



# 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.

# 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

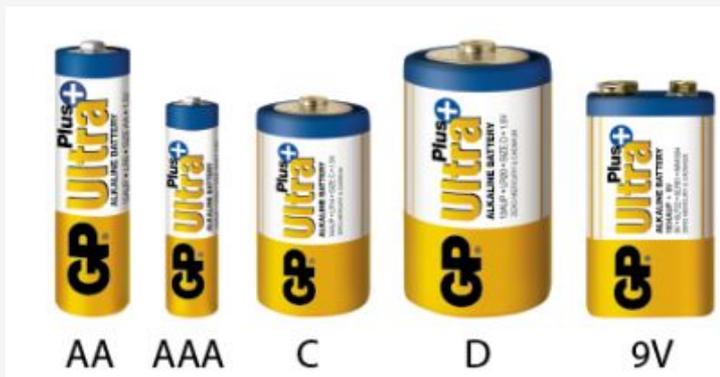
## 3 КОНСТРУКЦИЯ

- 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

# Первичные и вторичные ХИТ



● Батарейки



● Литий-ионные аккумуляторы



● AGM, AGM+GEL, OPzV, OPzS, GroE

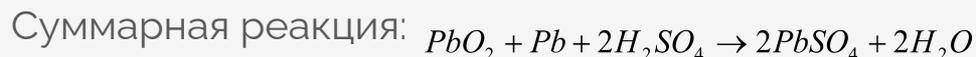


# Свинцово-кислотные АКБ

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

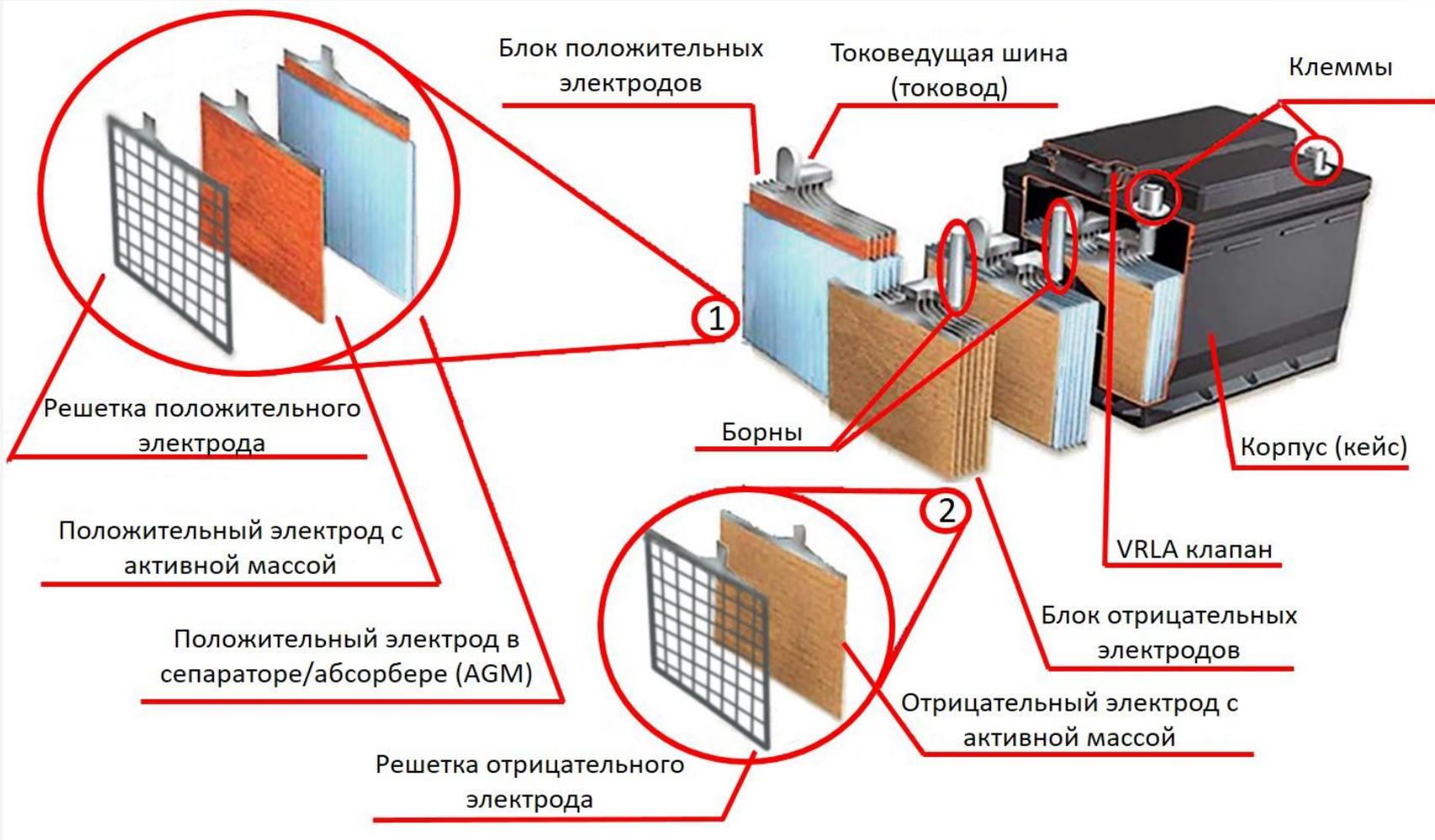
Во время разряда происходит восстановление диоксида свинца на аноде и окисление свинца на катоде. При заряде протекают обратные реакции, которым в конце заряда добавляется реакция электролиза воды, сопровождающаяся выделением кислорода и водорода.

