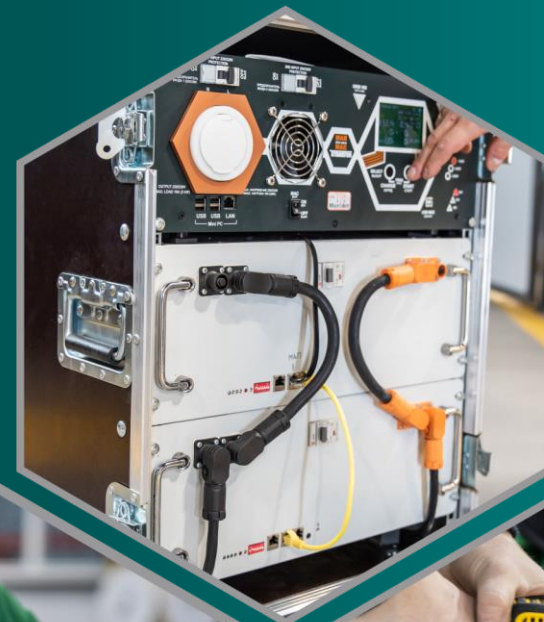




Advanced Energy

Безопасность и перспективы развития
литий-ионных решений в ЦОД





О компании

- **2021 год - основание компании ООО «ЭдванстЭнерджи»** на производственных мощностях одного из крупнейших российских предприятий ПАО «Энергия» с использованием передовых технологий ведущих российских партнёров
- ООО «Эдванст Энерджи» -инжиниринговая, полностью локализованная компания, разработчик и изготовитель литий-ионных аккумуляторных батарей для складской, клининговой и другой техники на электротяге, систем накопления электроэнергии и бесперебойного питания.





Advanced Energy и ПАО «Энергия»



Advanced Energy

- БОЛЕЕ 800 УНИКАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ
- БОЛЕЕ 500 МЛН.РУБ. ИНВЕСТИЦИЙ В ПРОИЗВОДСТВО
- БОЛЕЕ 150 МВт Ч/ГОД - ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛИНИЯ LiFePO₄
- БОЛЕЕ 15 МВт Ч/ГОД - ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ЛИНИЯ 18650
- СЕРВИСНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ НА ВЕСЬ ГАРАНТИЙНЫЙ И ПОСТГАРАНТИЙНЫЙ ПЕРИОД С ВОЗМОЖНОСТЬЮ РАСШИРЕННОЙ ГАРАНТИИ
- ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ, НАЧИНАЯ ОТ КОНСУЛЬТИРОВАНИЯ, ОБУЧЕНИЯ И ДИАГНОСТИКИ ДО КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА И МОДЕРНИЗАЦИИ АКБ



ПАО «Энергия»

- 36 ГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПЛОЩАДЕЙ, 11 ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УЧАСТКОВ
- БОЛЕЕ 80 ЛЕТ СТАБИЛЬНОЙ РАБОТЫ
- КРУПНЕЙШЕЕ В РОССИИ ПРЕДПРИЯТИЕ ПОЛНОГО ЦИКЛА ПО РАЗРАБОТКЕ И ПРОИЗВОДСТВУ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА
- СОБСТВЕННАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА
- БОЛЕЕ 20 ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМ. БОЛЕЕ 600 ОСНОВНЫХ ЕДИНИЦ ПРОДУКЦИИ. ИЗ НИХ БОЛЕЕ 30 ТИПОРАЗМЕРОВ ЛИТИЙ-ИОННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ И БАТАРЕЙ
- МНОГОУРОВНЕВЫЙ КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА



Локализованное производство батарей



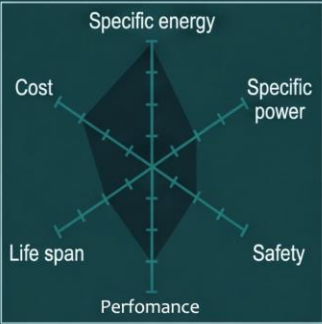


Типы Li-Ion батарей

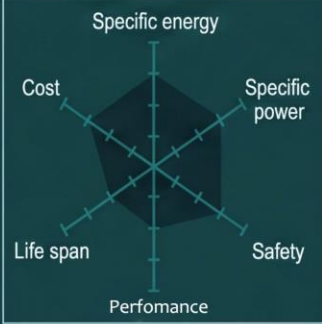


Тип	Удельная энергоемкость	Удельная мощность	Безопасность	Производительность	Срок службы	Стоимость
LCO	Наивысшая	Средняя	Средняя	Высокая	Средняя	Средняя
LMO	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя	Средняя	Средняя
NMC	Наивысшая	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Средняя
LFP	Средняя	Наивысшая	Наивысшая	Высокая	Наивысшая	Средняя
NCA	Наивысшая	Высокая	Средняя	Высокая	Высокая	Высокая
LTO	Средняя	Высокая	Наивысшая	Наивысшая	Наивысшая	Наивысшая

