# Учебный материал по свинцово-кислотным аккумуляторам

Корбан Б.А., Краснова Е.С.

# ПЛАН ЗАНЯТИЙ

1. Занятие №1. Конструкция и устройство СКА.
2. Занятие №2. Электрические параметры АКБ.
3. Занятие №3. Срок службы и старение АКБ, внешние факторы.
4. Занятие №4. Сравнение серий и типов АКБ. Методы расчета и подбора АКБ.
5. Занятие №5. Разбор наиболее сложных вопросов.

ЭНЕРГОН

# Занятие №1.
# Конструкция и устройство СКА.

# Занятие №1

## 1 ВВЕДЕНИЕ

- ХИТ, СКА
- Реакция

## 2 КЛАССИФИКАЦИЯ

- По назначению
- По типу электродов
- По состоянию эл-та
- По электрич. х-кам
- По технологии

## 3 КОНСТРУКЦИЯ

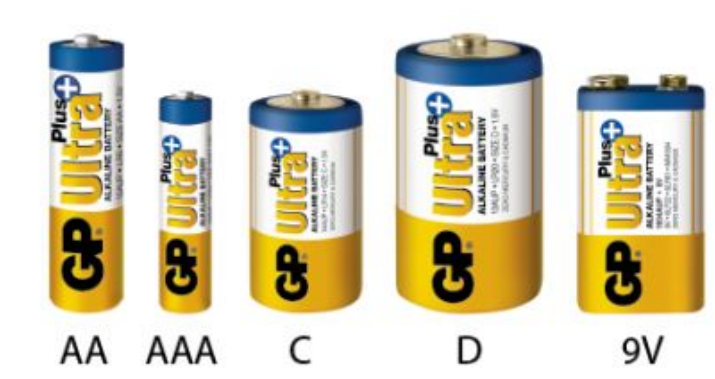
- Решетка
- Активная масса
- Сепаратор
- Элемент/Ячейка
- Корпус
- Клапаны
- Электролит
- Терминалы/Клеммы
- Борн
- МЭС

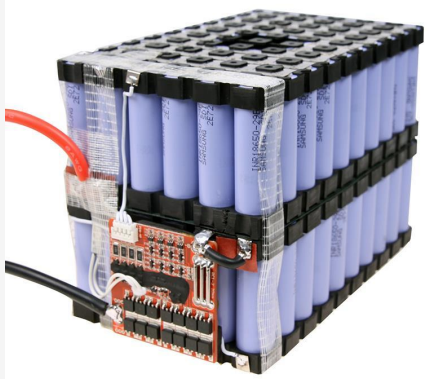
## 4 ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКЦИИ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ

- Состав пасты
- Состав решетки
- Геометрические размеры и пространственное расположение

ЭНЕРГОН

# Первичные и вторичные ХИТ





- Батарейки
- Литий-ионные аккумуляторы

- AGM, AGM+GEL, OPzV, OPzS, GroE

ЭНЕРГОН

# Свинцово-кислотные АКБ

**Свинцово-кислотные аккумуляторы** – вторичный источник тока принцип работы которого основан на электрохимических реакциях свинца и диоксида свинца в сернокислотной среде.

Во время разряда происходит восстановление диоксида свинца на аноде и окисление свинца на катоде. При заряде протекают обратные реакции, к которым в конце заряда добавляется реакция электролиза воды, сопровождающаяся выделением кислорода и водорода.

Химическая реакция (слева направо — разряд, справа налево — заряд):

Катод : $(-)PbO_2 + 3H^+ + HSO_4^- + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$

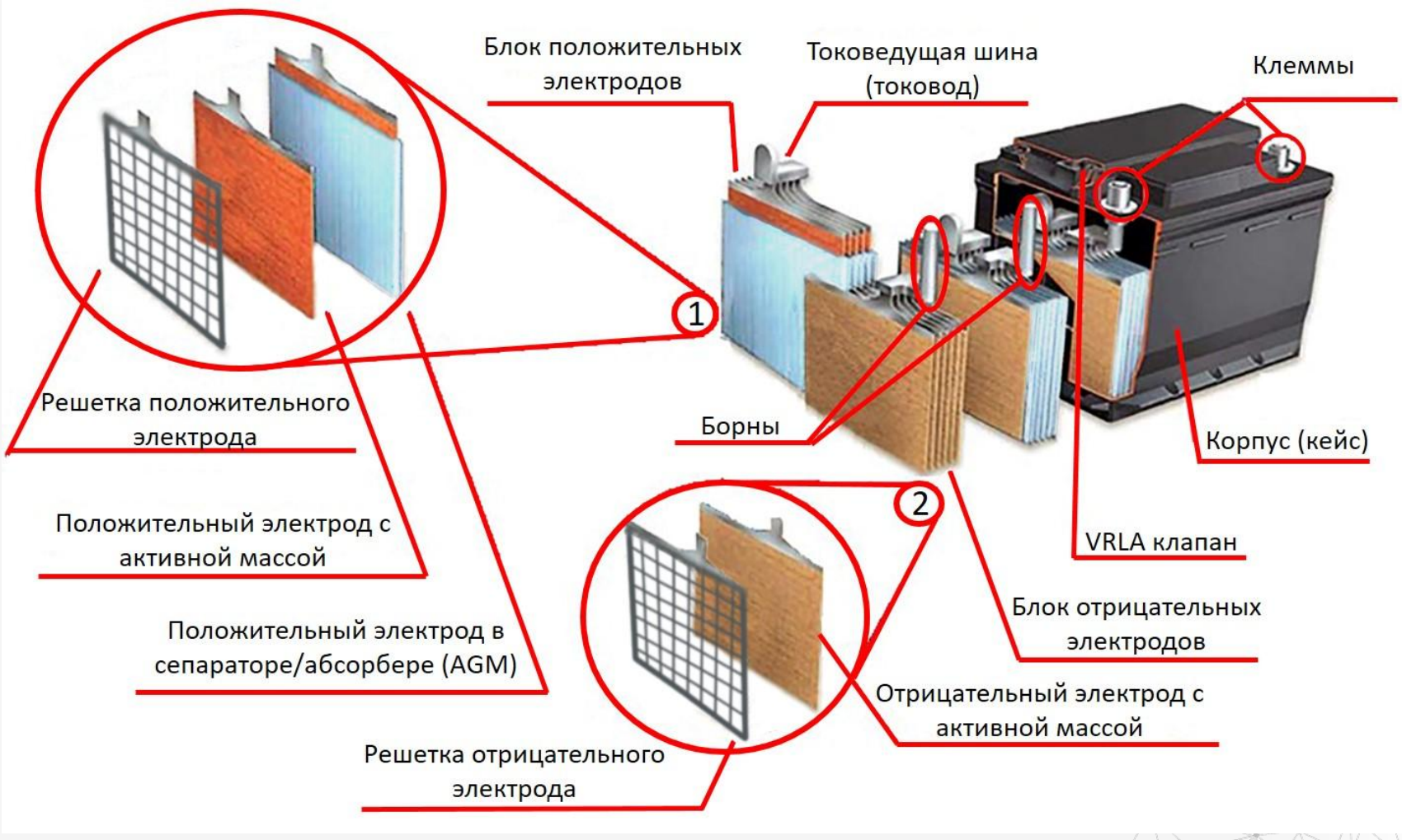
Анод : $(+)Pb + H2SO_4^- \rightarrow PbSO_4 + H^+ + 2e^-$

Суммарная реакция: $PbO_2 + Pb + 2H_2SO_4 \rightarrow 2PbSO_4 + 2H_2O$

при разряде аккумулятора серная кислота из электролита вступает в реакцию и плотность электролита падает, а при заряде, когда серная кислота выделяется в раствор электролита из сульфатов, плотность электролита растёт.