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



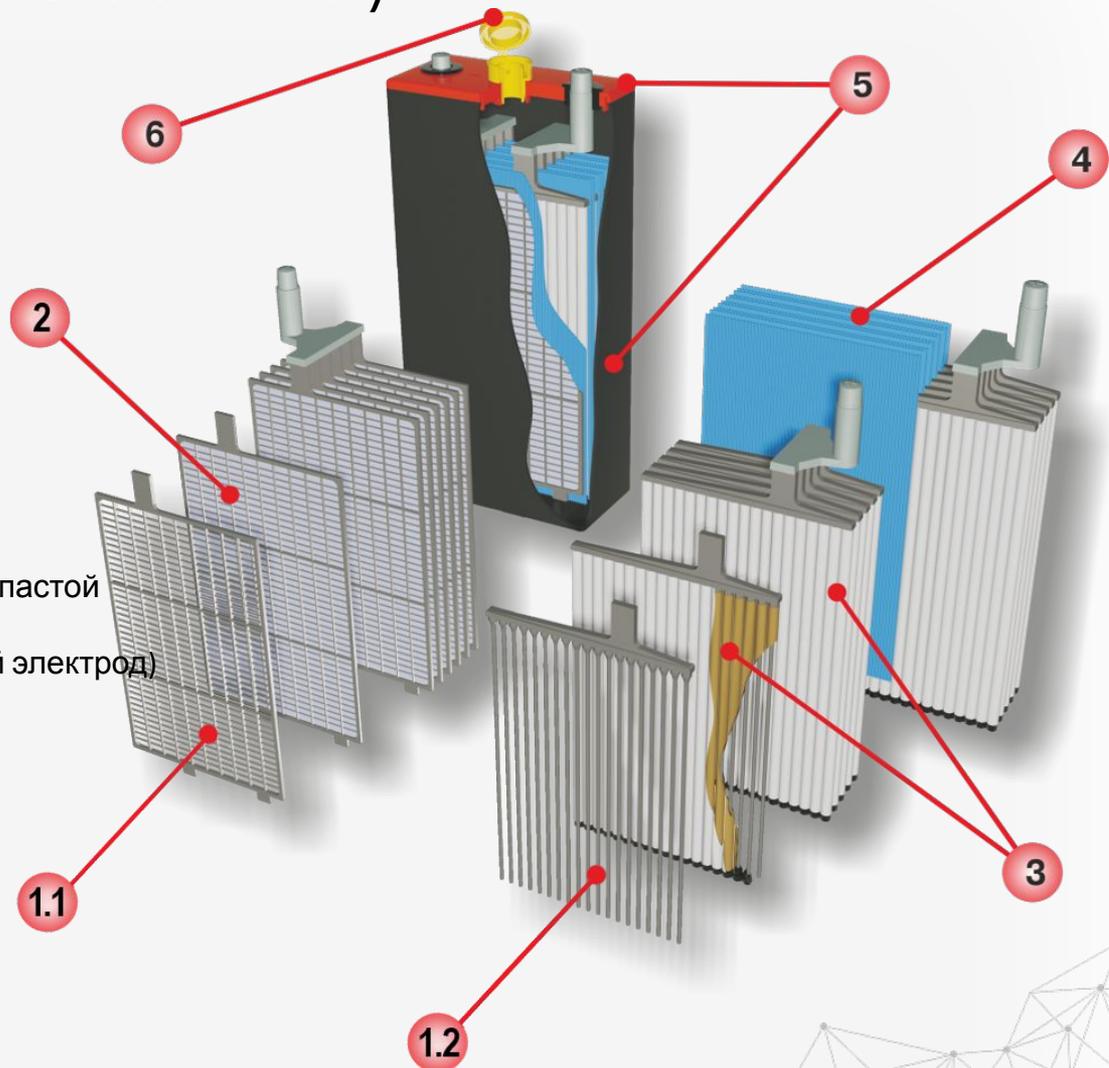
при разряде аккумулятора серная кислота из электролита вступает в реакцию и плотность электролита падает, а при заряде, когда серная кислота выделяется в раствор электролита из сульфатов, плотность электролита растёт.