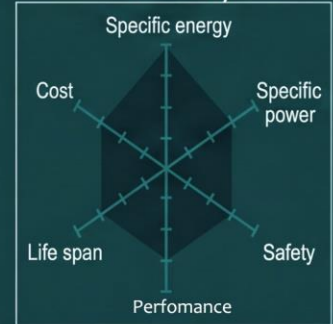
LCO (LiCoO2 литий-кобальт)



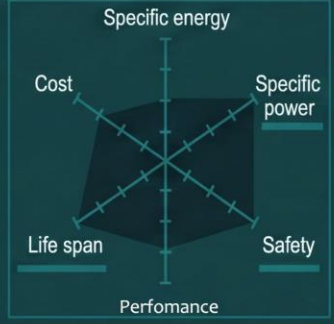
LMO (LiMn2O4 литий-марганец)



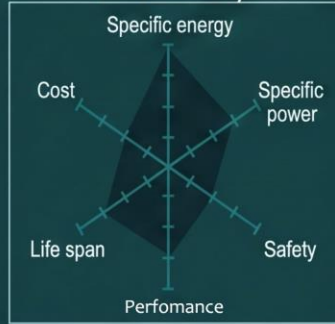
NMC (LiNiMnCoO2 литий-никель-марганец-кобальт)



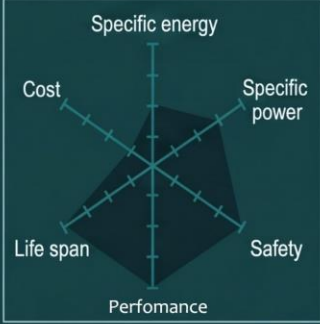
LFP (LiFePO4 литий-железо-фосфатный)



NCA (LiNiCoAlO2 литий-никель-кобальт-алюминий)



LTO (Li4Ti5O12 литий-титанат)





Безопасность Li-Ion

- Совершенствование хим. состава, материалов, процессов разработки, производства и тестирования
- Пассивный слой внутри ячейки останавливает хим. реакцию при критическом нагреве
- Встроенная аппаратная защита от перезаряда – когда напряжение превышает критическое значение, контактор размыкает цепь и процесс зарядки останавливается

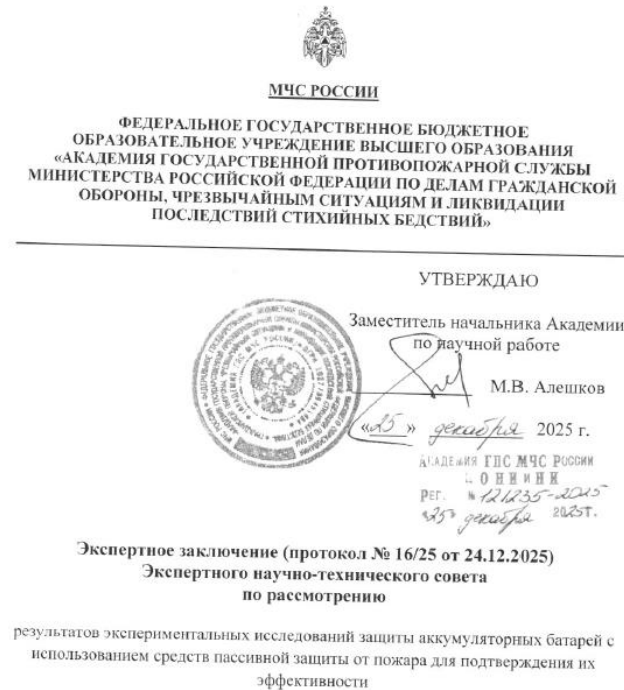
При разложении LFP не выделяется O_2 , что значительно снижает вероятность взрыва

Тип	Нормальная зарядка	Перезаряд/тепловой разгон
LFP	$LiFePO_4 \xrightarrow{\text{Зарядка}} FePO_4$	$\xrightarrow{480^\circ C} FePO_4$
LMO	$LiMn_2O_4 \xrightarrow{\text{Зарядка}} Li_xMn_2O_4$	$\xrightarrow{180^\circ C} Mn_2O_3 + O_2 \uparrow$
LCO	$LiCoO_2 \xrightarrow{\text{Зарядка}} Li_{0,5}CoO_2$	$\xrightarrow{150^\circ C} LiCrO_2 + Co_3O_4 + O_2 \uparrow$
NCM	$LiCo_{1/3}Ni_{1/3}Mn_{1/3}O_2 \xrightarrow{\text{Зарядка}} CoO_2 + NiO_2$	$\xrightarrow{180^\circ C} NiO_x + Mn_3O_4 + O_2 \uparrow$



Заключение МЧС

- Не представляют взрывопожароопасности
- Не выделяют горючих газов
- В случае преднамеренного перезаряда батареи в течение 7 часов температурного разгона не происходит, только выделение негорючего газа
- Применение пластин огнетушащего вещества не оказывает существенного влияния на реакцию выделения газов из ячеек