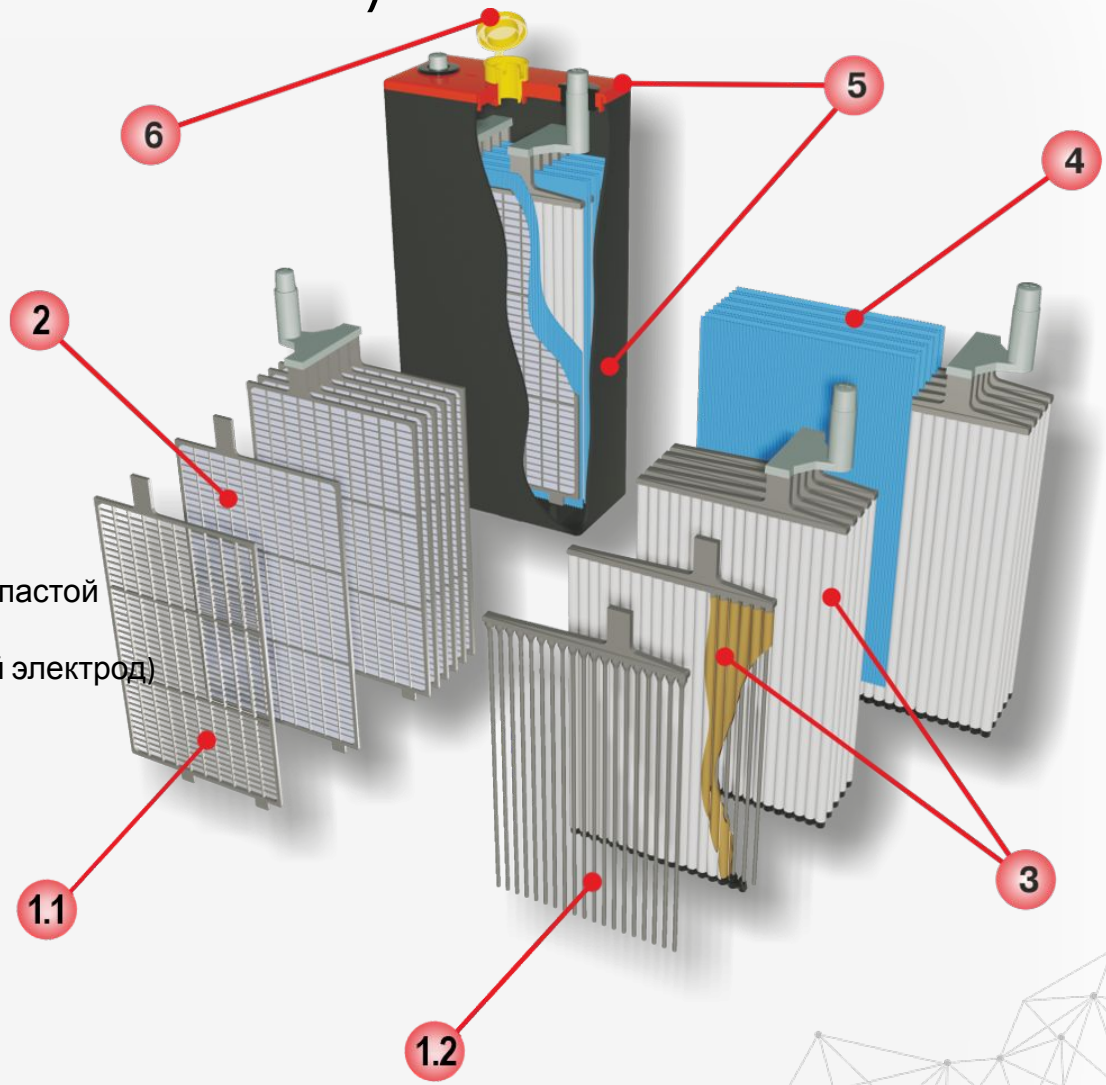
ЭНЕРГОН

# Конструкция СКА




ЭНЕРГОН

# Конструкция Opz (панцирные пластины)




1.1 Токопроводящая решетка

1.2 Токопроводящая стержневая рамка

2. Отрицательный электрод с намазной пастой

3. Панцирный электрод (положительный электрод)

4. Сепаратор

5. Корпус и крышка

6. Пробка с откидной крышкой

ЭНЕРГОН

# Занятие №2.
# Электрические параметры АКБ.

# Занятие №2

## 1 ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

- Емкость
- Напряжение
- Заряд

## 2 МЕТОДЫ ЗАРЯДА И ПАРАМЕТРЫ

- Пост. напряжением
- Пост. током
- Смешанный метод

## 3 РЕЖИМЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ

- Циклический
- Поддерживающий / Флотирующий
- Буферный
- Выравнивающий заряд
- Термическая компенсация
- Балансиры

## 4 РАЗРЯДНЫЕ ТАБЛИЦЫ

- Постоянным током
- Постоянной мощностью
- Емкости на разных интервалах

ЭНЕРГОН

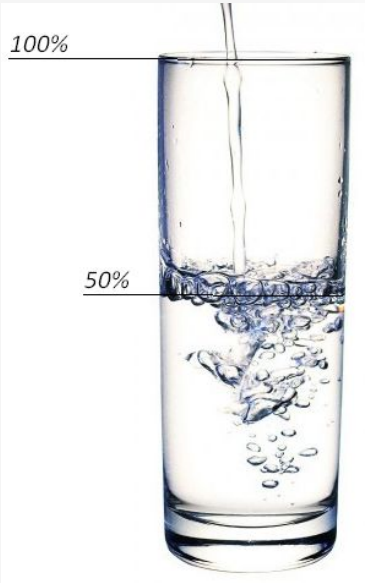
# Емкость, заряд и напряжение

**Емкость** – номинальная величина, а **заряд** – фактическое значение, которое отражает, какой объем энергии из возможного запасен в батарее, т.е. заряд – это % от емкости.

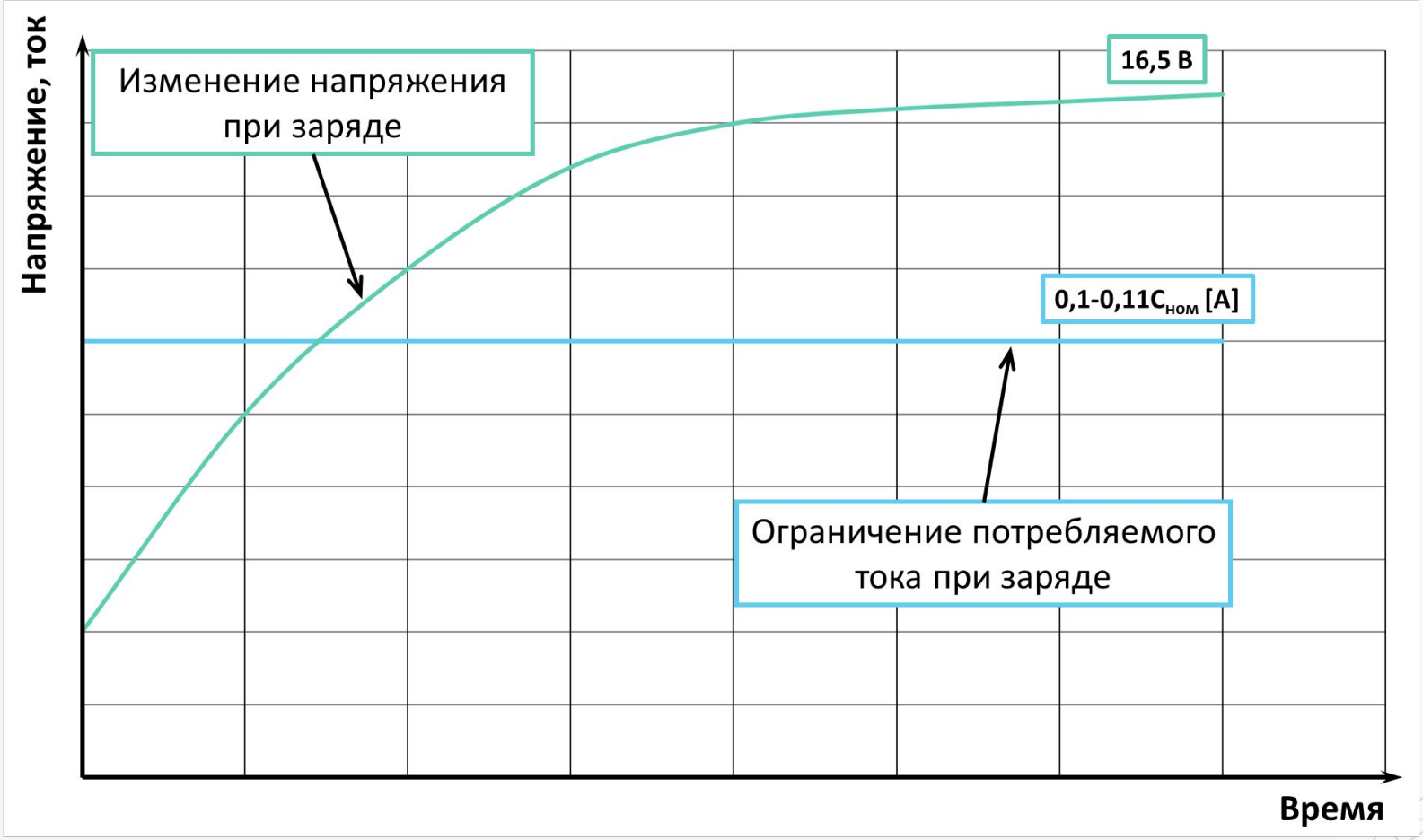
**Емкость** определяется при 100% заряженном аккумуляторе.

Физически **заряд** обозначает, какое количество вещества из максимально возможного восстановлено в аккумуляторе на электродах.

Так же **напряжение** холостого хода (ХХ) батареи зависит от уровня заряда. Чем выше заряд, тем выше напряжение батареи.



