

# ЛИТИЙ, НАТРИЙ И ДРУГИЕ

Настоящее и будущее СБЭП

Александр Барсков, директор по контенту, ИКС-МЕДИА

# ПРИЧИНЫ ИНЦИДЕНТОВ В ДАТА-ЦЕНТРАХ



Источник: по данным Uptime Institute, 2020

Основные причины инцидентов, приводящих к нарушению работы ИТ-сервисов

Надежность СБЭП и СГЭП - важнейшее условие беспереывного предоставления ИТ-сервисов





## ПРИЧИНЫ ИНЦИДЕНТОВ В ДАТА-ЦЕНТРАХ



*Источник: по данным Ponemon Institute, Vertiv*

**Основные причины незапланированных перерывов и простоев в работе ЦОДов**

Нарушение работы АКБ - основной источник перебоев и незапланированных отключений в ЦОДах



## Октября 2022 г. Пожар в ЦОД SK Group (Ю. Корея)

Пожар начался в комнате с АКБ, затем распространился на остальную часть здания

Пожарным потребовалось около 8 ч, чтобы взять пламя под контроль.

Авария вывела из строя десятки тысяч серверов, включая

- собственные системы SK Group
- инфраструктуру самого популярного южнокорейского мессенджера KakaoTalk
- инфраструктуру облачного гиганта Naver («южнокорейский Google»)

Создание нац. целевой группы по предотвращению аварий и катастроф с участием военных чиновников и нац. разведывательного управления

Со специальным заявлением выступил президент страны Юн Сок Ель (пообещал провести тщательное расследование причин пожара)



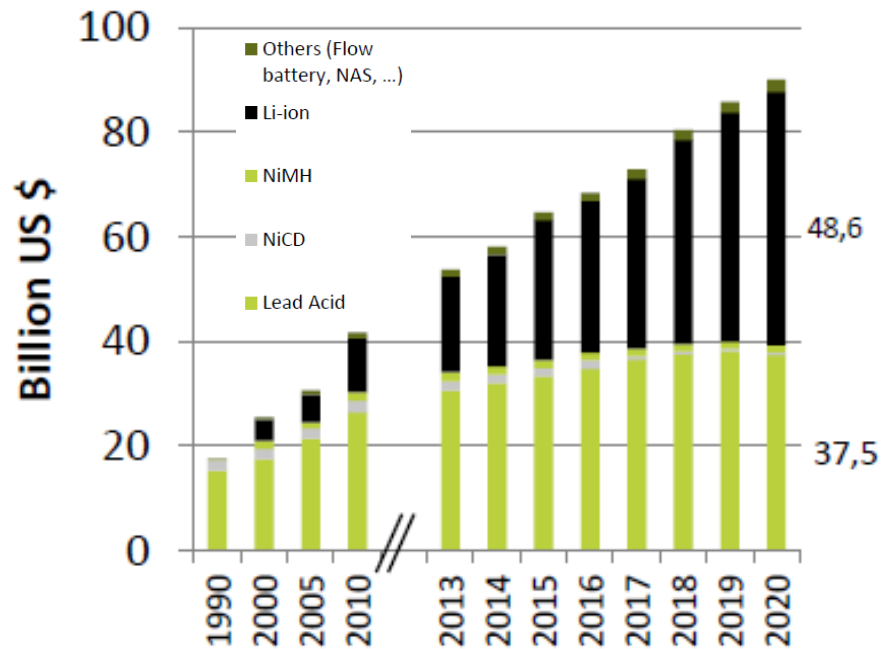
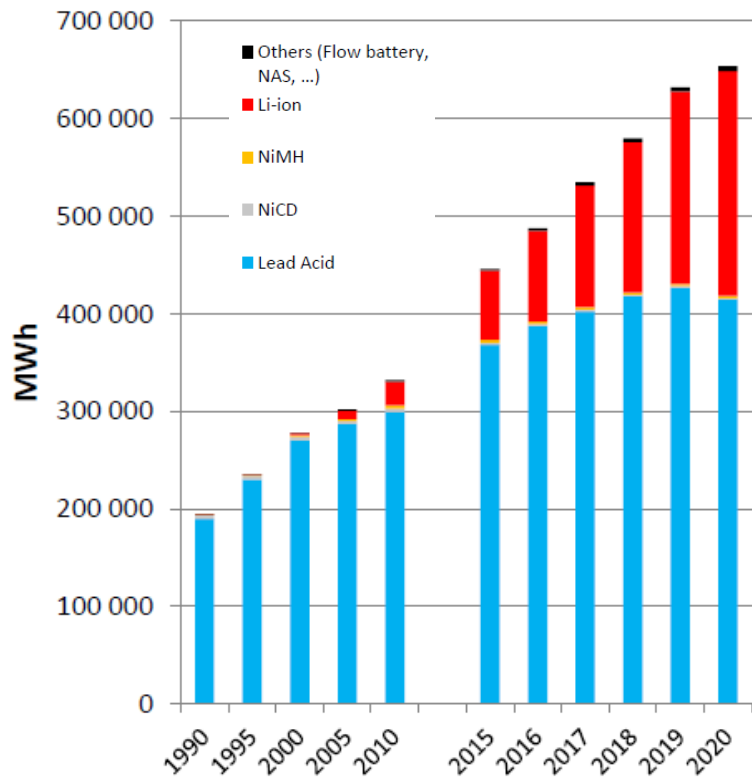
## 2021 г. Пожар в дата-центре OVHcloud (Страсбург, Франция)

- В инциденте пострадали около 65 000 клиентов, многие из них потеряли свои данные
- Предполагается, что причина пожара - система бесперебойного питания.

По данным Французского бюро расследований и анализа промышленных рисков (BEA-RI), распространению пожара способствовало отсутствие автоматической системы огнетушения, несвоевременное отключение электричества и особенности конструкции здания.