Москва 2025



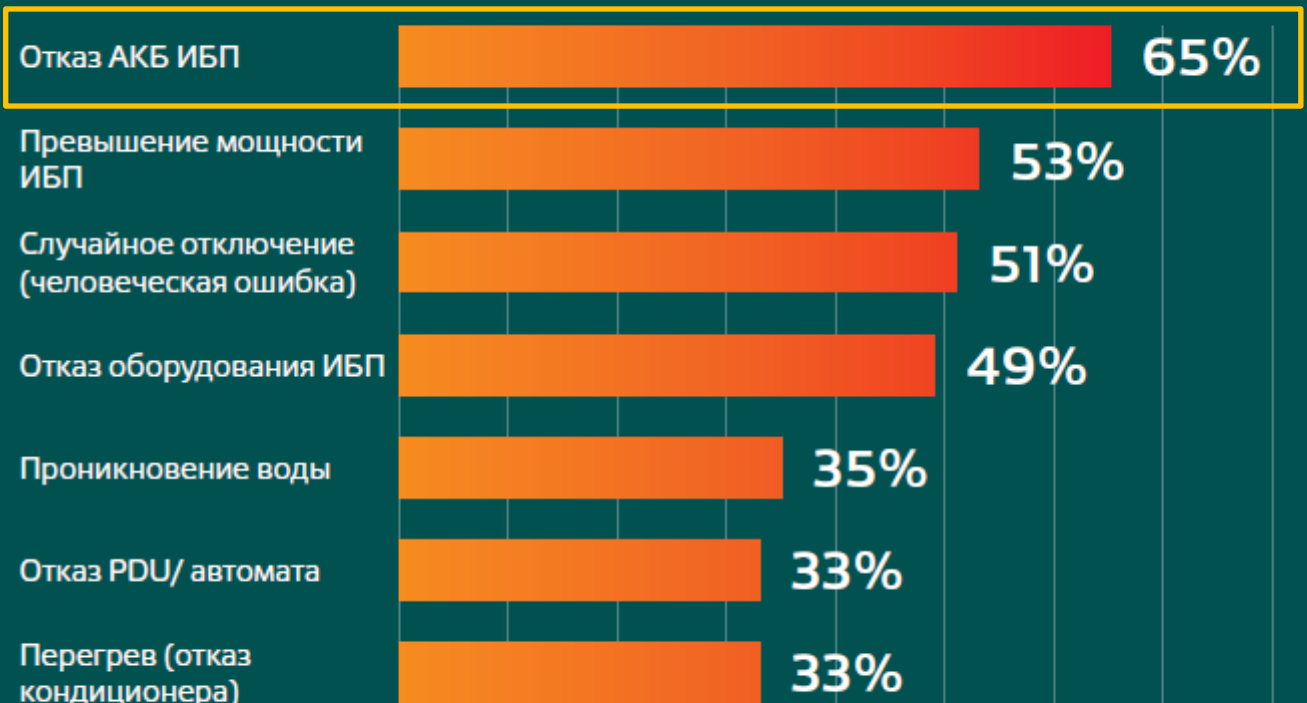
Москва 2022



Причины инцидентов в ЦОД

- Ключевым элементом системы резервирования являются АКБ
- Они же являются одной из главных причин незапланированного отключения питания ЦОД

АКБ — один из основных источников перебоев и незапланированных отключений в ЦОДах





АКБ и аварии ЦОД



- Пожар в дата-центре госуслуг NIRS G-Drive в Южной Корее в г. Тэджон сентябрь 2025
- Пожар начался в комнате АКБ, затем распространился на все здание. Пожарным потребовалось более 8 ч, чтобы взять пламя под контроль
- Потеряно 858 терабайт данных

- Пожар в дата-центре ЦОД OVHcloud (Страсбург, Франция) в 2021 году
- Причина пожара – возгорание в батареейной комнате
- Данные 65 000 пользователей потеряны