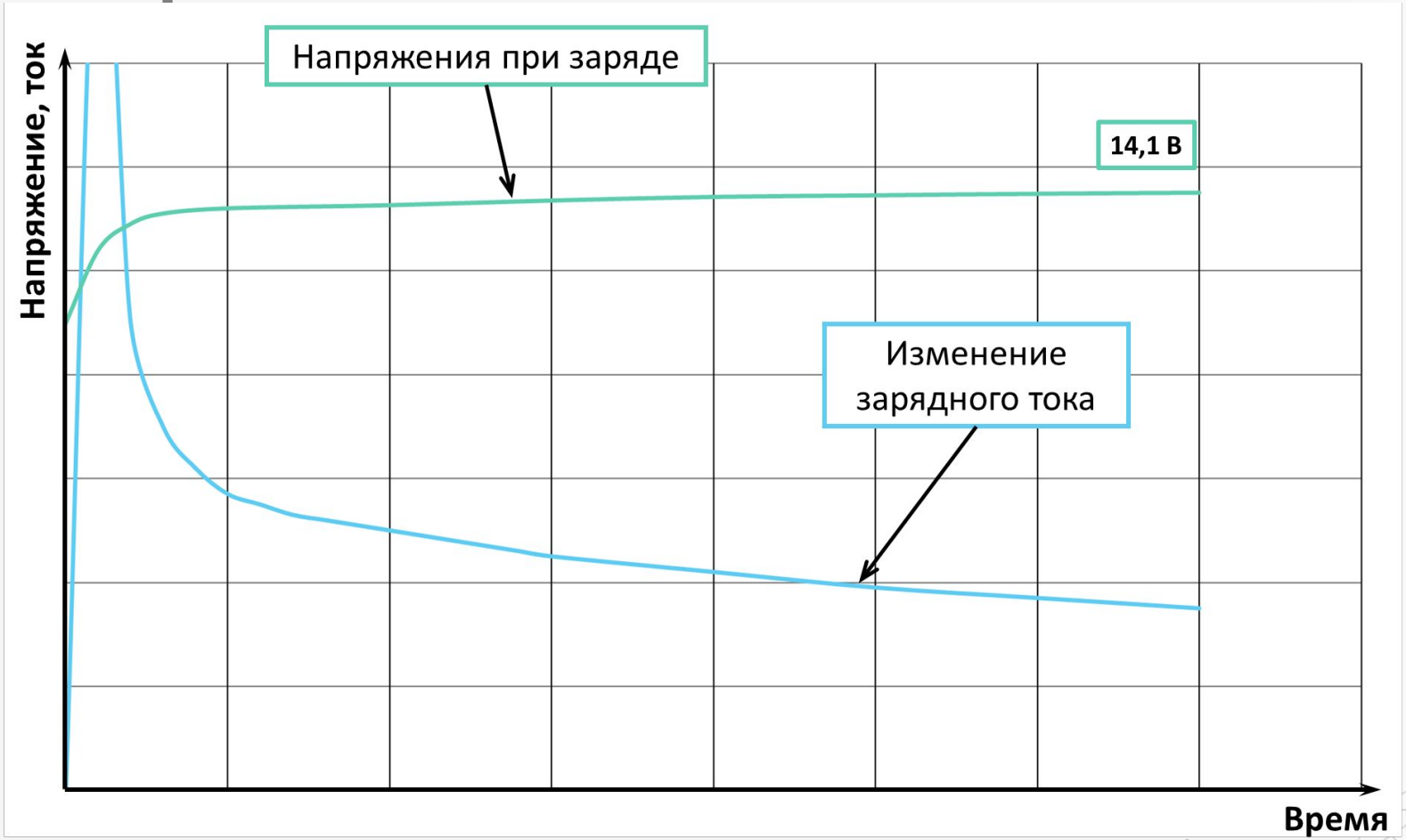
# Методы заряда
## Заряд постоянным током