# РЫНОК АКБ

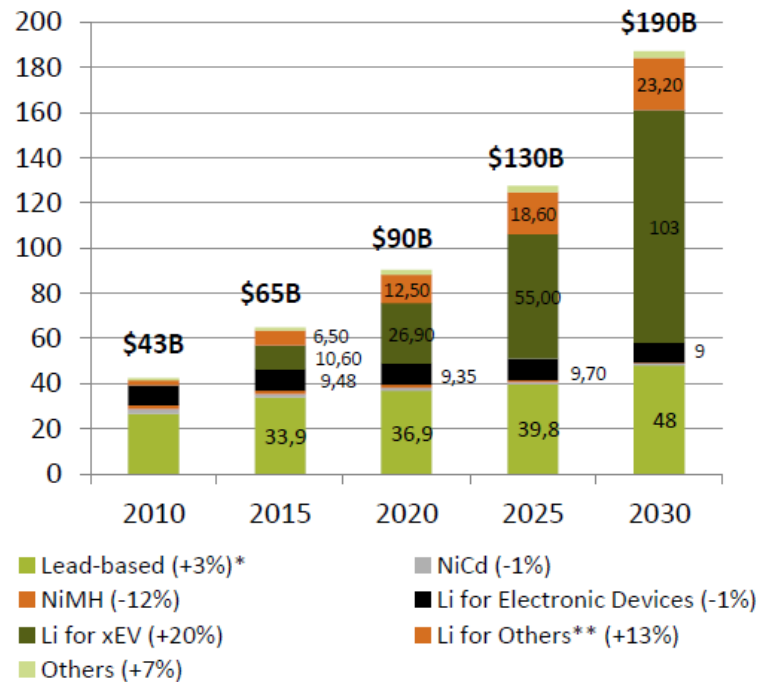
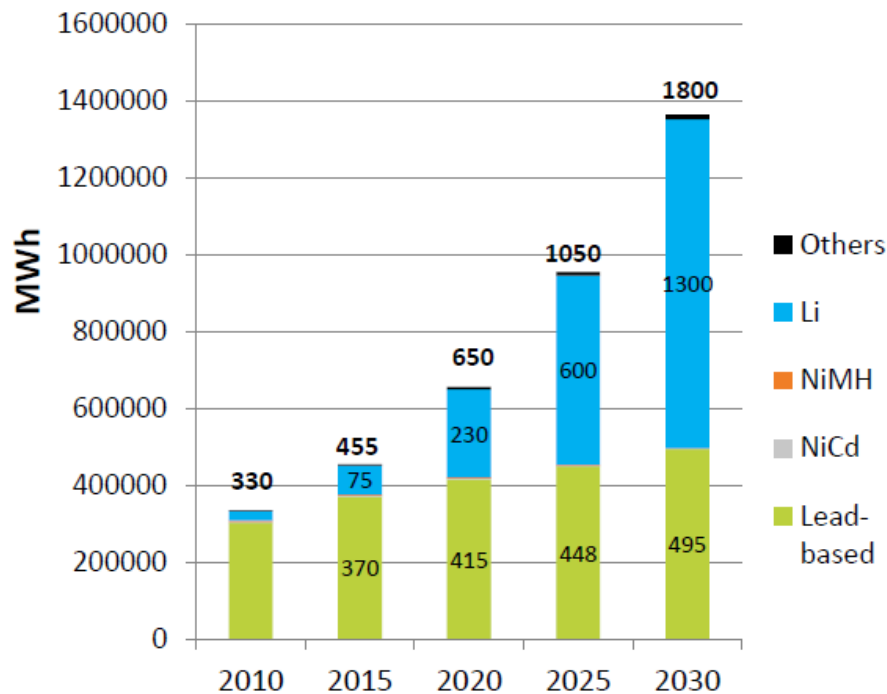


Источник: Avicenne, 2021

По общей емкости лидером остаются СК АКБ, но ЛИ АКБ уже опережают их по объему продаж. ЛИ АКБ чаще используются в приборах бытовой электроники, а СК АКБ – в «тяжелых» приложениях: стартовые батареи автомобилей, промышленные системы



# РЫНОК АКБ (ПЕРСПЕКТИВЫ)

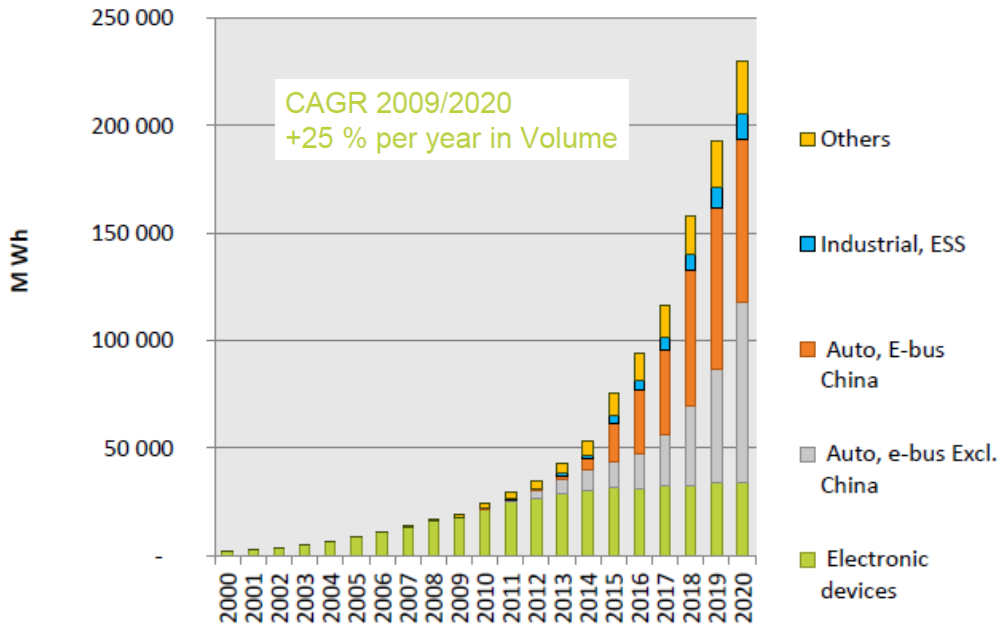


Источник: Avicenne, 2021

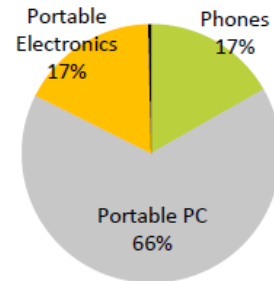


# ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИ АКБ

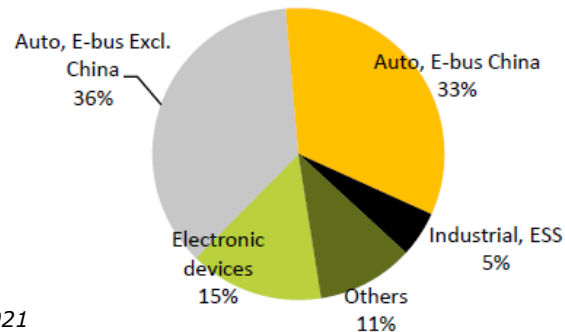
Li-ion Battery sales,  
MWh, Worldwide, 2000-2020