Причина возгорания – применение в системе бесперебойного питания ячеек NMC

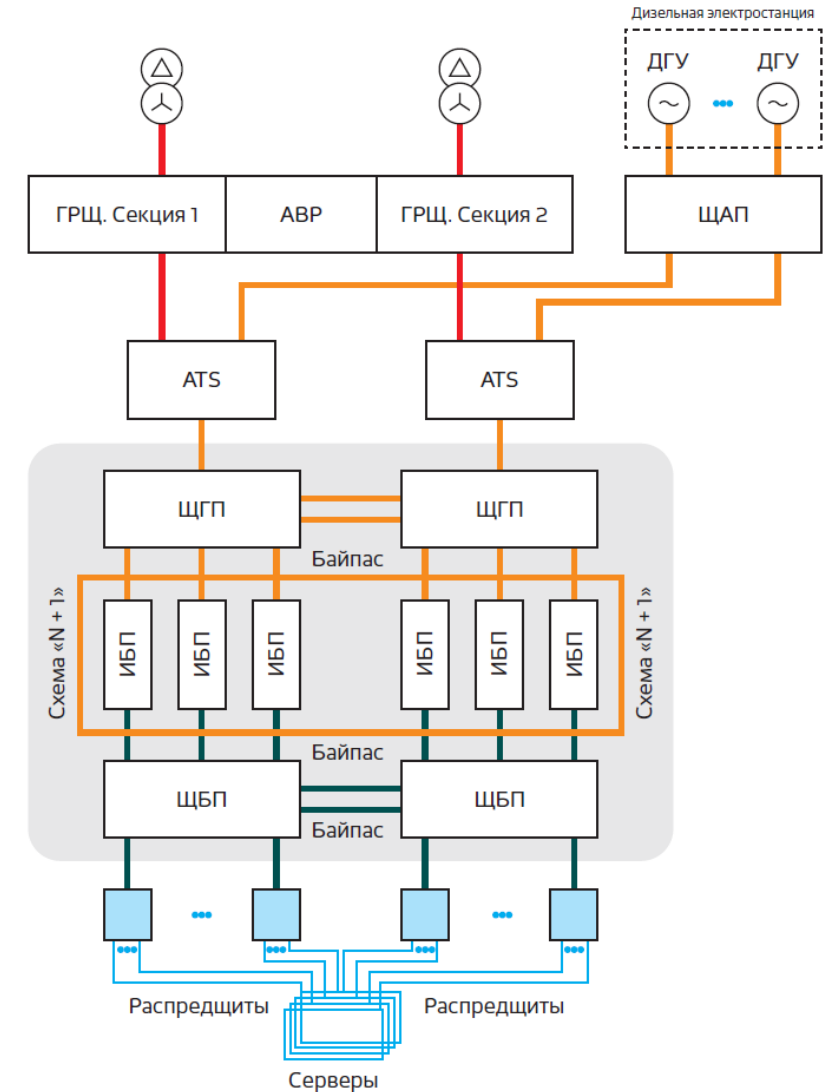


Требования к надежности ЦОД

Уровень ЦОД	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Параметр				
Активные системы поддержки ИТ	N	N+1	N+1	N после любого отказа
Каналы коммуникаций	1	1	1 рабочий и 1 резервный	2 рабочих
Одновременное обслуживание	Нет	Нет	Да	Да
Отказоустойчивость	Нет	Нет	Нет	Да
Физическое разделение основного и резервного	Нет	Нет	Нет	Да
Непрерывное охлаждение	Нет	Нет	Нет	Да

Обязательные требования к АКБ для ЦОД

- 100% готовность к работе
- Надежность при работе
- Стабильность характеристик
- Срок эксплуатации
- Массогабаритные показатели



Типовая схема гарантированного электроснабжения ЦОД



Перспективы Li-Ion в ЦОД



Рост спроса
на накопители энергии



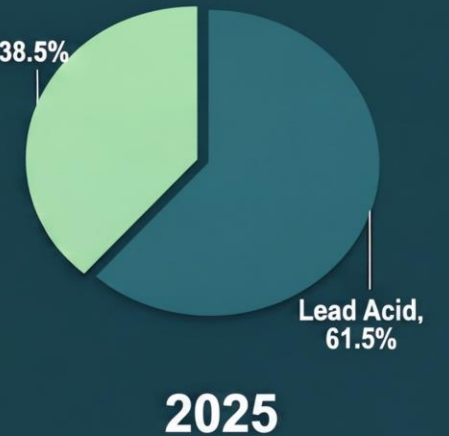
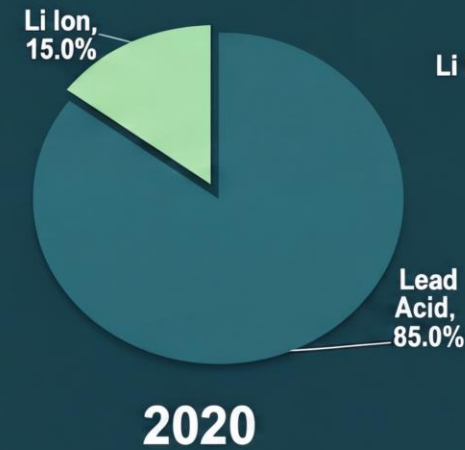
Уменьшение зависимости
от традиционных ДГУ