ЭНЕРГОН

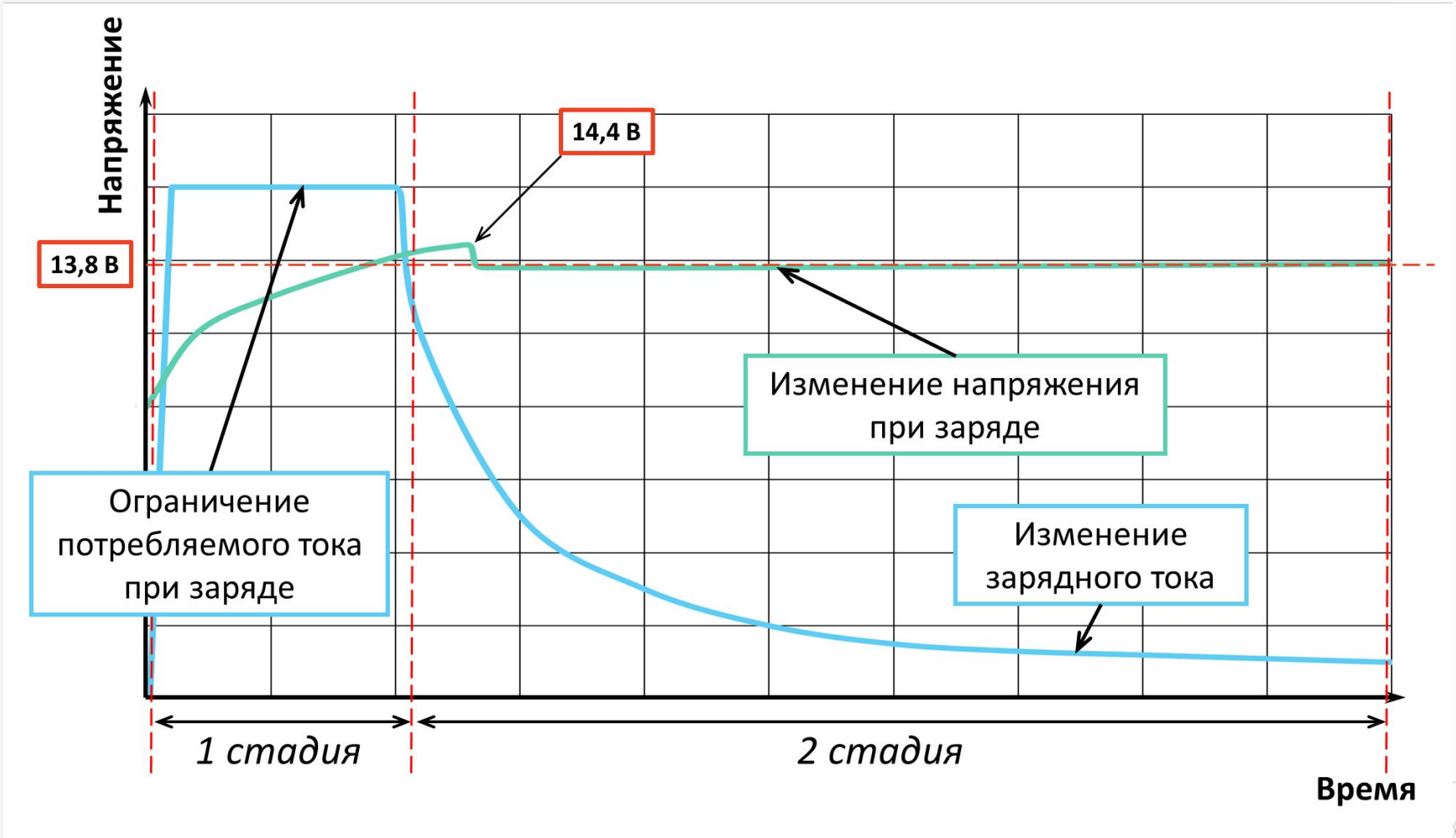
# Методы заряда

## Заряд постоянным напряжением

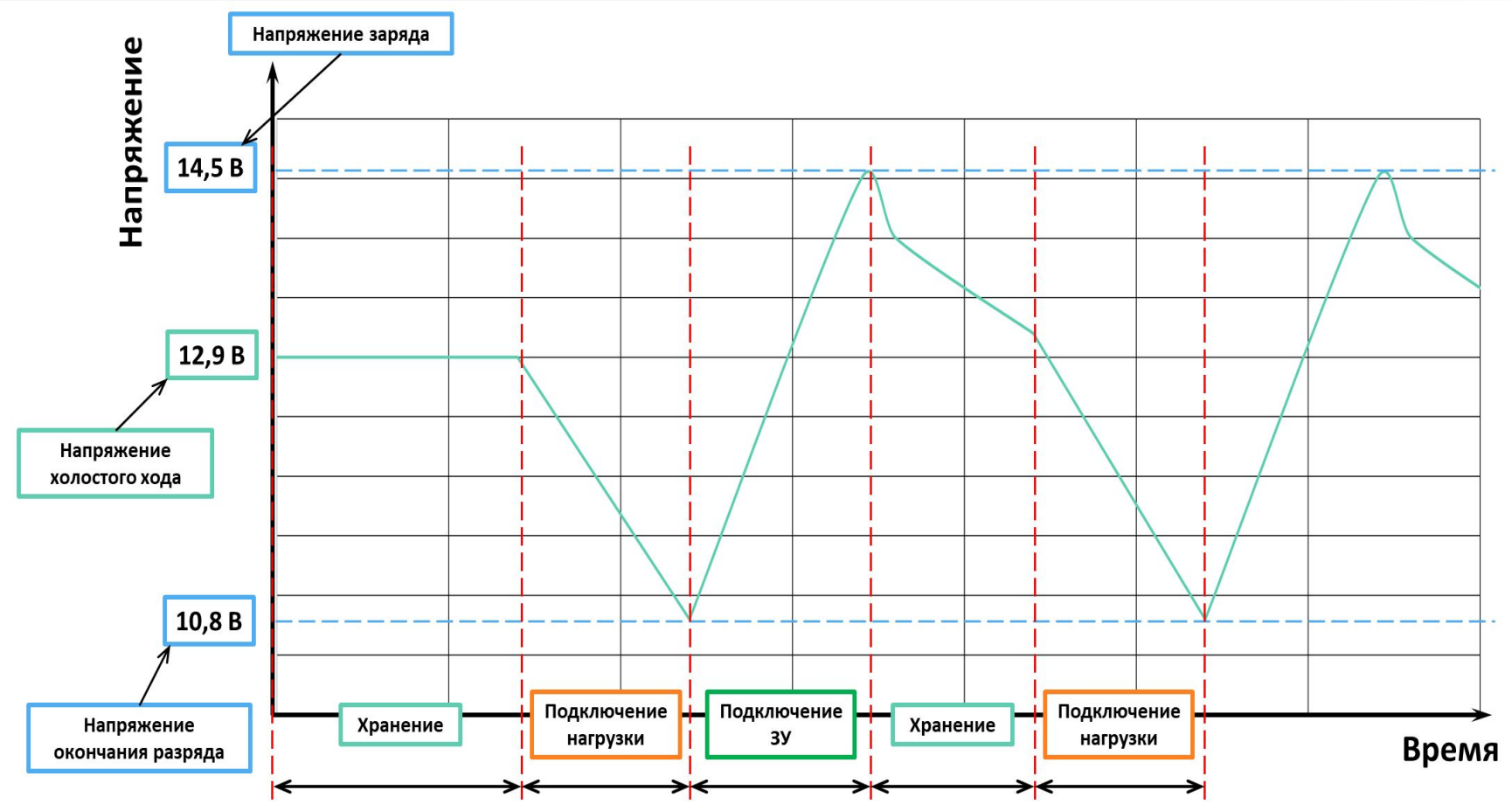



ЭНЕРГОН

# Методы заряда
## Смешанный метод

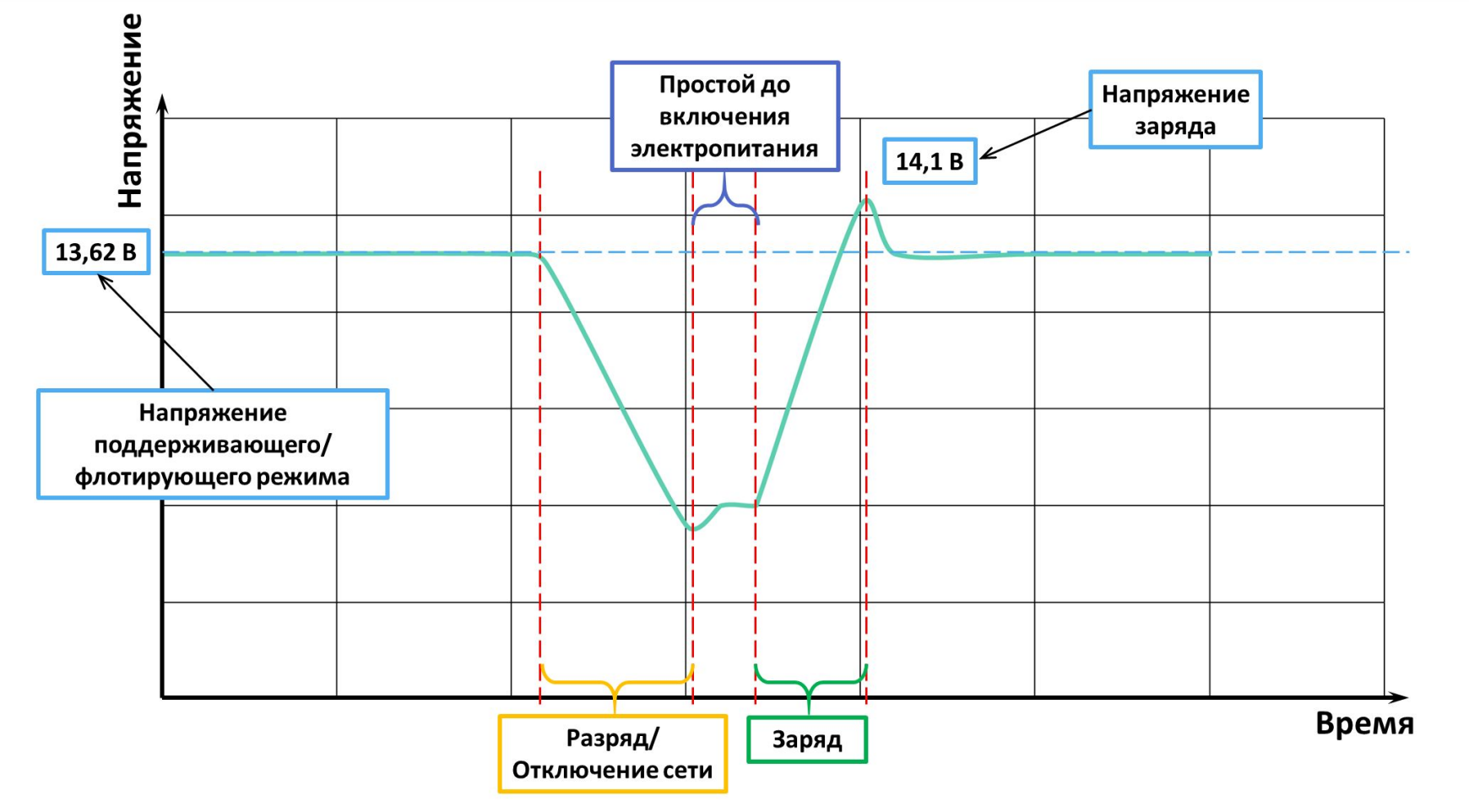


# Режимы эксплуатации
## Циклический

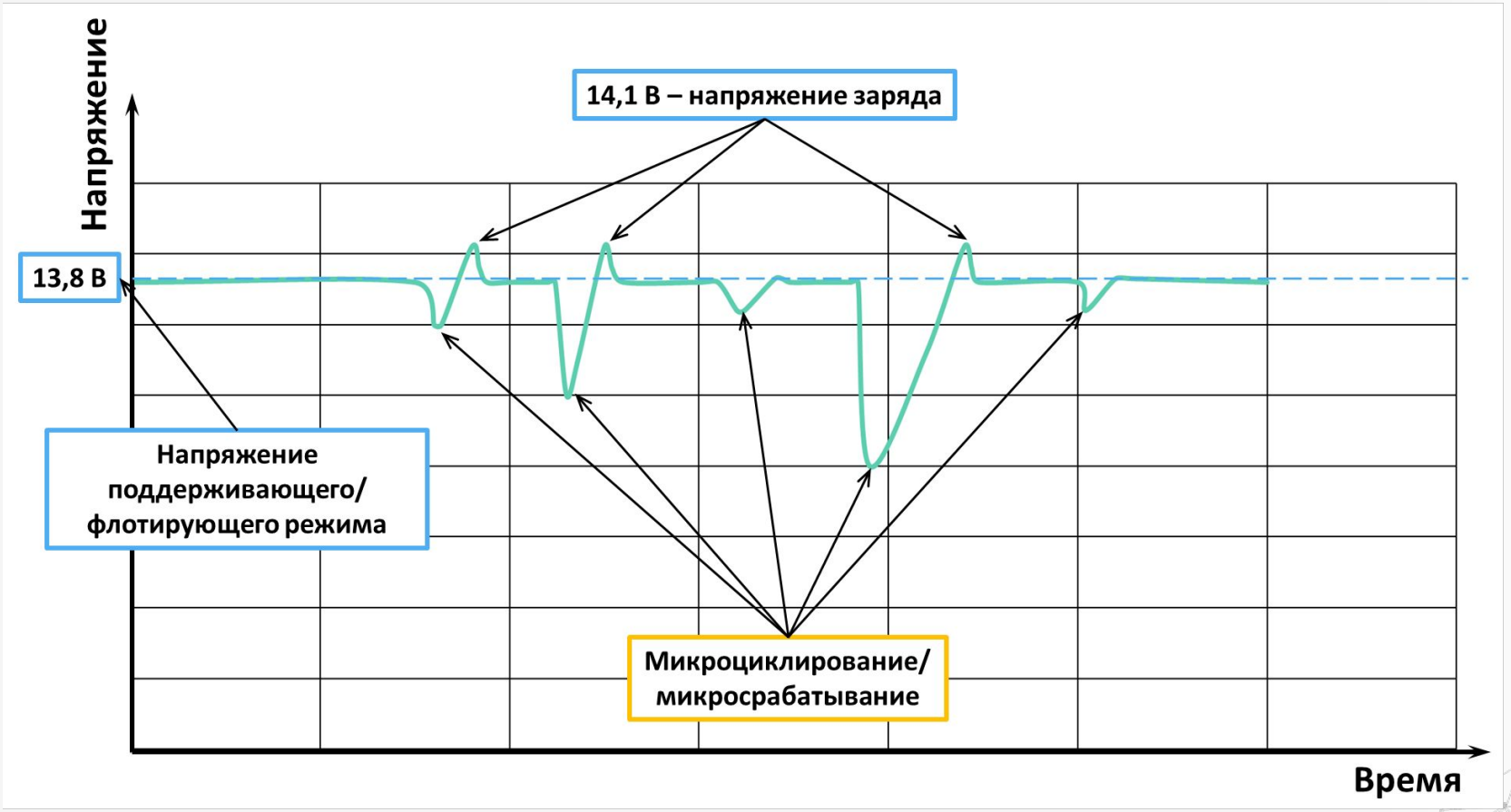



ЭНЕРГОН

# Режимы эксплуатации
## Поддерживающий/флотирующий

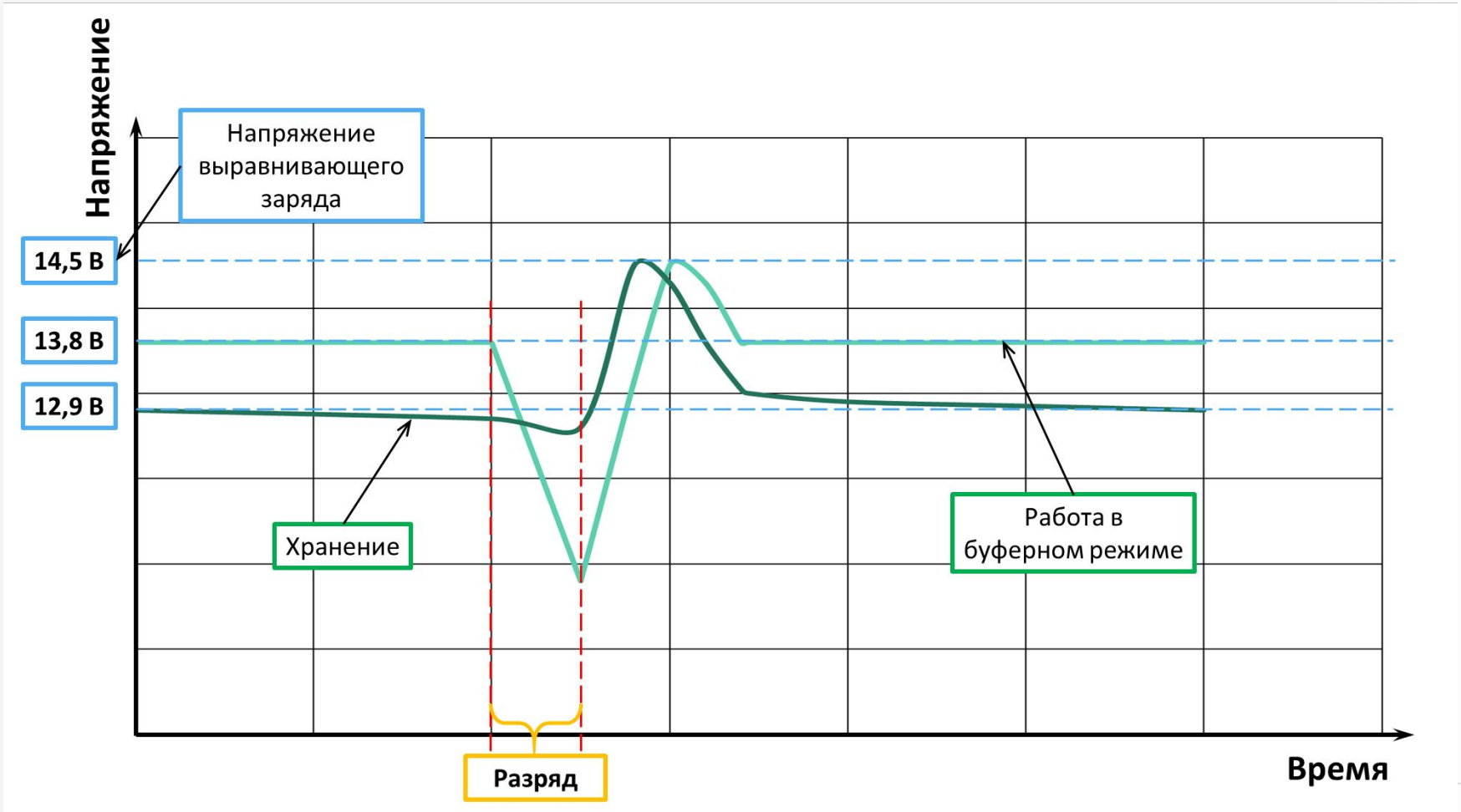


# Режимы эксплуатации
## Буферный




ЭНЕРГОН

# Режимы эксплуатации
## Выравнивающий заряд




ЭНЕРГОН

# Режимы эксплуатации
# Термическая компенсация

## Параметры напряжения поддерживающего режима

| Модель | Напряжение на концевых выводах батареи, В/эл, при **20°C** | Напряжение на концевых выводах батареи, В/эл, при **25°C** |
|---|---|---|
| Все модели серий OPzV | 2,25 | 2,23 |
| Все модели серий FT-M, FTS-X | 2,30 | 2,27 |
| Все модели серий DTM-L, HR, HR-W, HRL-X, HRL-W, GX, STC, GSC | 2,30 | 2,27 |
| Все модели серий DT, DTM | 2,32 | 2,30 |