2000: < 2GWh



2020: >230 GWh



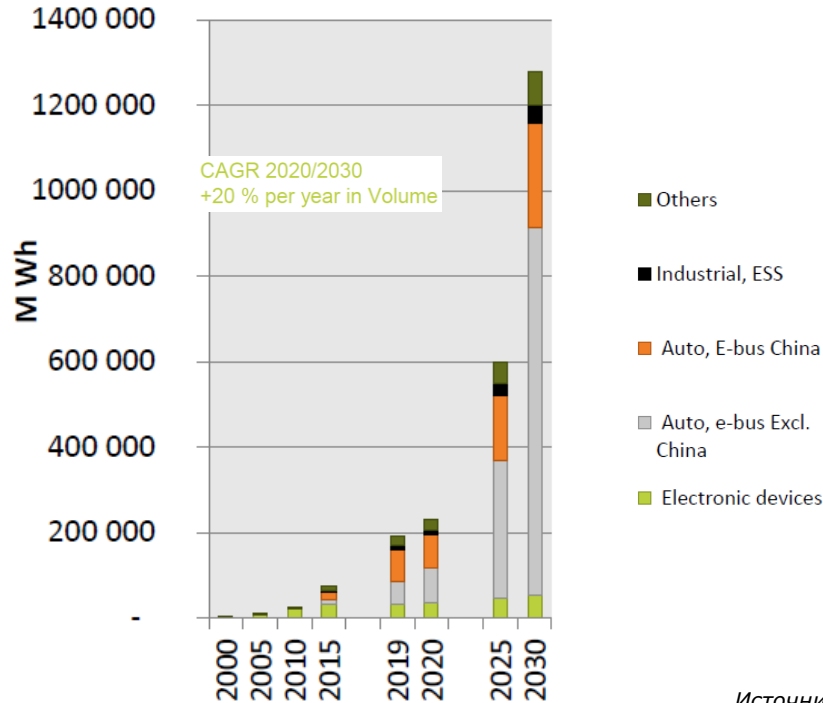
Источник: Avicenne, 2021



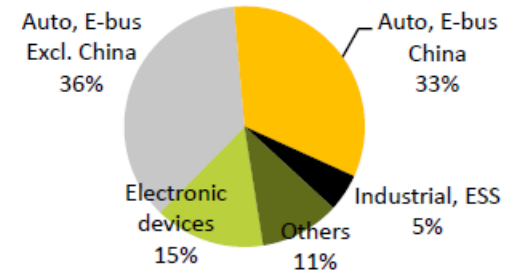


# ОБЛАСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИ АКБ

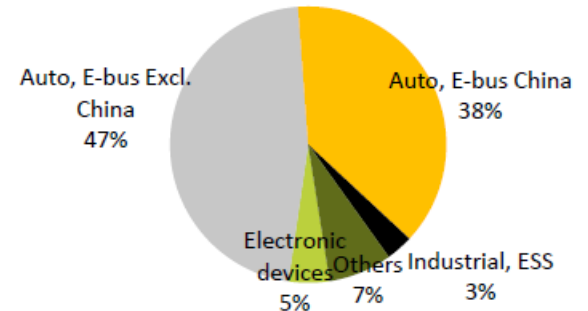
Li-ion Battery sales, MWh, Worldwide, 2000-2030



2020: >230 GWh



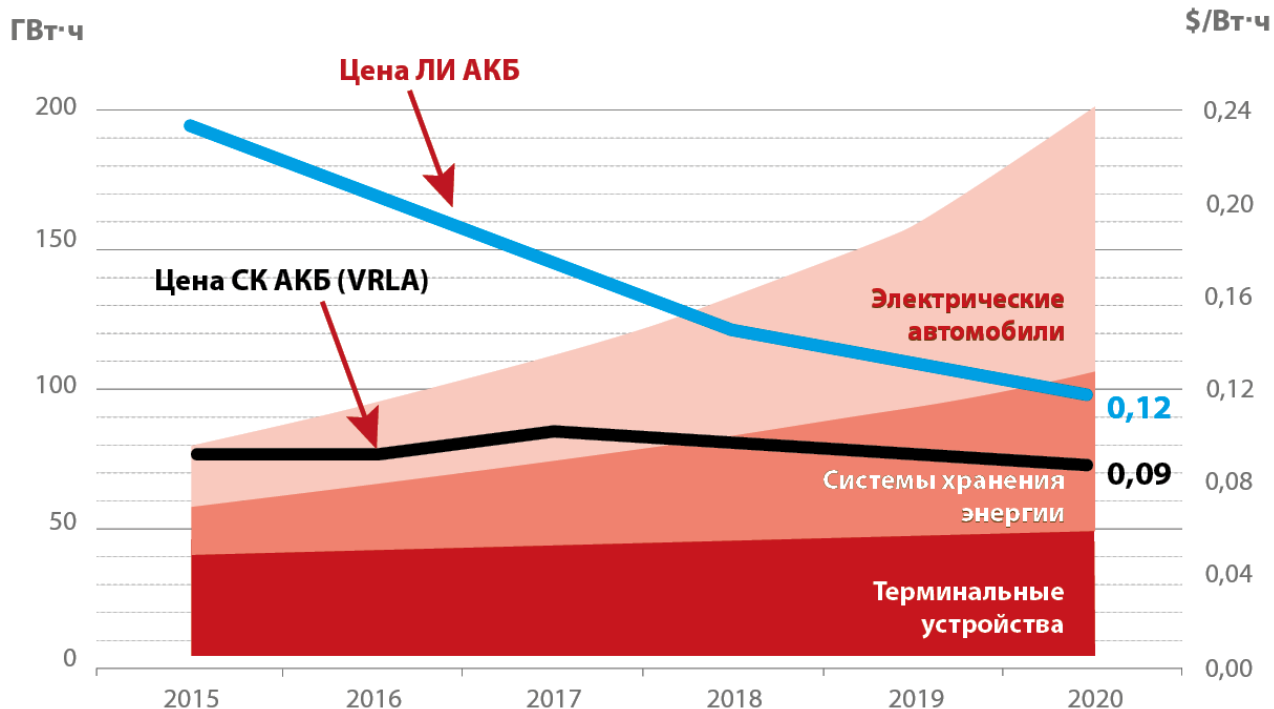
2030: 1300 GWh



Источник: Avicenne, 2021



# ДИНАМИКА СТОИМОСТИ ЛИ АКБ



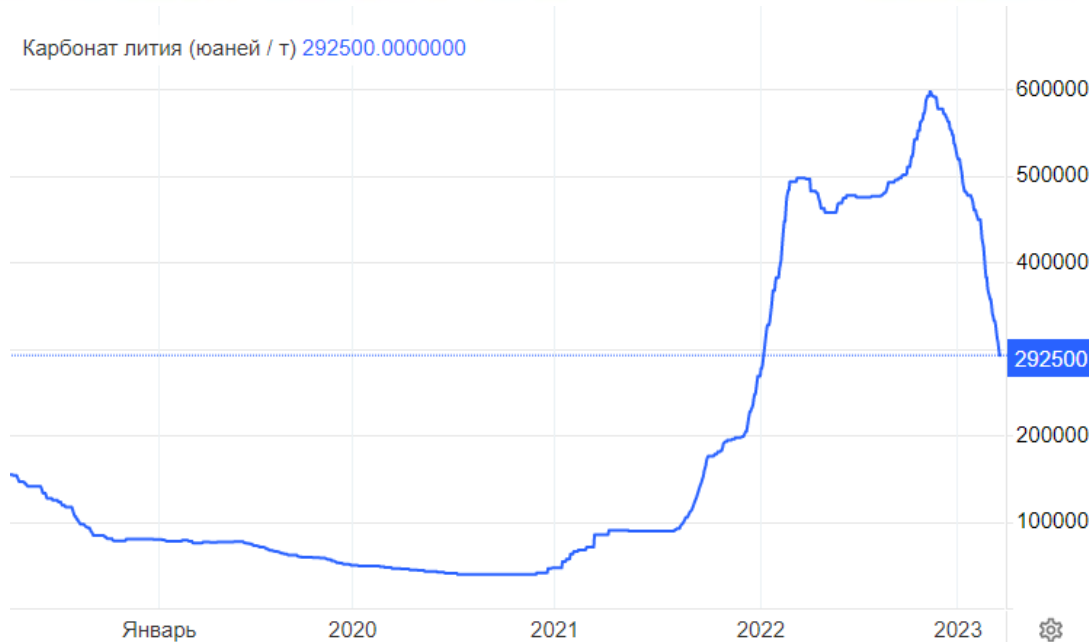
Источники: CBIA, CAAM, Huawei

В 2020 г. Bloomberg New Energy Finance прогнозировал, что к 2030 г. цена ЛИ АКБ упадет еще минимум вдвое – до \$0,6/Вт\*ч. Но начались «американские горки»