Развитие edge-инфра-
структуры

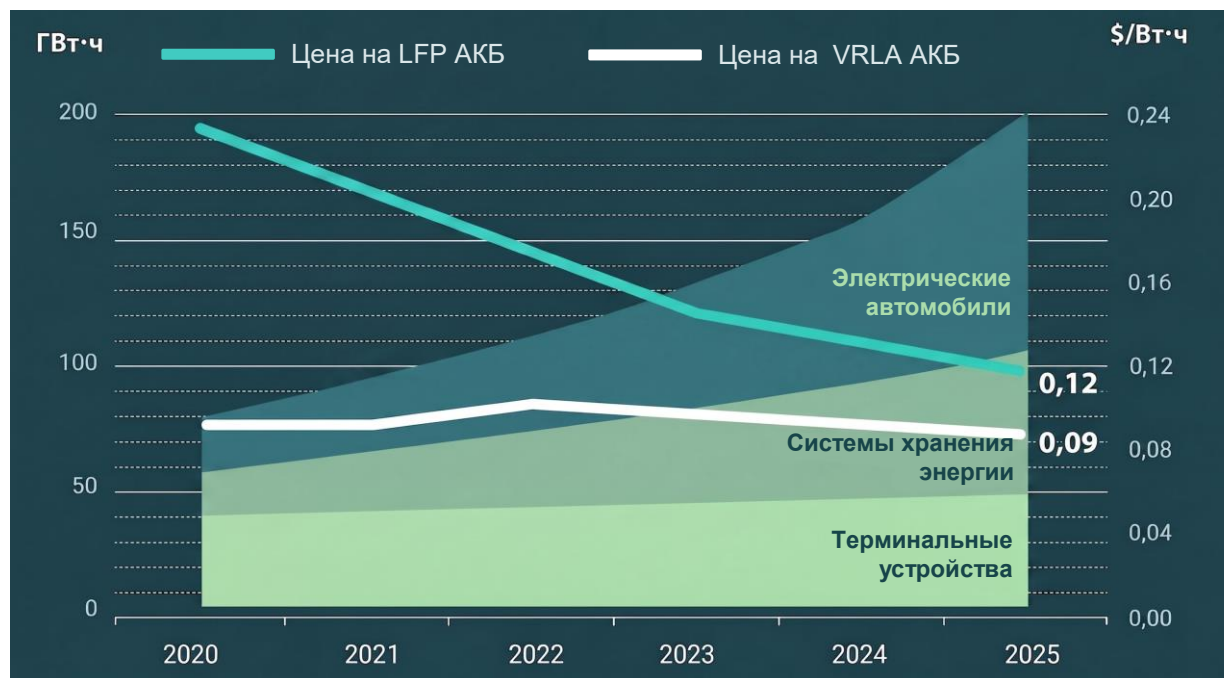
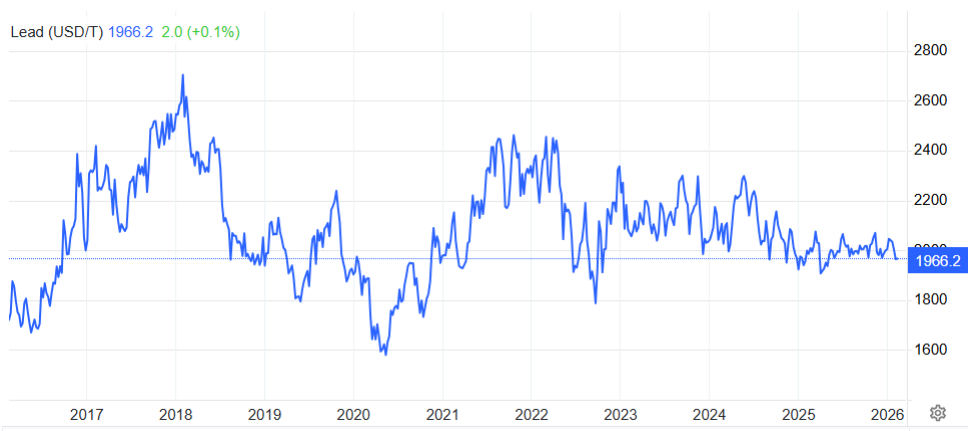


Дальнейшее снижение
стоимости ЛИ АКБ





Динамика стоимости Li-ion АКБ



- Прогноз на снижение стоимости Li-Ion батарей ниже цены VRLA батарей не оправдался
- Однако уже на текущий момент цена лития сопоставима с ценой VRLA
- На мировую цену и доступность лития влияют геополитические события и локализованность его добычи и переработки в КНР
- Свинец более стабилен по стоимости
- Системы хранения и электромобили являются драйверами роста потребления лития