# Конструкция СКА



# Конструкция Опз (панцирные пластины)

- 1.1 Токпроводящая решетка
- 1.2 Токпроводящая стержневая рамка
- 2. Отрицательный электрод с намазной пастой
- 3. Панцирный электрод (положительный электрод)
- 4. Сепаратор
- 5. Корпус и крышка
- 6. Пробка с откидной крышкой



# 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 И

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

## 4 РАЗРЯДНЫЕ ТАБЛИЦЫ

- Постоянным током
- Постоянной мощностью
- Емкости на разных интервалах

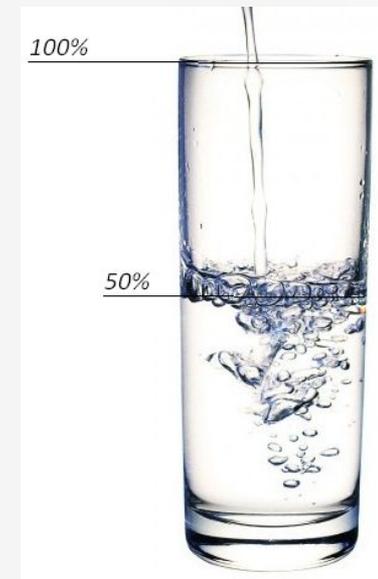
# Емкость, заряд и напряжение

**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.

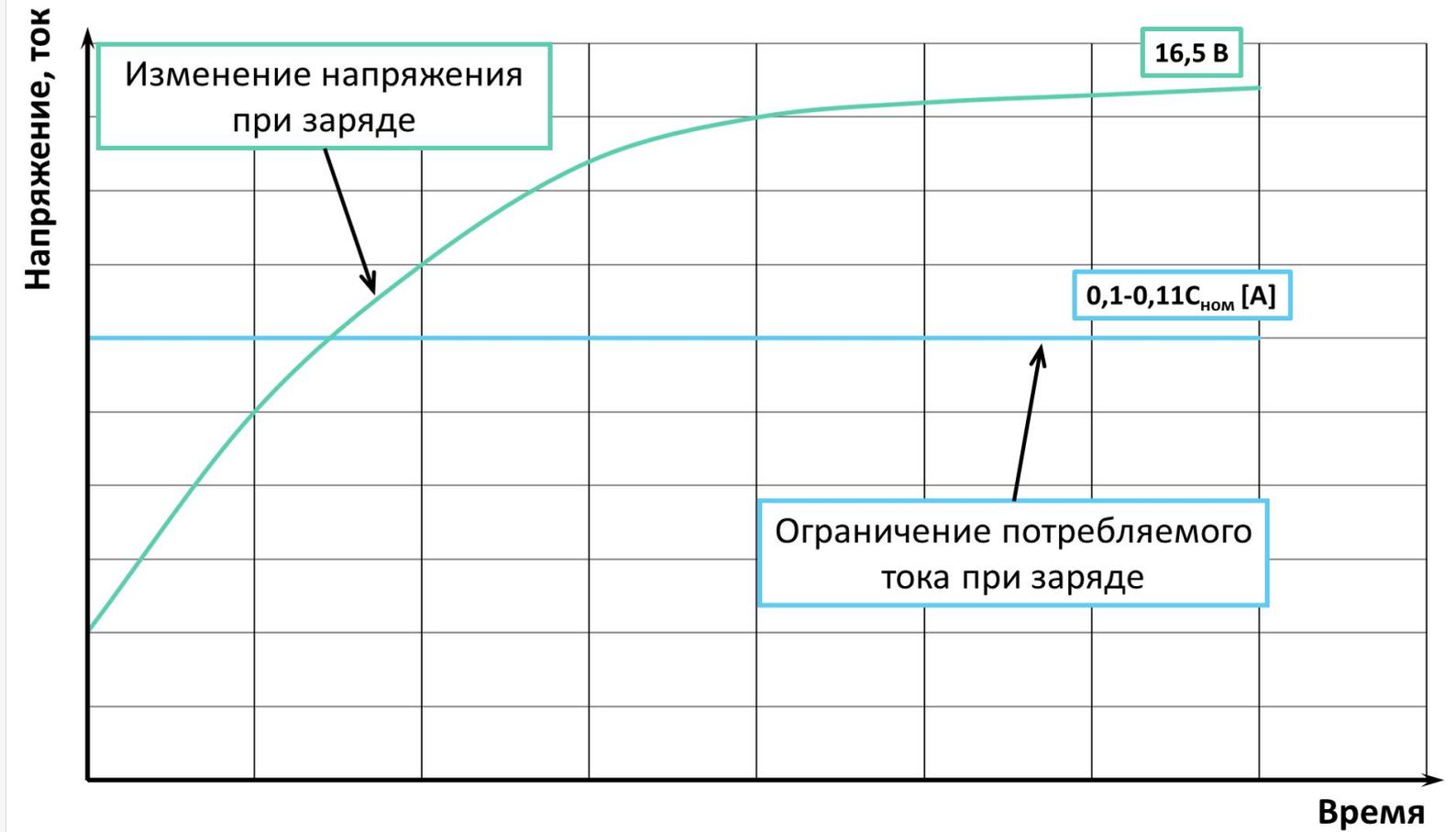
Физически **заряд** обозначает, какое количество вещества из максимально возможного восстановлено в аккумуляторе на электродах.