## Параметры напряжения циклического

| Модель | Напряжение заряда в циклическом режиме, В/эл, при **20°C** | Напряжение заряда в циклическом режиме, В/эл, при **25°C** |
|---|---|---|
| Все модели серий OPzV | 2,35 | 2,33 |
| Все модели серий FT-M, FTS-X | 2,40 | 2,38 |
| Все модели серий DTM-L, HR, HR-W, HRL-X, HRL-W, GX, STC, GSC | 2,37 | 2,35 |
| Все модели серий DT, DTM | 2,47 | 2,45 |

ЭНЕРГОН

# Занятие №3.
## Срок службы и старение АКБ, внешние факторы

# Занятие №3

## 1 СРОК СЛУЖБЫ СКА

- Циклический режим
- Флотирующий/ Поддерживающий режим
- Буферный режим
- Смешанный режим
- Остаточная емкость
- DoD и SoC

## 2 ДЕГРАДАЦИЯ И РАЗРУШЕНИЕ

- Коррозия решетки
- Деградация активной массы
- Сульфатация
- Высыхание
- Замерзание
- Термический разгон и вздутие
- Короткое замыкание внутреннее и внешнее
- Обрывы МЭС
- Разгерметизация

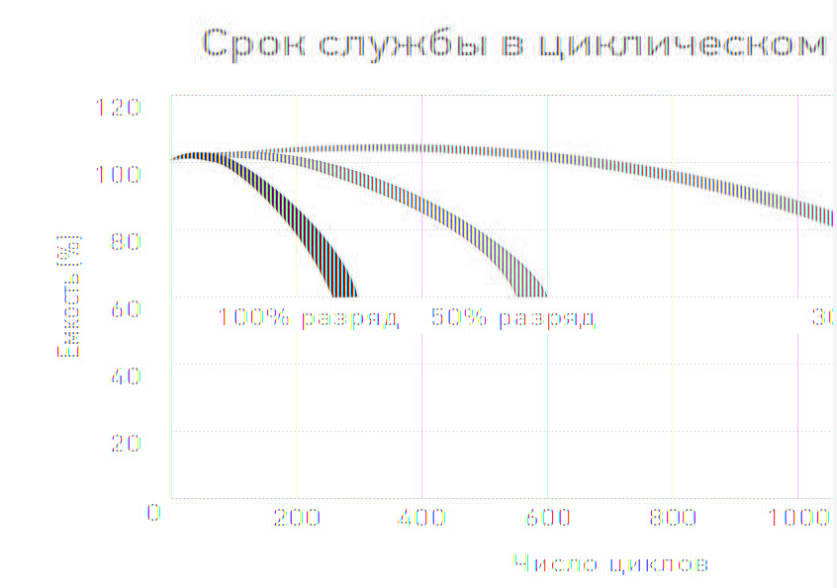
## 3 МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