Сравнение литиевых и свинцово-кислотных АКБ

Массогабаритные характеристики

- Масса меньше примерно вдвое
- Занимаемая площадь – на 70%

Экономия площади позволяет дополнительно разместить 14 IT-стоек



Свинцово-кислотные АКБ 11,2 м2



Литиевые АКБ 3 м2

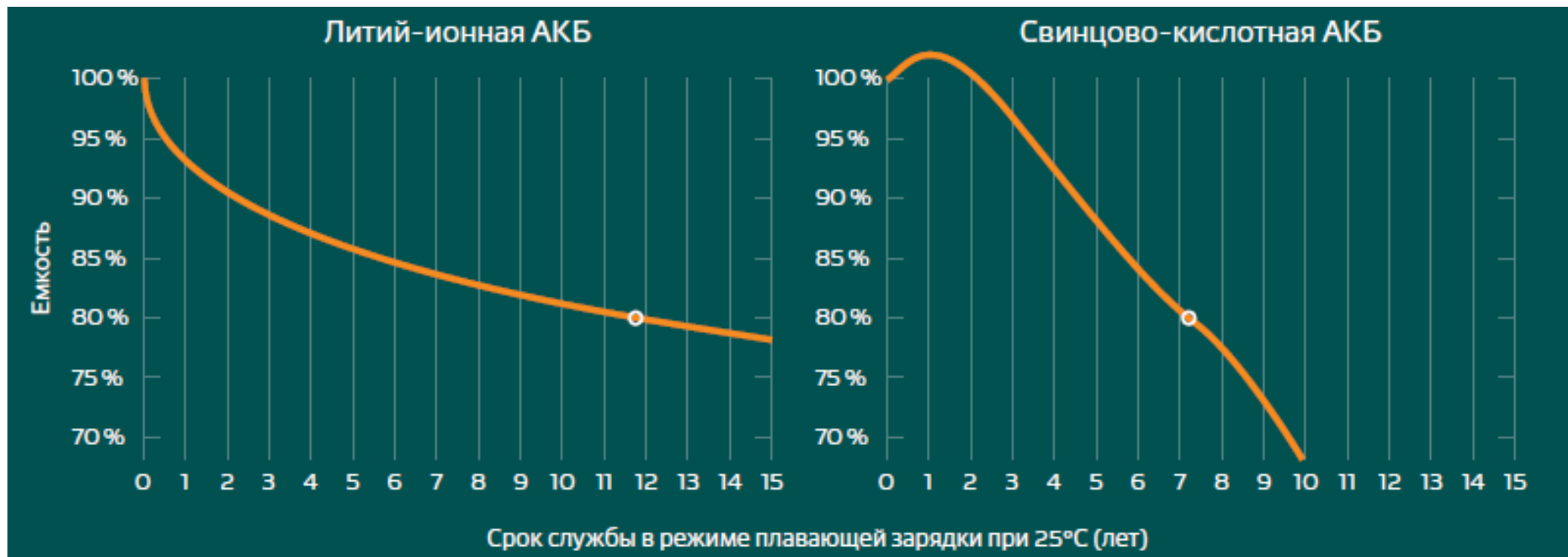
Нагрузка 800 кВт, время автономии 15 минут



Сравнение литиевых и свинцово-кислотных АКБ

Срок службы

Срок службы литиевых накопителей кратно больше — способны через 15 лет сохранить более 70% своей емкости при 25 °С и непрерывном подзаряде. Для свинцово-кислотных АКБ этот показатель в районе 7 лет.



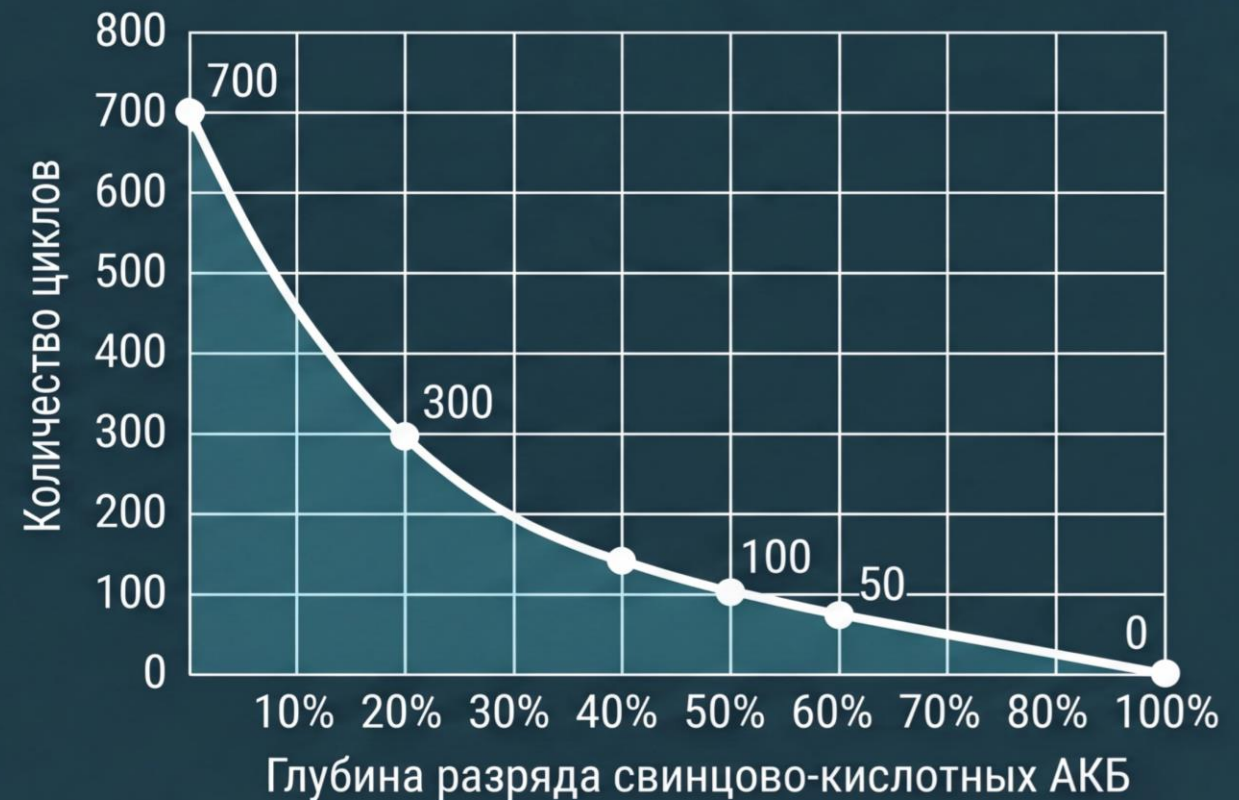


Сравнение литиевых и свинцово-кислотных АКБ

Циклический ресурс

В 20 раз

число циклов разряда-заряда больше
у литиевых АКБ раз (глубина разряда 100%)





