатывая собственные месторождения лития и организовывая масштабные производства промышленных аккумуляторов, можно снизить стоимость накопителей энергии.

**Владимир Ребров:** Пока в России нет особого выделенного рынка накопителей – проблемы описать сложно.

**Елена Гусева:** Отдельно хочется сказать о тех, кто организовал для себя энергетическую автономию путем перехода на ВЭИ. Без накопителей и сол-

нечные, и ветряные системы теряют в эффективности на 50–80% (в зависимости от количества солнечных дней в регионе). Понятно, что у современных литий-ионных аккумуляторов жизненный цикл приближается к 30 годам, но их же надо обслуживать! А потом еще и утилизировать.

Это важно и для жилых, и для промышленных объектов. Особенно сейчас, когда централизованные системы энергоснабжения в любой момент могут выйти из строя по объективным всем известным причинам.

Очевидно, что рынок накопителей энергии будет расти в связи со спросом как минимум на уже имеющиеся линейки устройств, которые без аккумуляторов не живут. А на них завязаны тысячи важных процессов...

Вся надежда на российских производителей.))) Чем скорее расширится во всех смыслах – тем скорее будет всем счастье: и нам, профессионалам, и нашим уважаемым пользователям.

– *Как дальше будет развиваться это направление, с вашей точки зрения?*

**Александр Беспалов:** Нет сомнений, что в будущем стационарные накопители будут занимать существенную долю на рынке генерации и распределения электроэнергии, на данный момент самыми перспективными выглядят накопители электроэнергии на базе литиевых батарей, но, с учетом текущих тенденций, долгосрочно предсказать развитие рынка сложно. Очевидно, что с развитием электромобилей, сети электрозаправок и альтернативной энергетики – накопители электроэнергии будут обыденным явлением, но какие технологии будут использоваться и какой формат реализации будет – покажет время.

**Глеб Дубинин:** Возможны тестовые закупки накопителей емкостью 0.5–1 МВт\*ч рядом крупных компаний и накопителей небольшой емкости 0.1–0.3 МВт\*ч для сетевых электростанций.

**Андрей Малышев:** В свете санкций и высокого давления на РФ и Китай, данные решения будут применяться в проектах, экономическое внедрение которых должно окупить себя в ближайшей перспективе. Со временем, когда будет глобальный переход на электроавтомобилестроение, эти решения станут максимально востребованы.

**Владимир Ребров:** Зависит от регулирующих и стимулирующих факторов. При развитии распределенной энергетики, концепции MicroGrid и активных энергетических комплексов (АЭК) будет и развитие СНЭ.