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



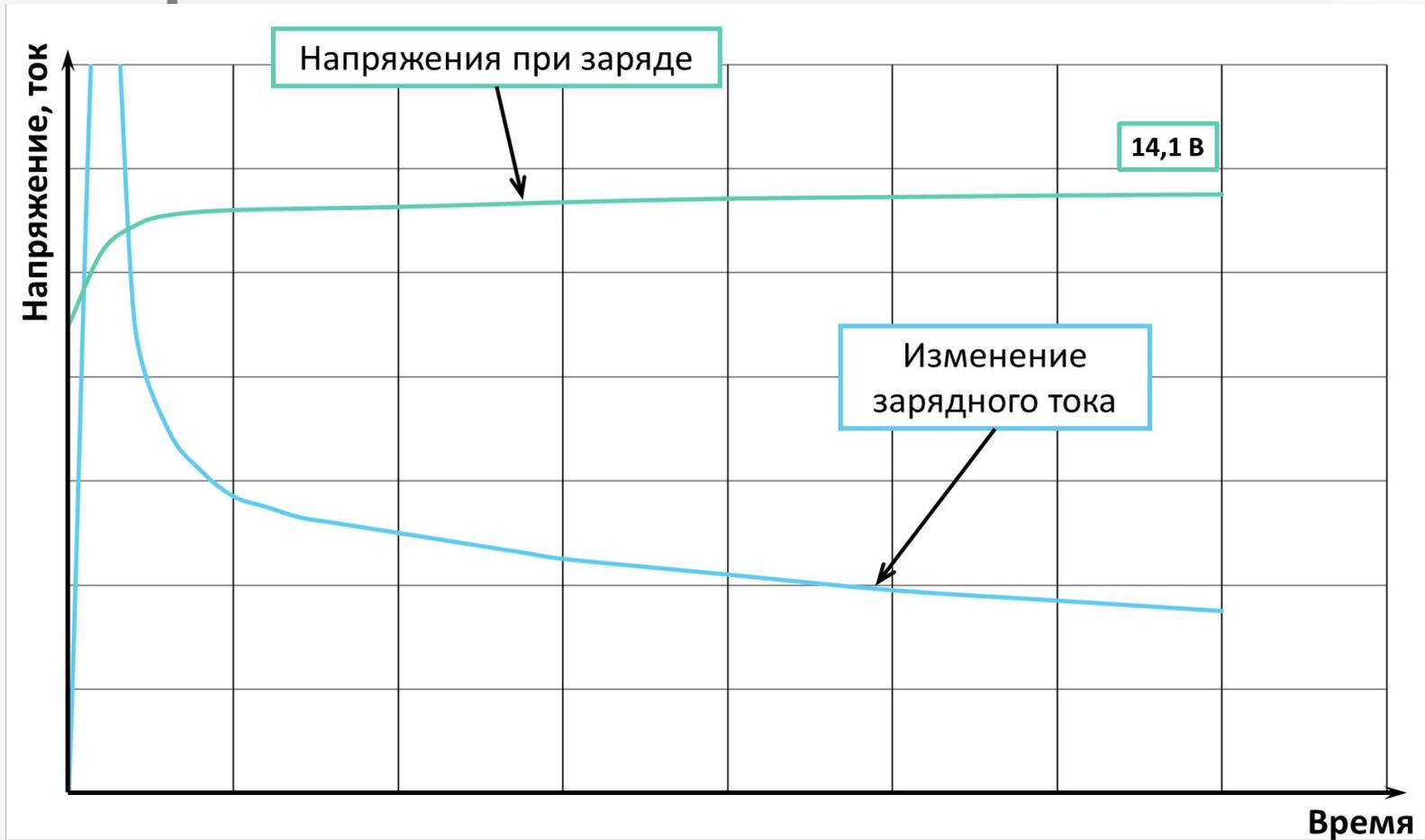