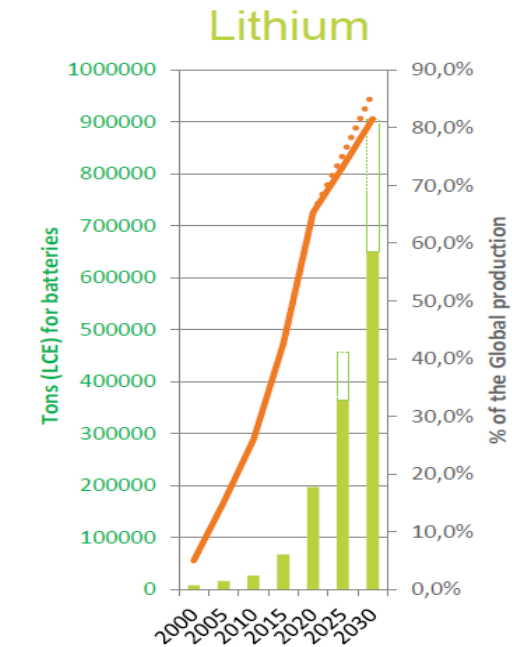


# ДИНАМИКА СТОИМОСТИ ЛИТИЯ

Карбонат лития (юаней / т) 292500.0000000



Источник: [tradingeconomics.com](https://tradingeconomics.com)



Источник: *Avicenne, 2021*

В ноябре 2022 г. исторический максимум – \$595 500 за тонну карбоната лития



# ■■■■■■ ДИНАМИКА СТОИМОСТИ СВИНЦА



Источник: [tradingeconomics.com](https://tradingeconomics.com)



## Литий

Запасы ~80 млн т.

Добыча ~80 тыс. т  
(в год)

60% - Австралия  
20% - Чили  
10% - Китай  
7% - Аргентина  
3% - остальные

90% производства  
литиевых прекурсоров  
сосредоточено в Китае



Источник: Flickr/Dan Lundberg

## Кобальт

Запасы ~12,7 млн т.

Добыча ~ 114 тыс. т  
(в год)

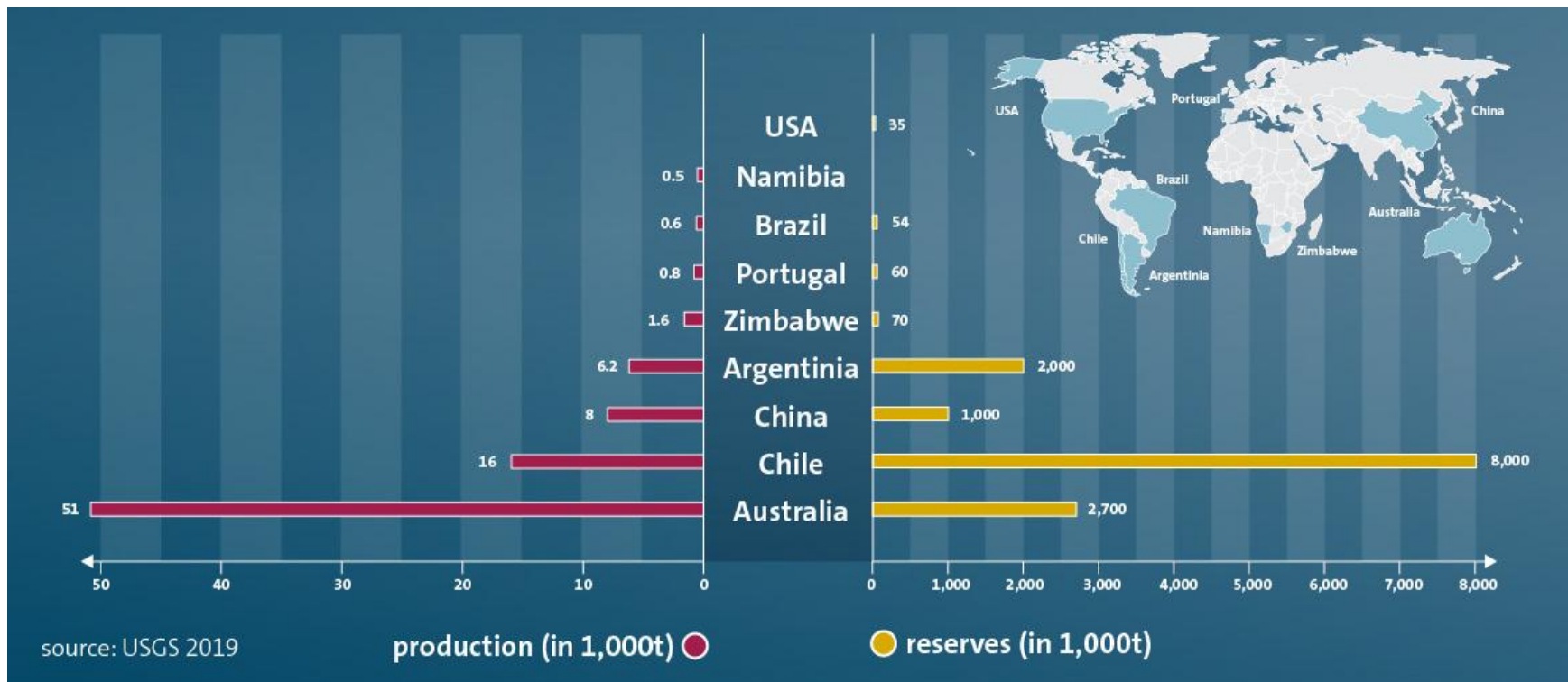
65% - ДР Конго  
35% - остальные  
с долей менее  
10%

Весь конголезский кобальт  
перевозится в Китай для  
дальнейшей обработки и  
обогащения

Кратное увеличение оборотов сырья, необходимого для производства АКБ, может спровоцировать дефицит предложения (кобальта, лития и графита)



# СЫРЬЕ ДЛЯ ЛИ АКБ



source: USGS 2019

production (in 1,000t) ●

● reserves (in 1,000t)



## **Больше 20 лет Россия не добывала литий, предпочитая более дешевый импорт**

С 1941 по 1997 гг. в Красноярском крае работал единственный в России литиевый рудник (Завитинское месторождение). Концентрат перерабатывался Красноярским химико-металлургическим заводом (КХМЗ). В советские годы отработали 40% запасов месторождения, а в 1997 г. его законсервировали.

**Запасы лития в России оцениваются в 1 млн т**



## Литий

В феврале 2022 г. «Газпром», «Иркутская нефтяная компания» и Минпромторг подписали «дорожную карту» по реализации проекта по производству соединений лития из минерализованных подземных вод Ковыктинского газоконденсатного месторождения «Газпрома» (Иркутская обл.)