Сравнение литиевых и свинцово-кислотных АКБ

Мониторинг состояния

Обязательная функция для литиевых акб – наличие BMS (Battery Management System)

Эта система позволяет отслеживать состояние батарей в режиме реального времени

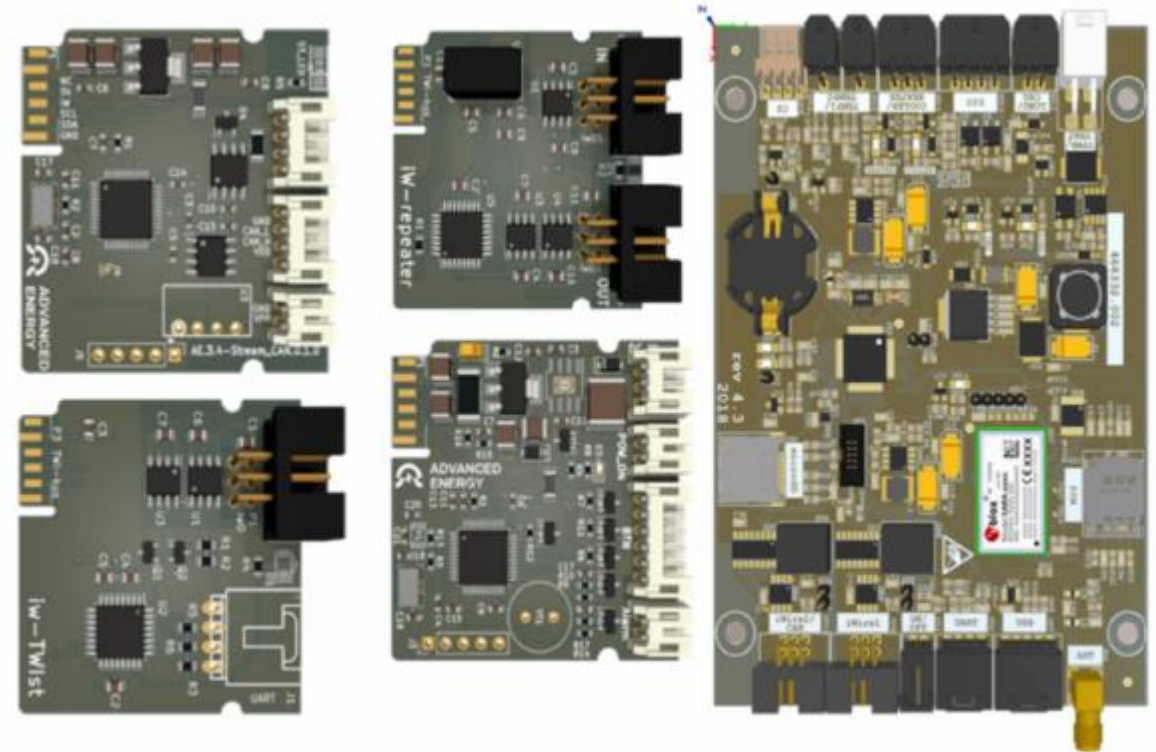
Собираются данные о напряжении, температуре, уровне заряда и других параметрах, что помогает в управлении и оптимизации работы аккумуляторов.