# Методы заряда

## Заряд постоянным током



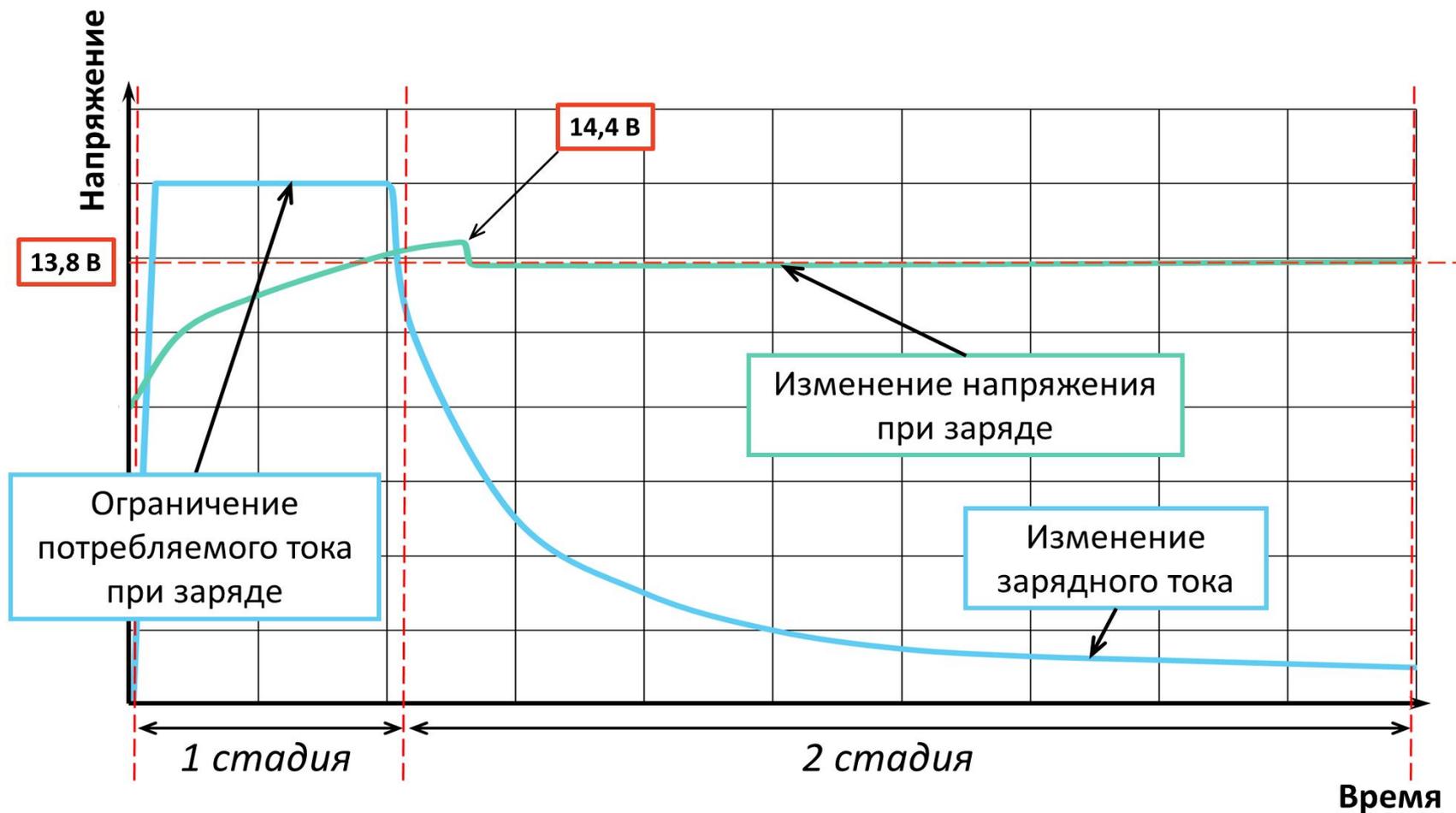