В апреле 2022 г. «Норникель» объявил о намерении создать СП с «Росатомом» по освоению литиевого месторождения Колмозерское (Мурманская обл.) и дальнейшей глубокой переработке литиевого сырья.

О намерении организовать производства карбоната лития объявил министр промышленности Дагестана Низам Халилов. Он сказал, что в республике есть 3 крупных месторождения лития, на самом большом из них, Южно-Сухокумском можно добывать 5-6 тыс. тонн соединений лития в год.

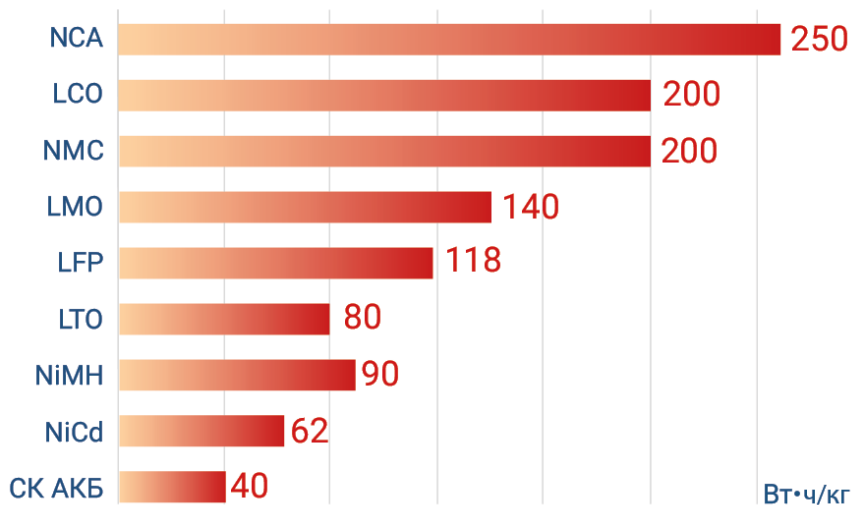
**Эти проекты не могут быть реализованы быстро. Необходимы разработка технологий переработки литиевого сырья, строительство горнодобывающих предприятий, создание транспортной и энергетической инфраструктуры.**



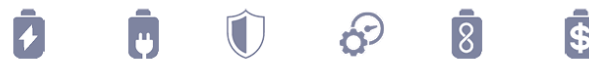


# ТИПЫ ЛИ АКБ

## Удельная энергоёмкость



Источник: [batteryuniversity.com](http://batteryuniversity.com)



Тип	Удельная энергоёмкость	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

Источник: [batteryuniversity.com](http://batteryuniversity.com)

По совокупности характеристик для ИКТ наилучшие варианты:

NMC – литий-никель-марганец-кобальтовые

LFP – литий-железо-фосфатные





Совершенство-  
вание 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, цепь  
размыкается и  
процесс зарядки  
останавливается



Встроенные  
предохранители

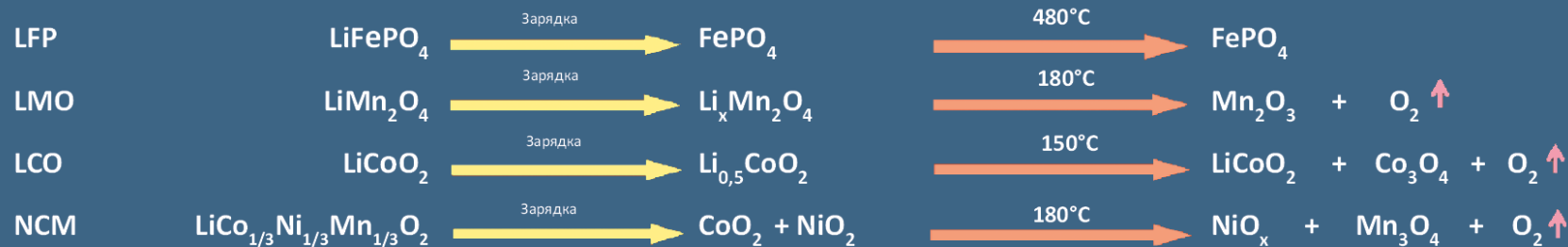




# БЕЗОПАСНОСТЬ



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



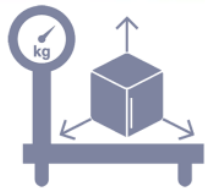
Нормальная зарядка

Перезаряд/тепловой разгон

Источник: Huawei



# ■■■■■■■■■■ ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ (vs СК АКБ)



## Массогабаритные характеристики

вес меньше примерно вдвое,  
занимаемая площадь – на 70%

**Экономия площади 70%, дополнительно 14 ИТ-стоек**



СК АКБ **11,2 кв. м**

**VS**



ЛИ АКБ **3,06 кв. м**

*Нагрузка 800 кВт, время автономии 15 мин*



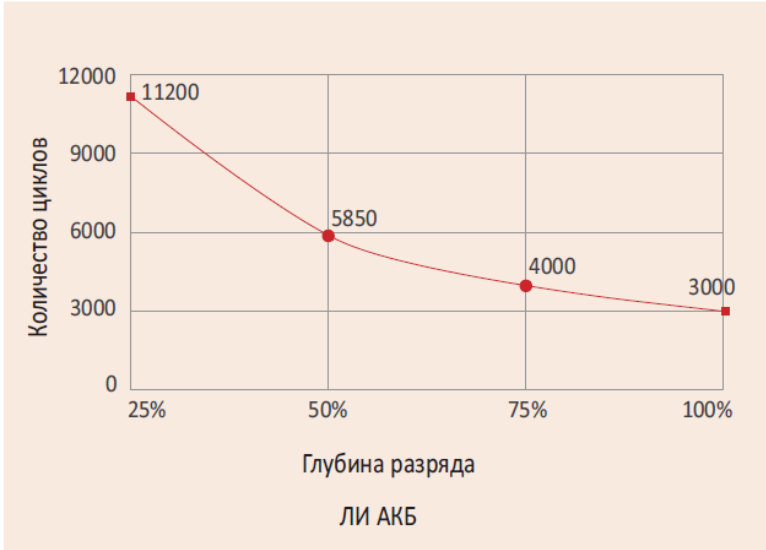


# ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ (vs СК АКБ)

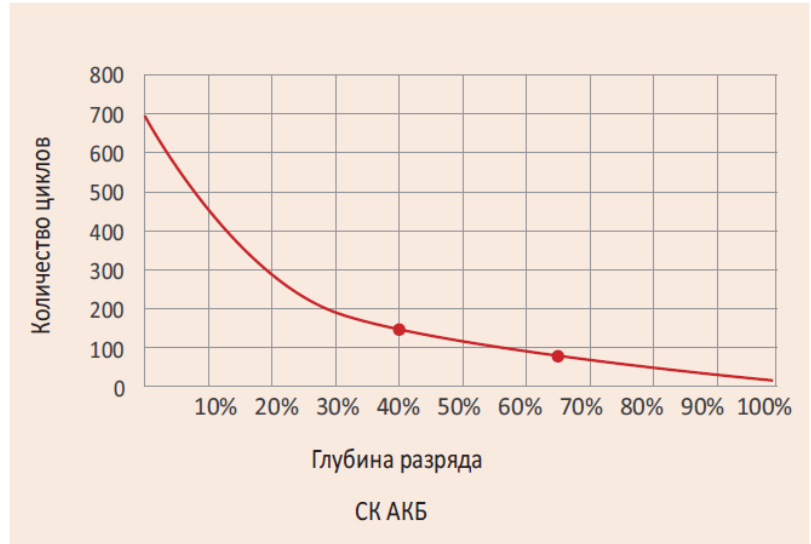


## Циклический ресурс

число циклов разряда-заряда больше примерно в 20 раз (при глубине разряда 100%)