Модульная
BMS



Активная
балансировка





Сравнение литиевых и свинцово-кислотных АКБ

Температурный режим эксплуатации

Для литиевых акб менее строгий – приемлема температура 0...45 0C

Собственное тепловыделение

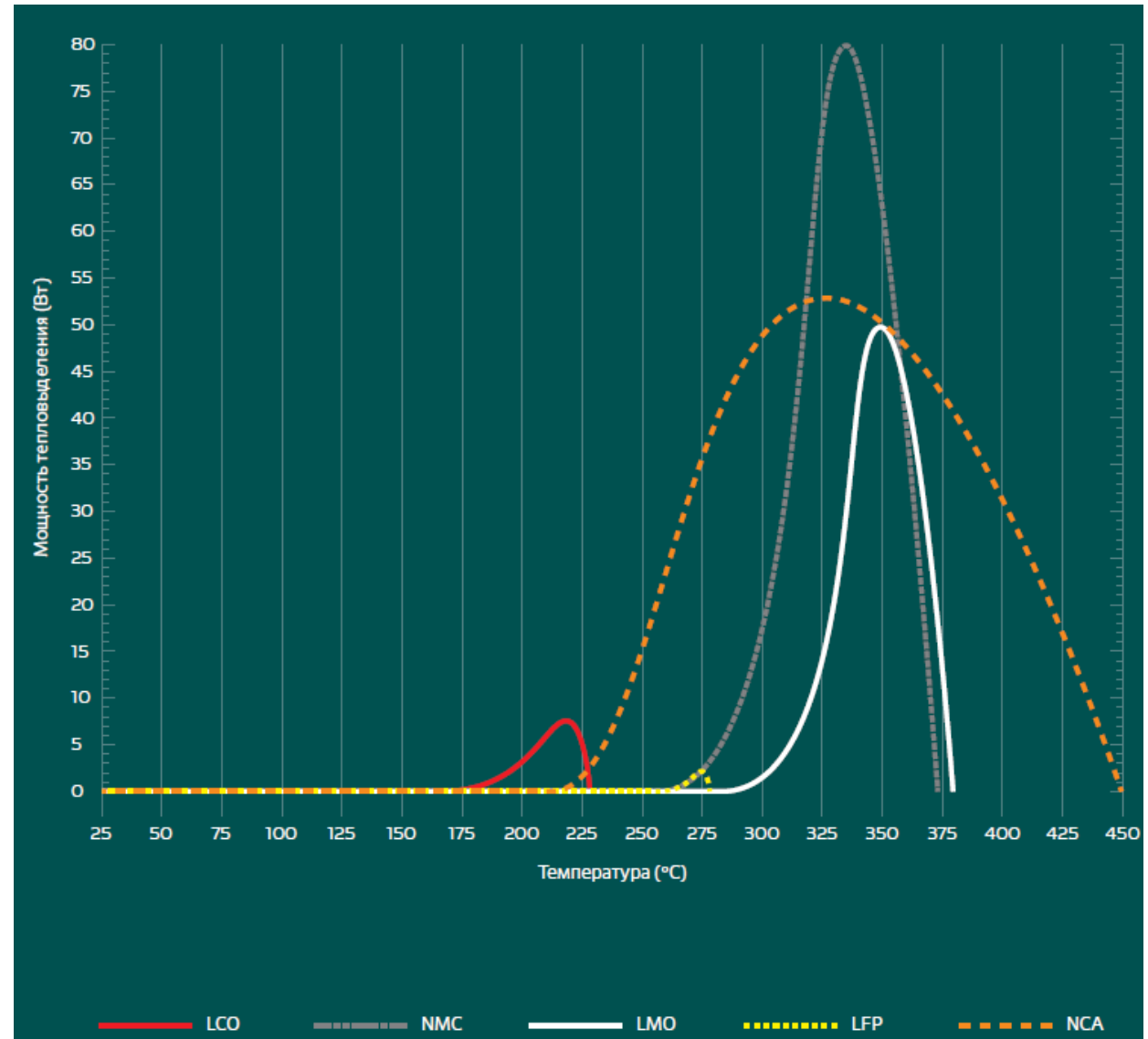
Среди всех типов литиевых батарей наименьшее – у LFP

Величина саморазряда

Для литиевых АКБ составляет 1-2%, у свинцово-кислотных доходит до 5% в месяц

Время заряда

Литий-ионные АКБ заряжаются не более 3 ч. Для свинцово-кислотных АКБ этот показатель доходит до 15 ч.





Преимущества литиевых АКБ для разных ЦОД

	Корпоративные ЦОД	Коммерческие ЦОД	Микро-ЦОД
Выгодные массогабаритные характеристики	Установка в небольших по площади и неспециализированных помещениях Проще транспортировать и устанавливать	Уменьшение размера помещений под АКБ и, как следствие, увеличение площади машинных залов	Установка в небольших модулях Проще транспортировать
Большой срок службы	Улучшение ТСО Уменьшает необходимость замены, сложной в офисных зданиях	Улучшение ТСО	Улучшение ТСО
Более простое обеспечение длительного времени без ДГУ	В центре города и в исторических зданиях, где сложно установить ДГУ		ЦОДы, для которых установка ДГУ экономически неоправдана
Встроенная система мониторинга	Хорошая управляемость	Хорошая управляемость	Хорошая управляемость

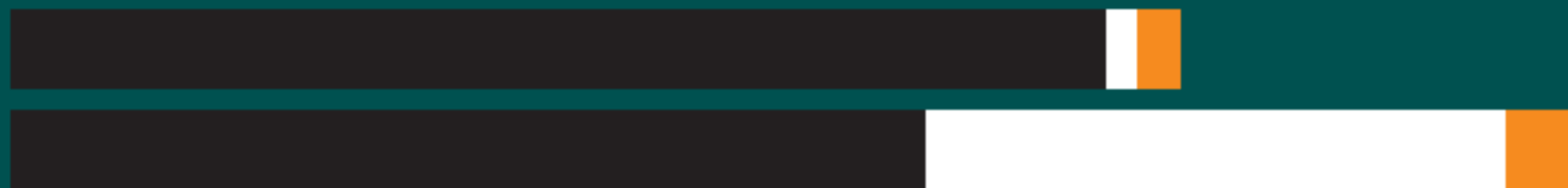


ТСО для типичного корпоративного ЦОД

ТСО за 10 лет

Литий-ионная

Свинцово-кислотная



CAPEX



OPEX



Стоимость гарантии



Мощность нагрузки
200 кВт
(40 стоек по 5 кВт)



Время автономии
от АКБ 10 мин



Стоимость аренды
помещения за 10
лет 100 000 / м²

Литий-ионные решения



Спасибо!