# Методы заряда

## Заряд постоянным напряжением



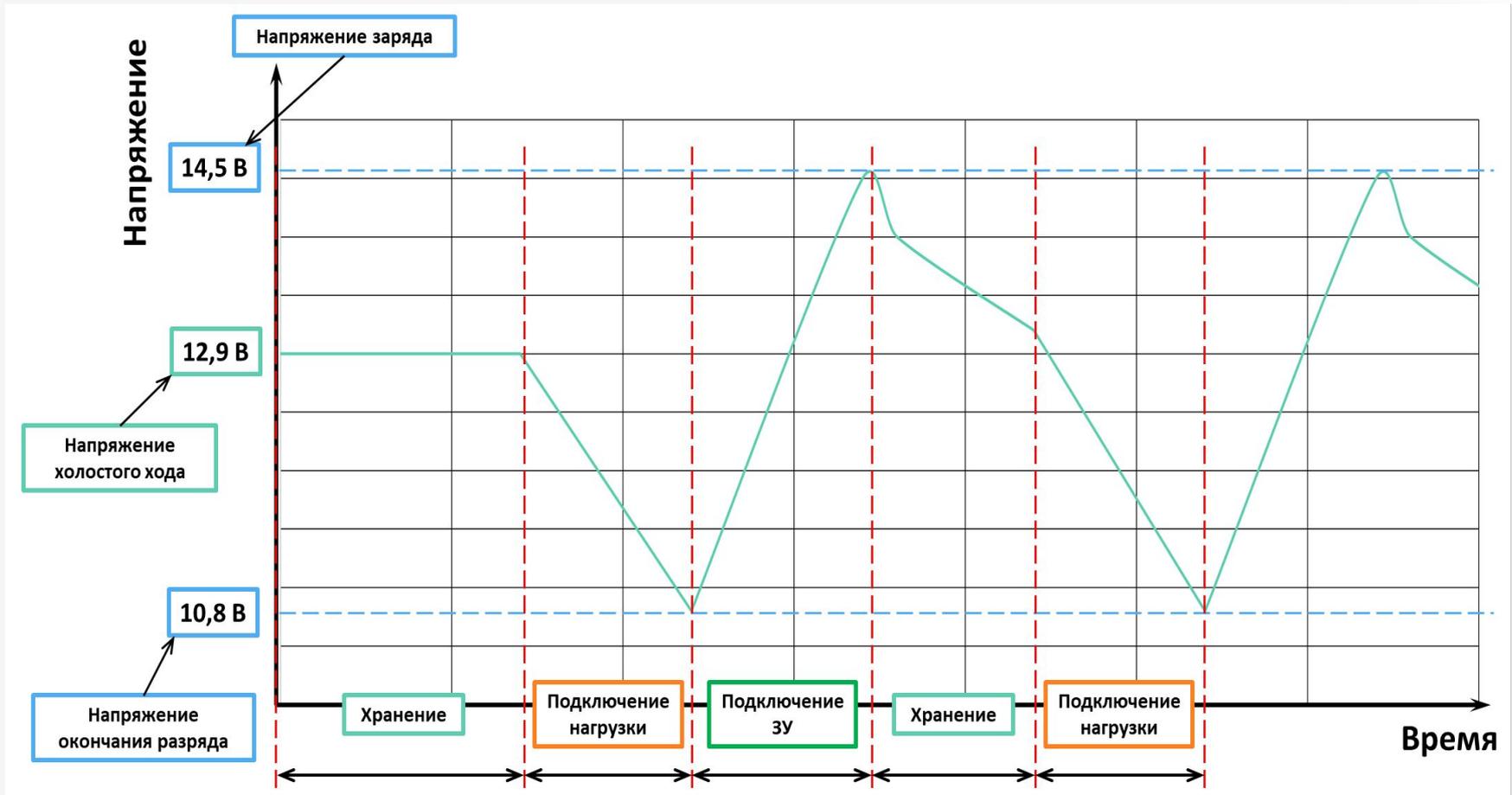
# Методы заряда