- ГОСТ Р МЭК
- Тестеры емкости
- КТЦ
- Проводимость
- Вн. сопротивление

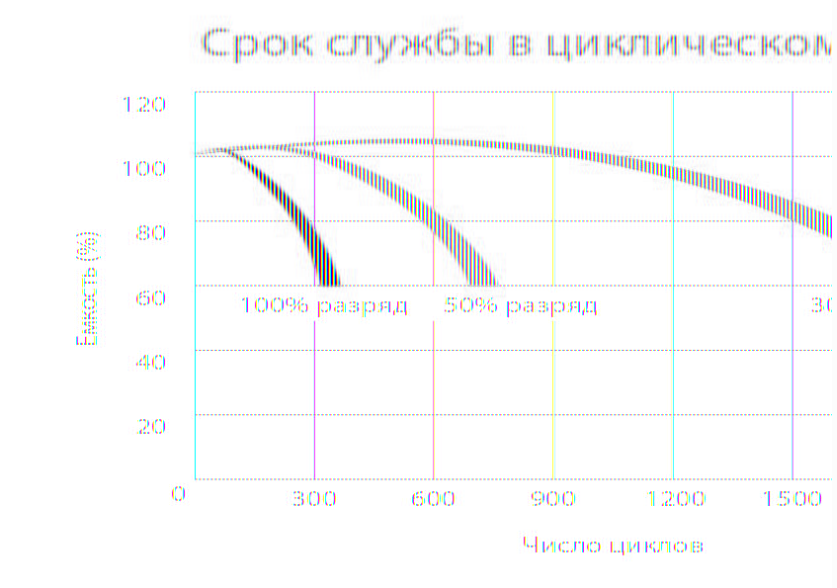
ЭНЕРГОН

# Срок службы
# Циклический режим

## HRL 12-100 X



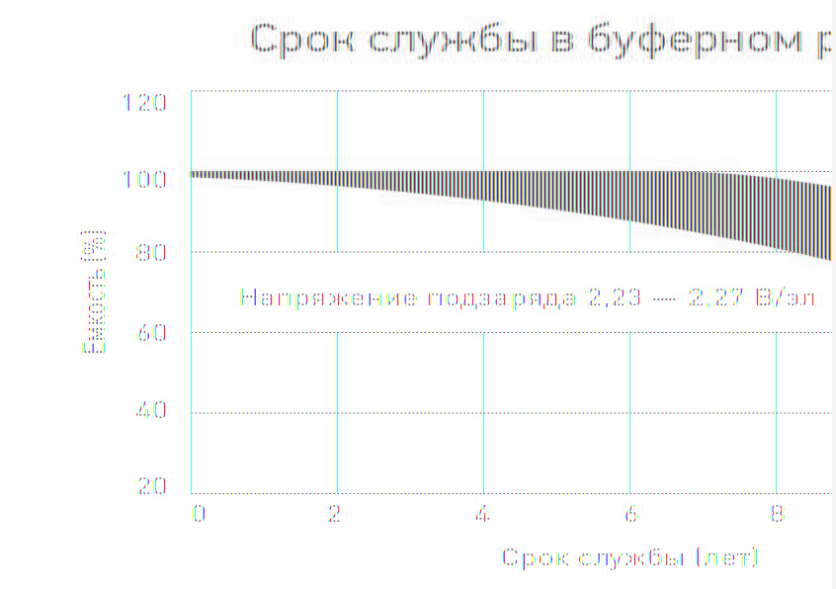

## GX 12-100



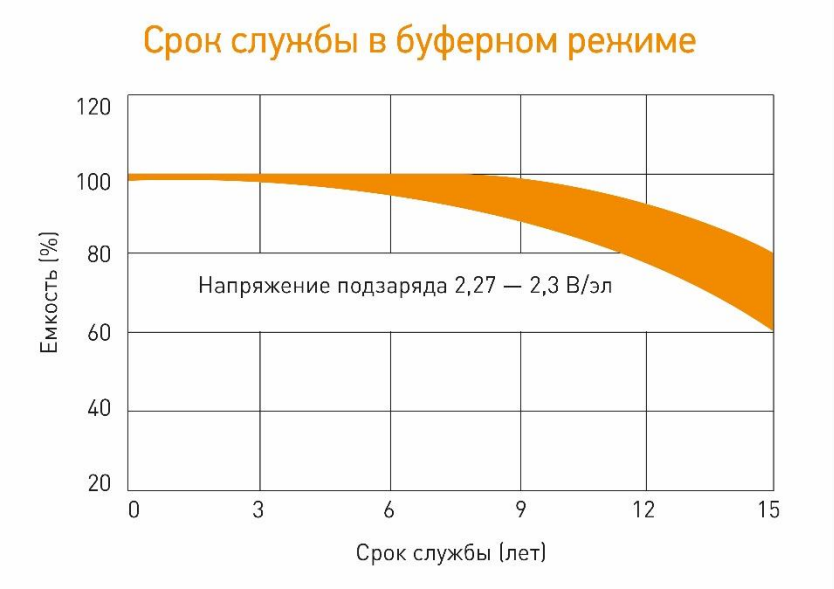

ЭНЕРГОН

# Срок службы
# Буферный режим

## HRL 12-100 X

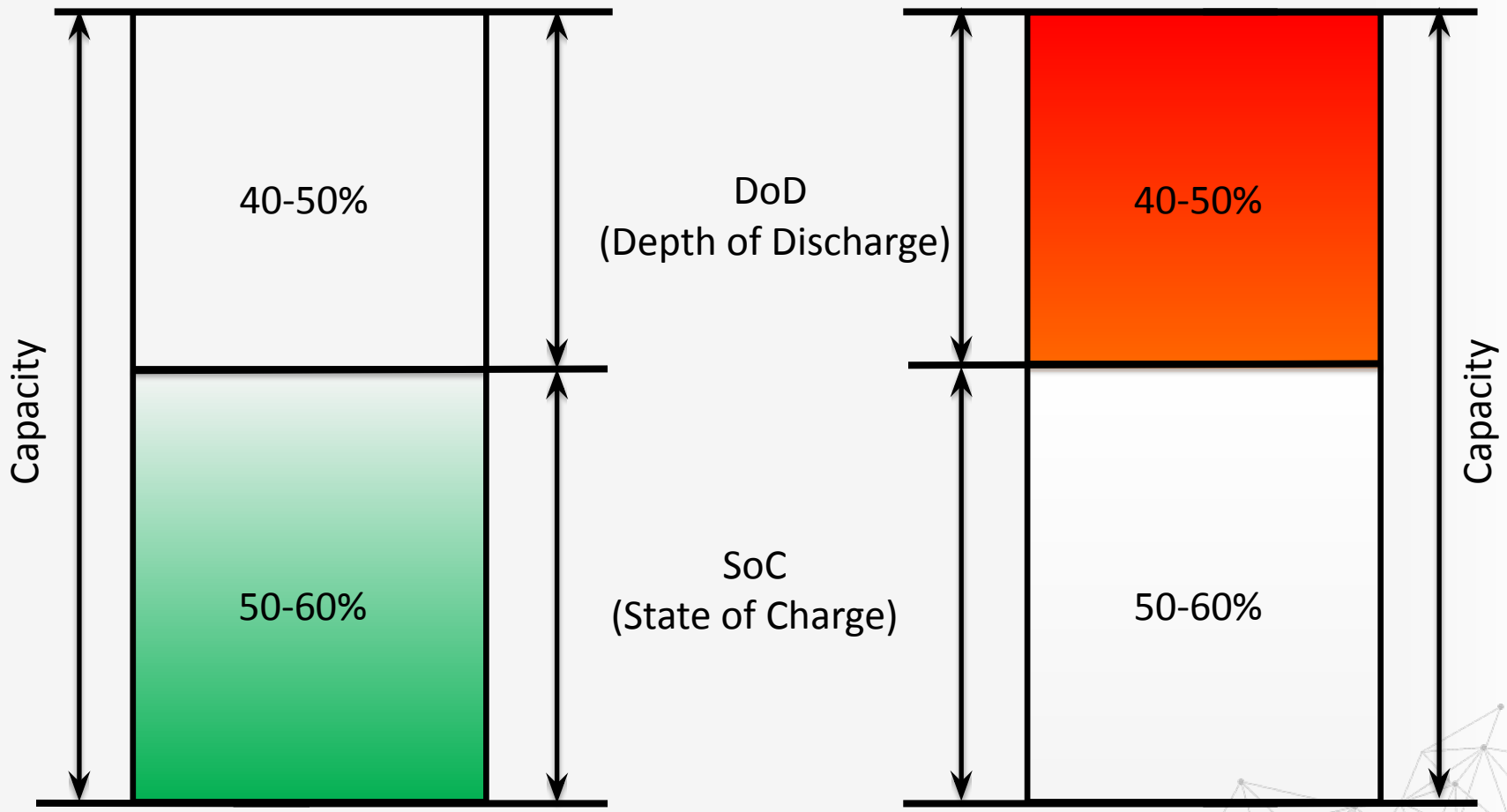



## GX 12-100




ЭНЕРГОН

# Остаточная емкость и глубина разряда



# Деградация активной массы

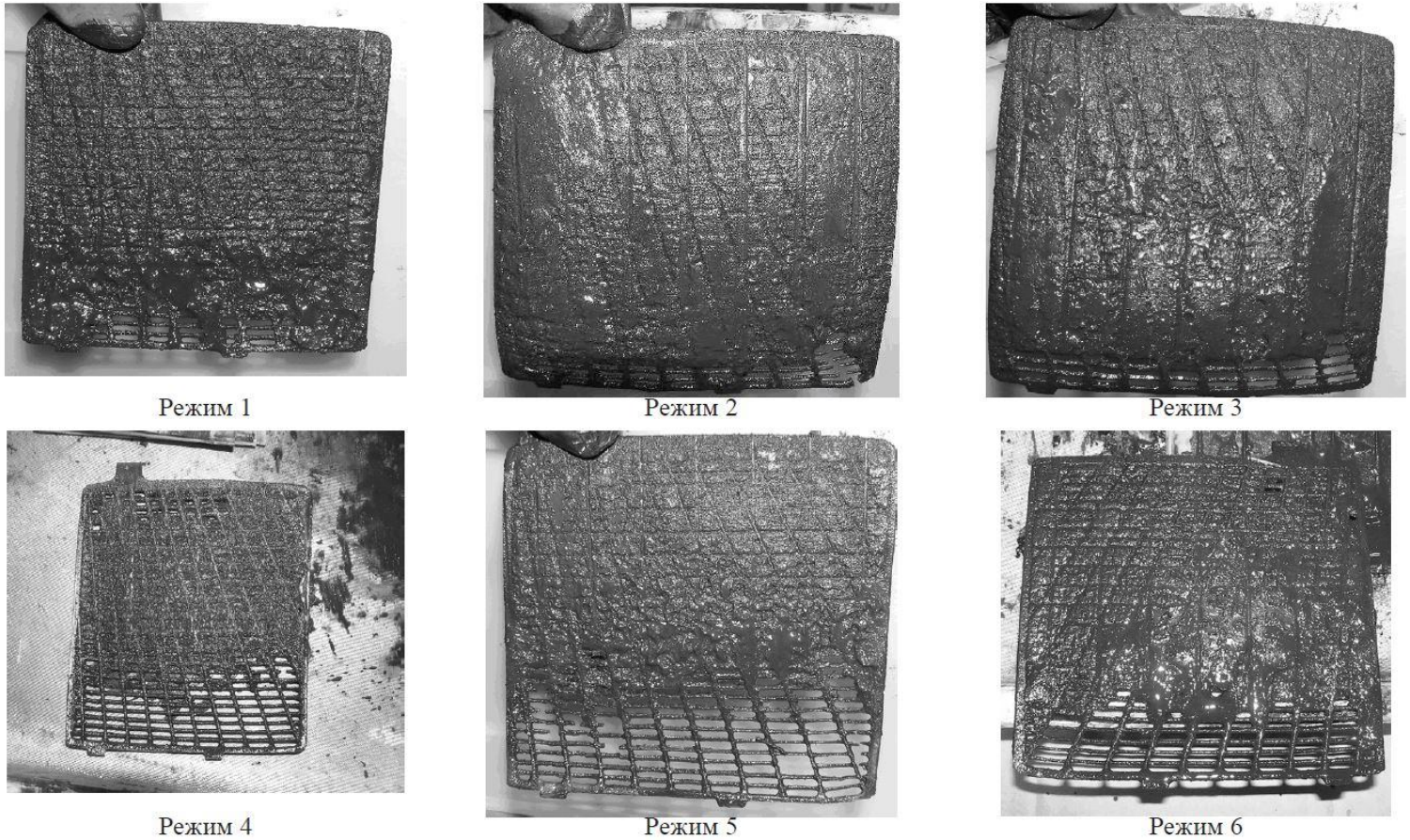



Рис. 3. Внешний вид положительных электродов после испытаний на ресурс в зависимости от режима заряда

ЭНЕРГОН

# Тестеры емкости

**Емкость – 8,55 Ач**
**Напряжение – 12,77 В**

**Емкость – 7,5 Ач**

**Емкость – 6,6 Ач**
**Напряжение – 12,6 В**

**Емкость – 3,0 Ач**

ЭНЕРГОН

# Занятие №4.
# Методы расчета и подбора АКБ. Сравнение серий и типов.

# Занятие №4

## 1 ПАРАМЕТРЫ ПОДБОРА И СРАВНЕНИЯ

- Срок службы
- Номинальная емкость или время автономии системы
- Вн. сопротивление
- Габариты, вес
- Ток КЗ
- Разрядные х-ки на разных интервалах
- Полярность и тип клемм
- Макс. разрядный ток
- Разрядные х-ки на разных интервалах

## 2 РАСЧЕТ АВТОНОМИИ

- Формула расчета
- Пример расчета
- Сравнение разрядных HRL-W
- Немного ТОЭ

## 3 Методы тестирования

- ГОСТ Р МЭК
- Тестеры емкости

ЭНЕРГОН

# Параметры подбора

## DELTA BATTERY — DTM 12100 L

12В 100Ач

Герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы DELTA серии DTM L изготавливаются по технологии AGM (электролит, абсорбированный в стекловолоконном сепараторе) и оснащены VRLA клапанами. Серия DTM L относится к линейке Long Life со сроком службы до 12 лет.

Благодаря широкому ассортименту и высоким эксплуатационным характеристикам, рекомендованы для применения в различных системах бесперебойного питания, в том числе требовательных электрических приборов (погружных и циркуляционных насосов и котлов систем отопления), аварийного энергоснабжения, прочих электрических устройствах.

### Конструкция батареи

| Компонент | Полож. пластина | Отриц. пластина | Корпус | Крышка | Клапан | Клеммы | Сепаратор | Электролит |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Материал | Диоксид свинца | Свинец | ABS | | Каучук | Медь | Стекловолокно | Серная кислота |