vs



# ■■■■■■■■■■■ ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ (vs СК АКБ)



## **Величина саморазряда**

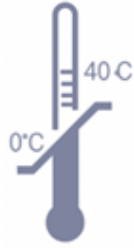
Этот показатель характеризует разряд батареи, когда она не используется. Для ЛИ АКБ он составляет 1–2%, а у свинцово-кислотных может достигать до 5% в месяц.

## **Время заряда**

Литий-ионные АКБ заряжаются не более 3 ч. Для свинцово-кислотных батарей этот показатель достигает до 15 ч. Меньшее время заряда играет важную роль в случае частых сбоев электропитания.



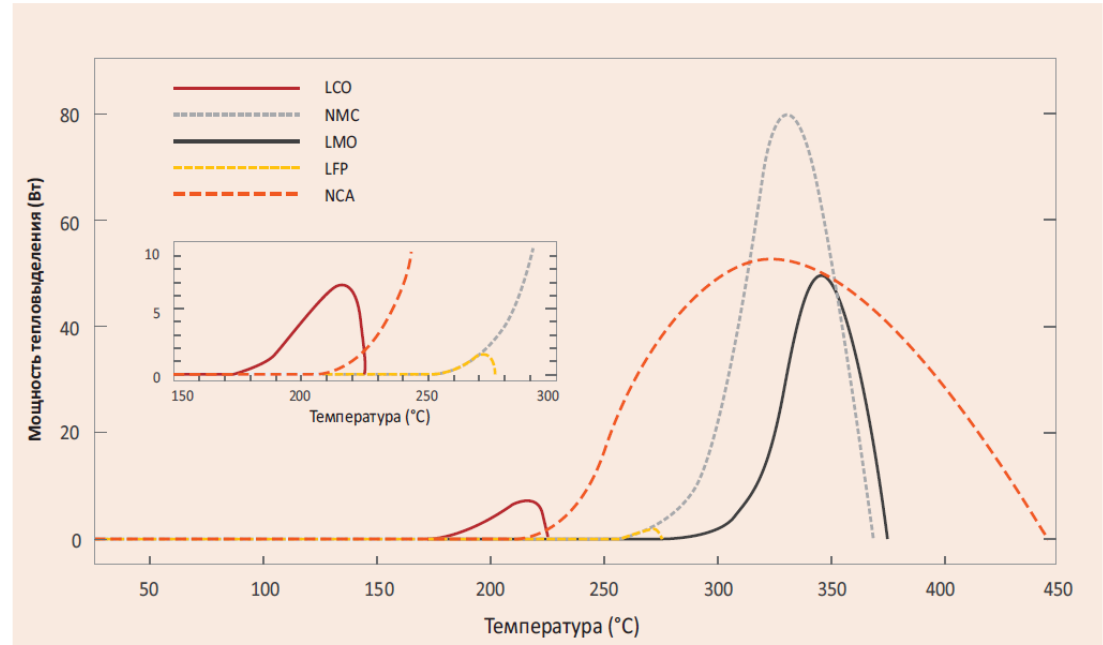
# ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ (vs СК АКБ)



Температурный режим эксплуатации  
менее строгий (приемлема температура от 0 до 40 град. С)

Для применения в ЦОДах важное значение имеет тепловыделение аккумуляторов. Среди всех типов ЛИ АКБ наименьшее тепловыделение имеют аккумуляторы LFP

Источник: P. Peng, F. Jiang // *Thermal safety of lithium-ion batteries with various cathode materials: A numerical study* // *International Journal of Heat and Mass Transfer*. 103 (2016) 1008-1016





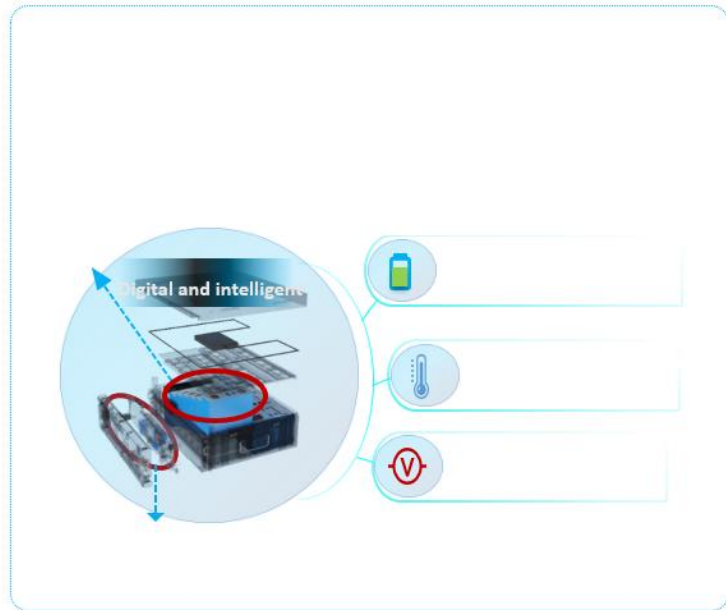
# ■■■■■■■■■■■ ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ (vs СК АКБ)



Мониторинг состояния  
обязательная функция (для СК АКБ – дополнительная опция)



VS



## ■■■■■■■■■■ ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ -- КОРП. ЦОД



- ❑ Возможность установки в небольших по площади и неспециализированных помещениях
- ❑ Малые вес и размер, упрощающие транспортировку и установку
- ❑ Большой срок службы (уменьшает необходимость замены, сложной в офисных зданиях)
- ❑ Более простое обеспечение длительного времени автономной работы в инсталляциях без ДГУ





## ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ -- СОЛО ЦОД



- ❑ Компактность позволяет изначально спроектировать помещения под АКБ меньшего размера и увеличить площадь машинных залов
- ❑ Хорошая управляемость (встроенная система мониторинга)





## ПРЕИМУЩЕСТВА ЛИ АКБ - EDGE-ЦОД



- ❑ Компактность, упрощающая размещение в небольших модулях
- ❑ Малые вес и размер, упрощающие транспортировку
- ❑ Возможность установки в неподготовленных помещениях
- ❑ Более простое обеспечение длительного времени автономной работы в инсталляциях без ДГУ
- ❑ Хорошая управляемость (встроенная система мониторинга), в том числе для дистанционной эксплуатации