## Смешанный метод

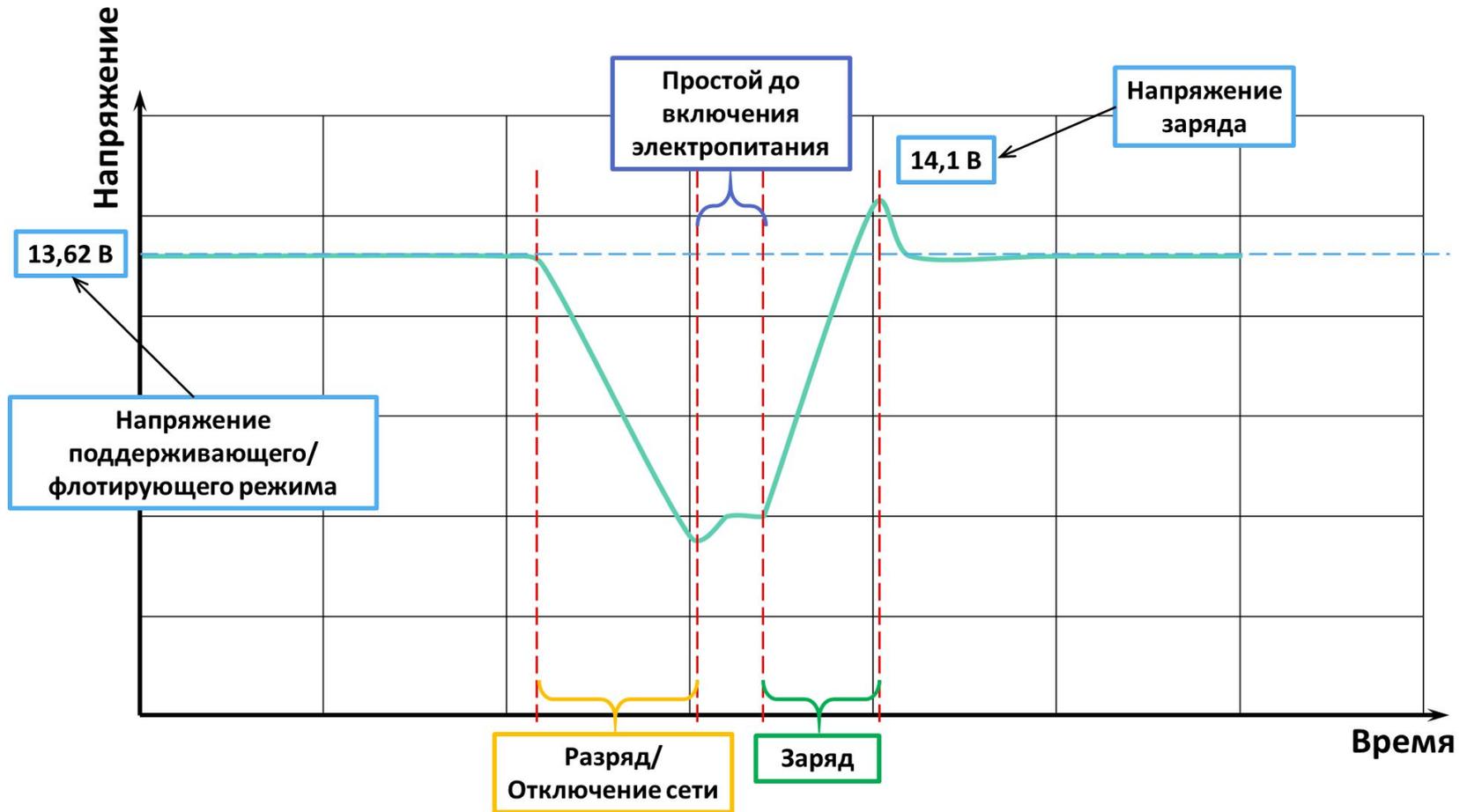


# Режимы эксплуатации

## Циклический