### Технические характеристики

Номинальное напряжение....12 В
Число элементов....6
Срок службы....10-12 лет
Номинальная емкость (25°С)
10 часовой разряд (10 А; 1,80 В/эл)....100 Ач
5 часовой разряд (17 А; 1,75 В/эл)....84 Ач
1 часовой разряд (63 А; 1,60 В/эл)....63 Ач
Саморазряд....3% емкости в месяц при 20°С
Внутреннее сопротивление полностью заряженной батареи (25°С)....5 мОм

### Рабочий диапазон температур

Разряд....-20÷60°С
Заряд....-10÷60°С
Хранение....-20÷60°С
Макс. разрядный ток (25°С)....900А (5с)
Циклический режим (2,35÷2,4 В/эл)
Макс.зарядный ток....30 А
Температурная компенсация....30 мВ/°С
Буферный режим (2,25÷2,3 В/эл)
Температурная компенсация....20 мВ/°С

### Сферы применения

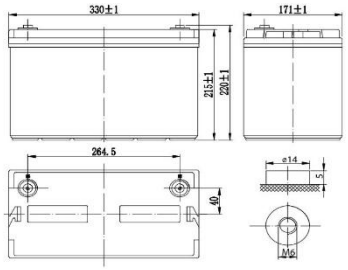
- Источники бесперебойного питания
- Источники резервного энергоснабжения
- Системы отопления и водоснабжения
- Электро-медицинское оборудование, инвалидные коляски
- Терминалы самообслуживания
- Насосы, котлы систем отопления

### Особенности

- Технология AGM позволяет рекомбинировать до 99% выделяемого газа;
- Нет ограничений на воздушные перевозки;
- Соответствие требованиям UL, IEC, Гост Р;
- Легированные кальцием свинцовые пластины обеспечивают низкий саморазряд, высокую конструктивную прочность решетки;
- Необслуживаемые. Не требует долива воды;
- Высокая плотность энергии;
- Корпус аккумулятора выполнен из пластика ABS, не поддерживающего горение.

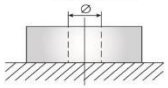
### Габариты (±2мм)

Длина, мм....330
Ширина, мм....171
Высота, мм....215
Полная высота, мм....220
Вес (±3%), кг....29




Корпус
В

Тип клемм
под болт М6



## DELTA BATTERY — DTM 12100 L

12В 100Ач

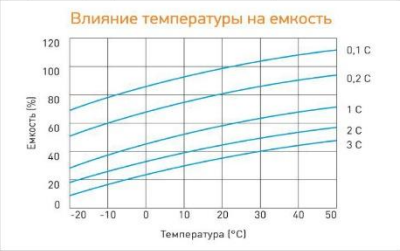
### Разряд постоянным током, А (при 25°С)

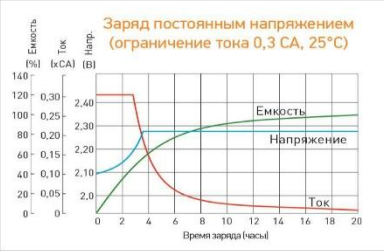
| В/эл-т | 5 мин | 10 мин | 15 мин | 30 мин | 45 мин | 1 ч | 3 ч | 5 ч | 10 ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,60 | 296 | 212 | 173 | 102 | 75,9 | 63,1 | 26,8 | 18,3 | 10,8 |
| 1,65 | 281 | 205 | 166 | 98,1 | 74,3 | 59,5 | 26,6 | 17,6 | 10,6 |
| 1,70 | 251 | 185 | 153 | 90,6 | 68,9 | 58,6 | 26,2 | 17,3 | 10,5 |
| 1,75 | 234 | 173 | 143 | 87,7 | 67,3 | 57,6 | 25,9 | 16,8 | 10,3 |
| 1,80 | 217 | 162 | 134 | 85,9 | 66,0 | 54,7 | 24,3 | 16,5 | 10,0 |