## БАРЬЕРЫ ДЛЯ ЛИ АКБ



- ❑ **Высокий CAPEX** + стремительный рост (**резкое колебание**) цен на основное сырье для ЛИ АКБ
- ❑ **Резкое сужение конкурентного поля в России**
- ❑ **Фобии**, связанные с безопасностью (слабая информированность о решении этих проблем)
- ❑ Опасения, связанные с ограниченными запасами (доступностью) основных материалов, используемых в ЛИ АКБ
- ❑ Отсутствие выстроенной системы утилизации



# ПЕРСПЕКТИВЫ ЛИ АКБ В ЦОДАХ



Рост спроса  
на накопители энергии



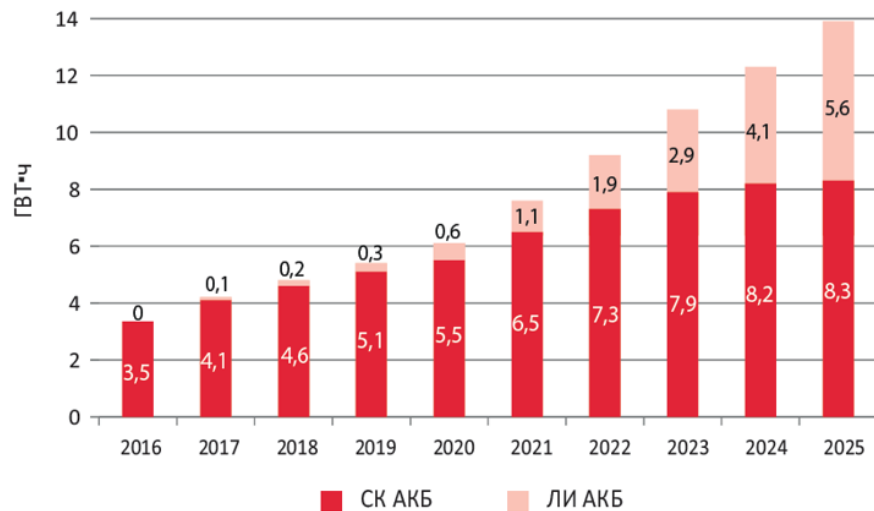
Уменьшение зависимости  
от традиционных ДГУ



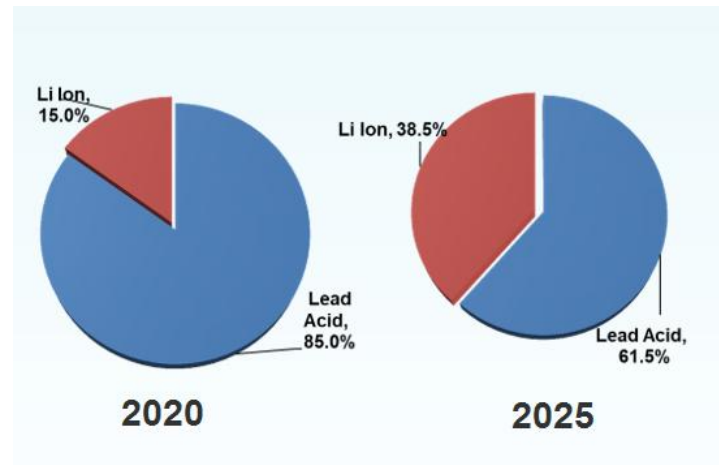
Развитие edge-инфра-  
структуры



Дальнейшее снижение  
стоимости ЛИ АКБ



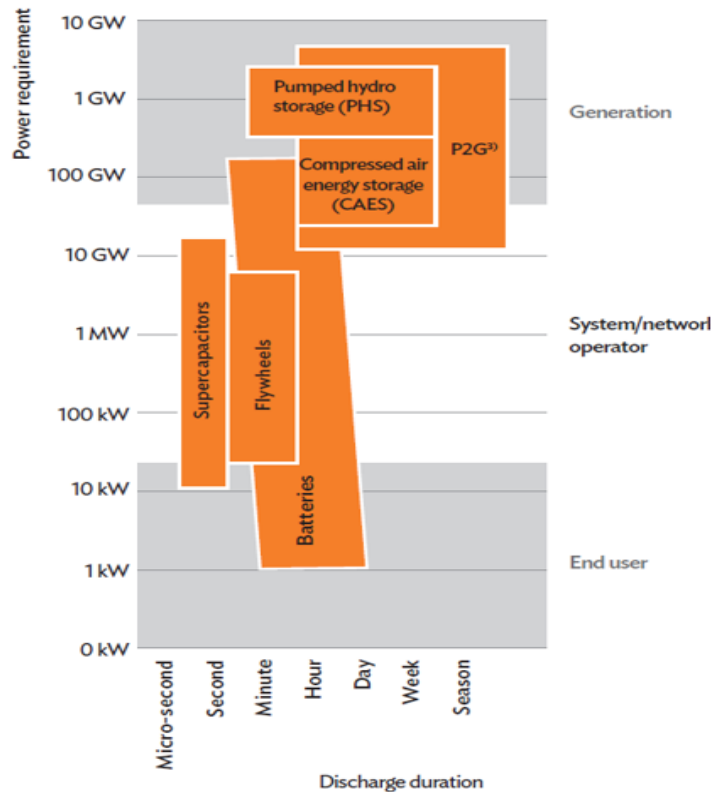
Источник: по данным Bloomberg New Energy Finance



Источник: Frost & Sullivan



# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ



- Аккумуляторные батареи
- Суперконденсаторы
- Маховики

Источник: ROLAND BERGER GMBH (2017). R. Berger, "Business models in energy storage – Energy Storage can bring utilities back into the game"



# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ

Характеристика	Суперконденсатор	СК АКБ	ЛИ АКБ
Напряжение, В	48-62	12-24	12-24
Мин. t эксплуатации, град. С	<b>-40</b>	-20	-20
Макс. t эксплуатации, град. С	<b>+75 (80)</b>	+40	+45
Число циклов	<b>Более 1 млн</b>	300	10 тыс.
Срок эксплуатации, лет	<b>5-20</b>	0,5-5	3-10
Плотность энергии, Вт·ч/л	1-10	100-290	<b>250-650</b>
Плотность мощности, Вт/л	<b>1000-10 000</b>	100-1000	850-3000
КПД, %	<b>&gt;98</b>	~70	80-90
Время разряда	Секунды или минуты	<b>Часы</b>	<b>Часы</b>