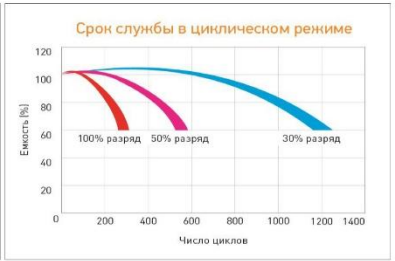
### Разряд постоянной мощностью, Вт/эл-т (при 25°С)

| В/эл-т | 5 мин | 10 мин | 15 мин | 30 мин | 45 мин | 1 ч | 3 ч | 5 ч | 10 ч |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1,60 | 542 | 384 | 326 | 193 | 143 | 116 | 49,7 | 35,2 | 20,5 |
| 1,65 | 515 | 381 | 312 | 186 | 140 | 110 | 49,6 | 34,1 | 20,3 |
| 1,70 | 477 | 354 | 297 | 173 | 131 | 109 | 48,9 | 33,7 | 20,2 |
| 1,75 | 452 | 341 | 285 | 169 | 128 | 108 | 48,8 | 33,0 | 20,1 |
| 1,80 | 439 | 329 | 274 | 166 | 127 | 103 | 45,9 | 32,5 | 19,2 |

*(Примечание) Приведенные выше данные по характеристикам являются средними значениями, полученными в результате проведения 3 контрольно-тренировочных циклов, и не являются номинальными по умолчанию.*






*Перед началом использования внимательно ознакомьтесь с инструкцией по эксплуатации.*

**DELTA** - промышленные аккумуляторные батареи, представленные на российском рынке с 2001 г.

**DELTA** предлагает различные серии аккумуляторных батарей, оптимизированных в зависимости от назначения: от систем телекоммуникаций и связи до источников бесперебойного питания и мототехники.

Продукция постоянно совершенствуется, поэтому фирма-изготовитель оставляет за собой право вносить изменения без предварительного уведомления.

# Расчет автономии

- **Мощность потребителя** переменного тока $S_{потреб}$ или $P_{потреб}$ (в крайнем случае мощность ИБП) *(Если приводится значение полной мощности ($S_{потреб}$) потребителя, то необходимо знать значение cosφ, если коэффициент мощности не известен, то нужно предупредить заказчика, что при расчёте будет взят **cosφ=1**, что может привести к запасу мощности на 20-30%)*;
- **Коэффициент полезного действия ИБП** (***η***);
- **Количество аккумуляторных батарей –** **n**, подключаемых к ИБП или номинальное напряжение ИБП – $U_{ном}$, на стороне постоянного тока;
- **Глубину разряда аккумуляторных батарей ($U_{разр}$);**
- Время автономной работы – время в течении которого потребитель работает от АКБ.
- Нам необходимо рассчитать значение мощности на один элемент, которой будут разряжаться аккумуляторы (**m – количество элементов в аккумуляторе**):

$$P_{элемент} = \frac{P_{потреб}}{n \cdot m \cdot \eta} = \frac{S_{потреб} \cdot cos\varphi}{(U_{ном}/2В) \cdot \eta}$$

ЭНЕРГОН

# Расчет автономии

***Пример***

1. Мощность ИБП – 100 [кВА]
2. *cosφ*=0.8
3. КПД 0,94 (или 94%)
4. 32шт. двенадцати-вольтовых аккумуляторных батареи (не фронт-терминальные);
5. Конечное напряжение разряда 1,6 [В/эл];
6. Время автономной работы – 25 минут.

$$P_{\text{элемент}} = \frac{P_{\text{потреб}}}{n \cdot m \cdot \eta} = \frac{S_{\text{потреб}} \cdot cos\varphi}{(U_{\text{ном}}/2\text{В}) \cdot \eta} = \frac{100 \cdot 10^3 \cdot 0.8}{32 \cdot 6 \cdot 0.94} = 443.26\ [\text{Вт/эл}]$$

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ

- Security Force
- Optimus
- DELTA DT

- BOCTOK CK
- BOCTOK CX
- BOCTOK TC

- DELTA DTM
- DELTA DTM L
- DELTA DTM I
- DELTA GEL
- DELTA HR
- DELTA HR-W
- DELTA HRL-X
- DELTA GX
- DELTA FT-M

- DELTA HRL-W
- DELTA FTS-X
- DELTA GSC
- DELTA STC
- DELTA OPzV
- DELTA OPzS

- DELTA CT
- DELTA EPS
- DELTA EPS MF

- Red Energy RE
- Red Energy DS
- Red Energy RS

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ
## Optimus, Security Force, DELTA DT

**ОПС**

- Системы безопасности
- Электронные кассовые аппараты
- Системы контроля доступа
- Системы аварийного освещения
- Геофизическое и геодезическое оборудование

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ
# ВОСТОК СК, DELTA DTM, DTM L, DTM

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ
# DELTA HR, HR-W, HRL-X, HRL-W

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ
# ВОСТОК СХ, DELTA GEL, GX

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ
# ВОСТОК ТС, DELTA FT-M, FTS-X

ЭНЕРГОН

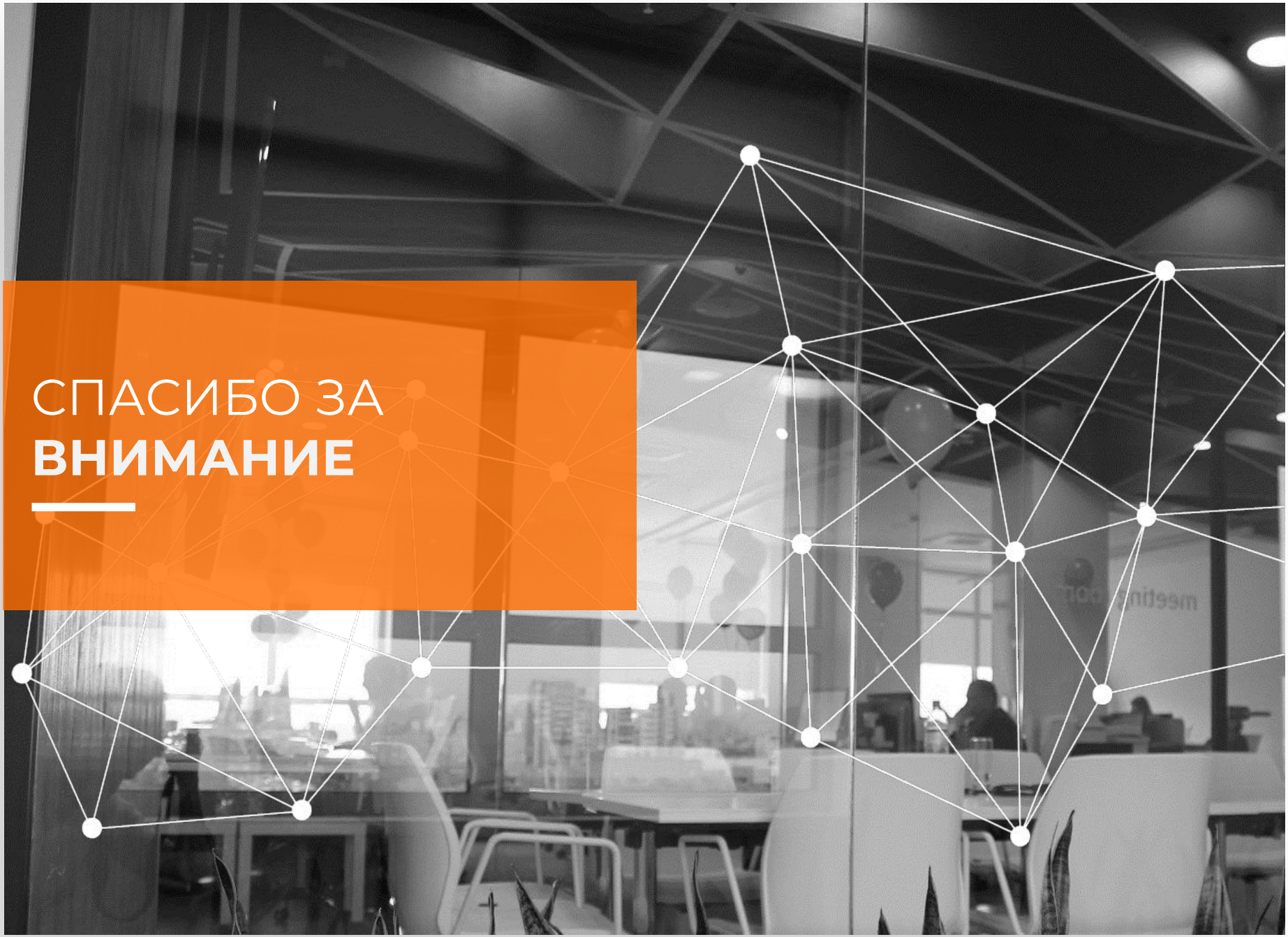
# Серии АКБ
# DELTA CT, EPS, EPS MF, Red Energy DS, RS

ЭНЕРГОН

# Серии АКБ
# DELTA OPz, STC, GSC

ЭНЕРГОН

# Занятие №5.
# Разбор наиболее сложных вопросов.



# СПАСИБО ЗА **ВНИМАНИЕ**