Источник: Eaton





# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ

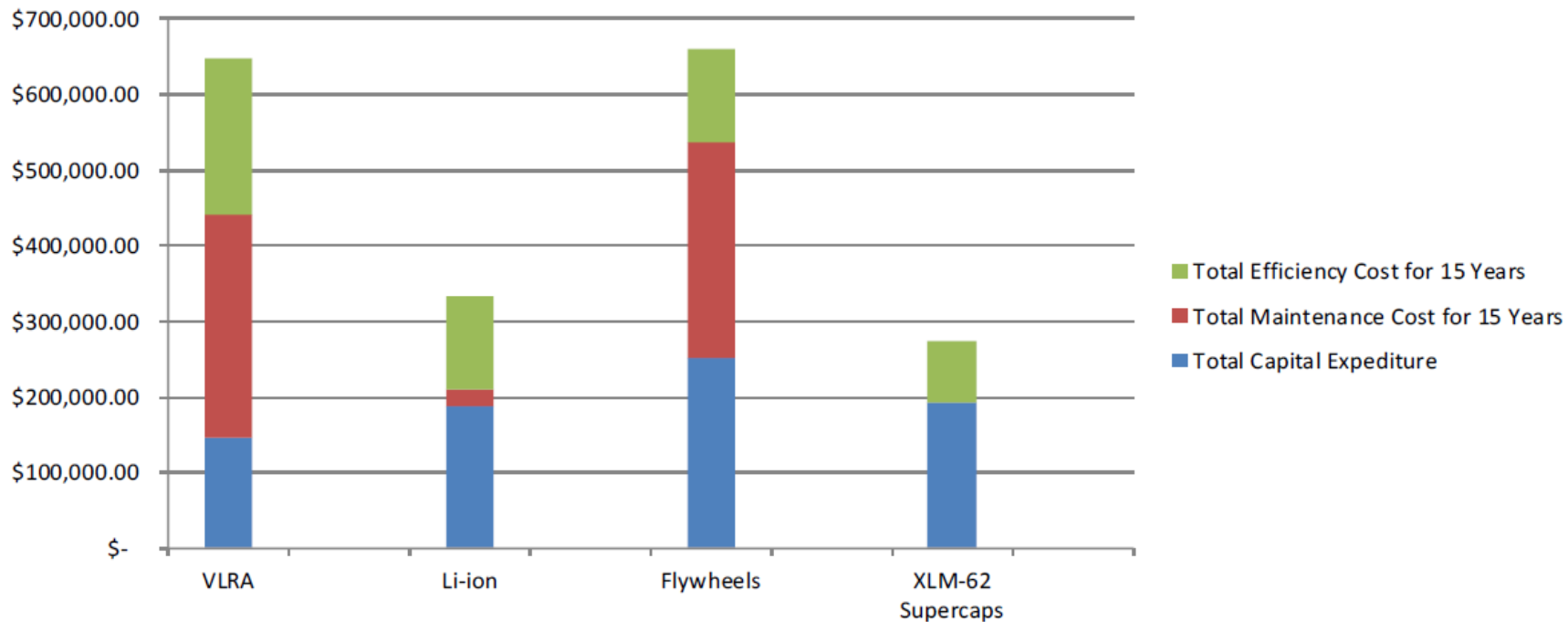
Характеристика	Суперконденсатор (20 блоков)	ЛИ АКБ	Маховик
Диапазон напряжения, В (DC)	570 to 360	538 to 410	520 to 400
Температурный диапазон, град. С	-40 to +65	+18 to +28	-10 to +40
Макс. мощность, кВт	300	150	300
Запасенная энергия, кВт·ч	1.39	32.6	1.67
Срок службы, лет*	20	15	20
Размер (ШхДхВ), см	62 x 85 x 213	65 x 60 x 229	76 x 76 x 187
Вес, кг	550	550	760

\*эксплуатация при температуре +28°C

Источник: Eaton



# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ

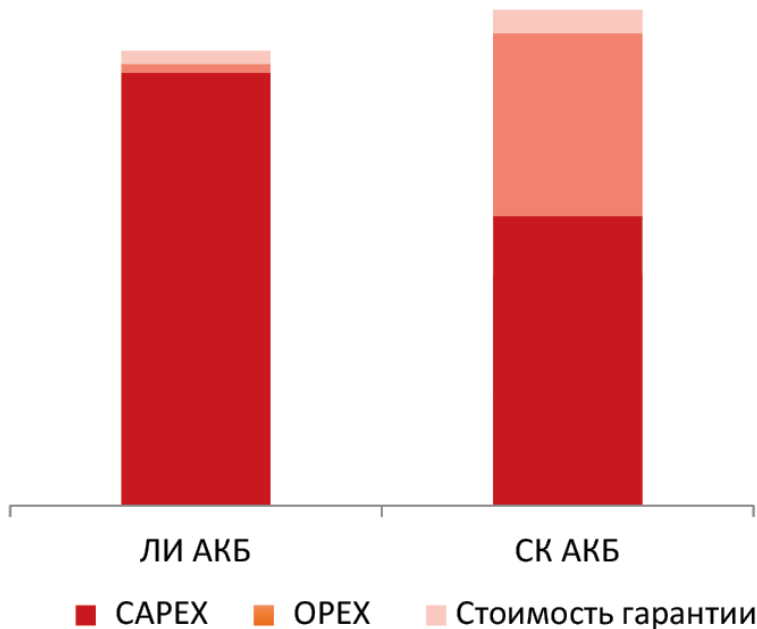


Источник: Eaton



# ТСО. ТИПИЧНЫЙ КОРП. ЦОД

ТСО за 10 лет, усл. ед.



мощность нагрузки 200 кВт  
(40 стоек по 5 кВт)



время автономии от АКБ – 10 мин



стоимость аренды помещения  
за 10 лет – 1000 \$/кв. м.

Источник: iKS-Consulting, Huawei



## ■■■■ АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ: NI-ZN

Никель-цинковые (Ni-Zn) АКБ в сравнении со свинцовыми:

- До 63% меньше занимаемая площадь.
- До 60% меньше нагрузка на пол.
- До 197% (194%) выше удельная мощность по весу (объему)

**Высокая надежность.** Выход из строя элемента ЛИ или СК АКБ приводит к разрыву цепи, слабая ячейка батареи Ni-Zn остается проводящей

**Длительный срок службы, простое обслуживания**

**Экологичность и безопасность.** Не горят. В составе нет опасных кислот и газов

Эффективно работают в диапазоне температур: **от -40 до +43 °C**

**Недостаток** -- повышенная скорость саморазряда после 30–50 циклов: такие батареи, бывшие в эксплуатации, не держат заряд так долго, как новые.



*Источник: ZincFive*



# АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ: SIB/NIB

Натрий -- наиболее перспективная замена литию

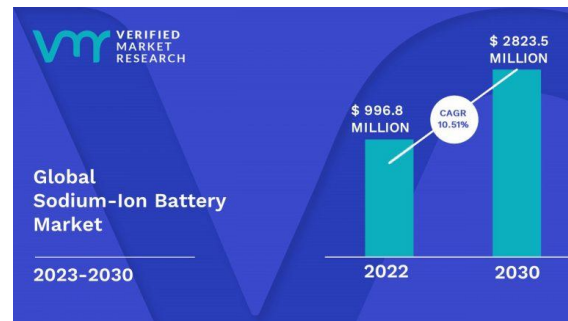
Сходство принципов работы НИ и ЛИ АКБ позволяет задействовать уже существующие линии производства

Разработка НИ АКБ началась в 70-е годы (как и ЛИ), но коммерческие перспективы лучше выглядели у ЛИ АКБ

Когда сфера применения ЛИ АКБ начала включать энергоемкие приложения (э-мобили, СБП и хранения энергия), стало ясно: нужна более дешевая альтернатива с доступной базой исходного сырья.

Хотя НИ АКБ дешевле ЛИ, по массогабаритным характеристикам уступает последнему

## Натрий-ионный АКБ -- sodium-ion battery (NIB or SIB)





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

данные - энергия цифровой экономики

**ИКС**

МЕДИА