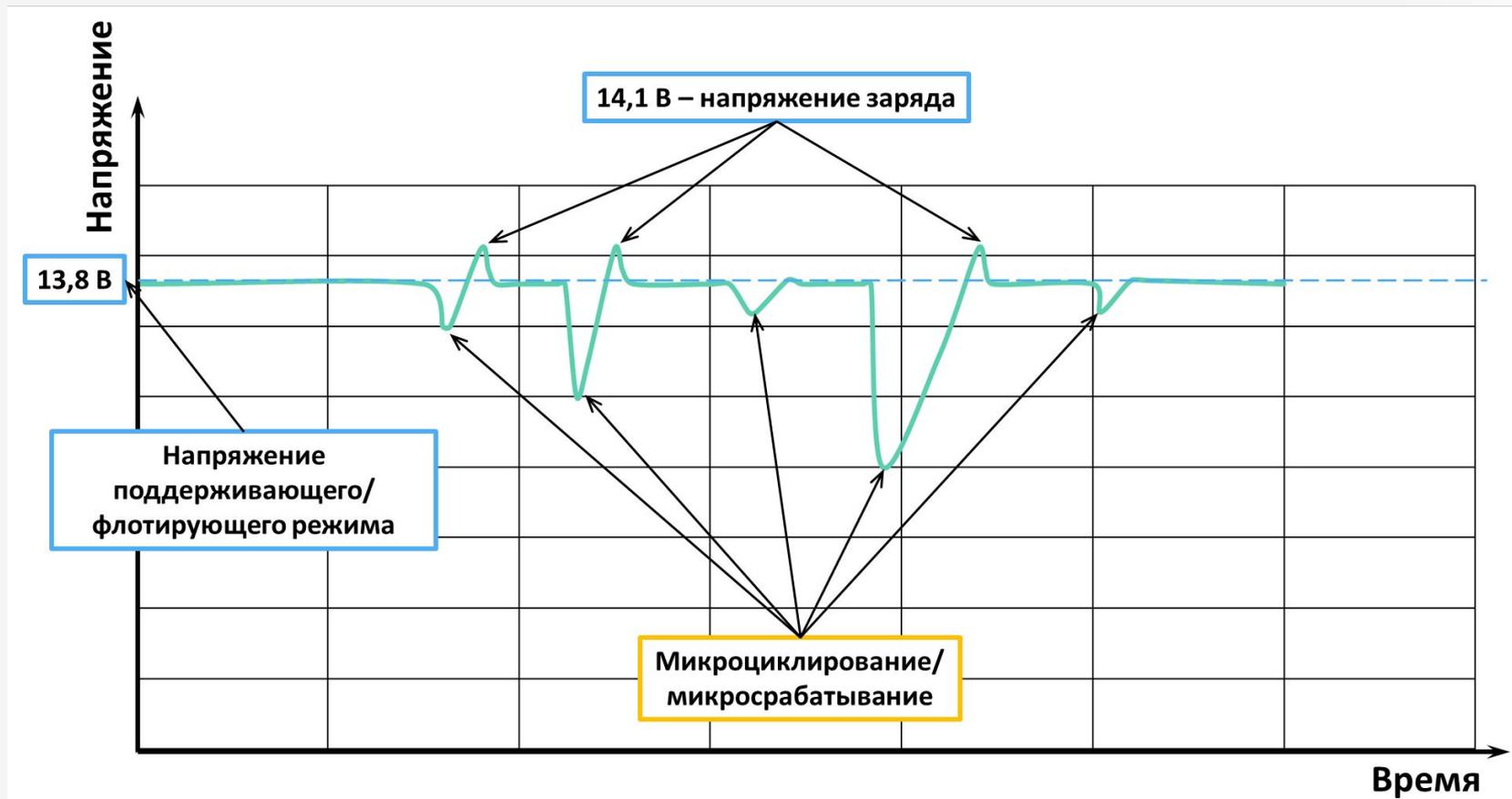


# Режимы эксплуатации Поддерживающий/флотирующий



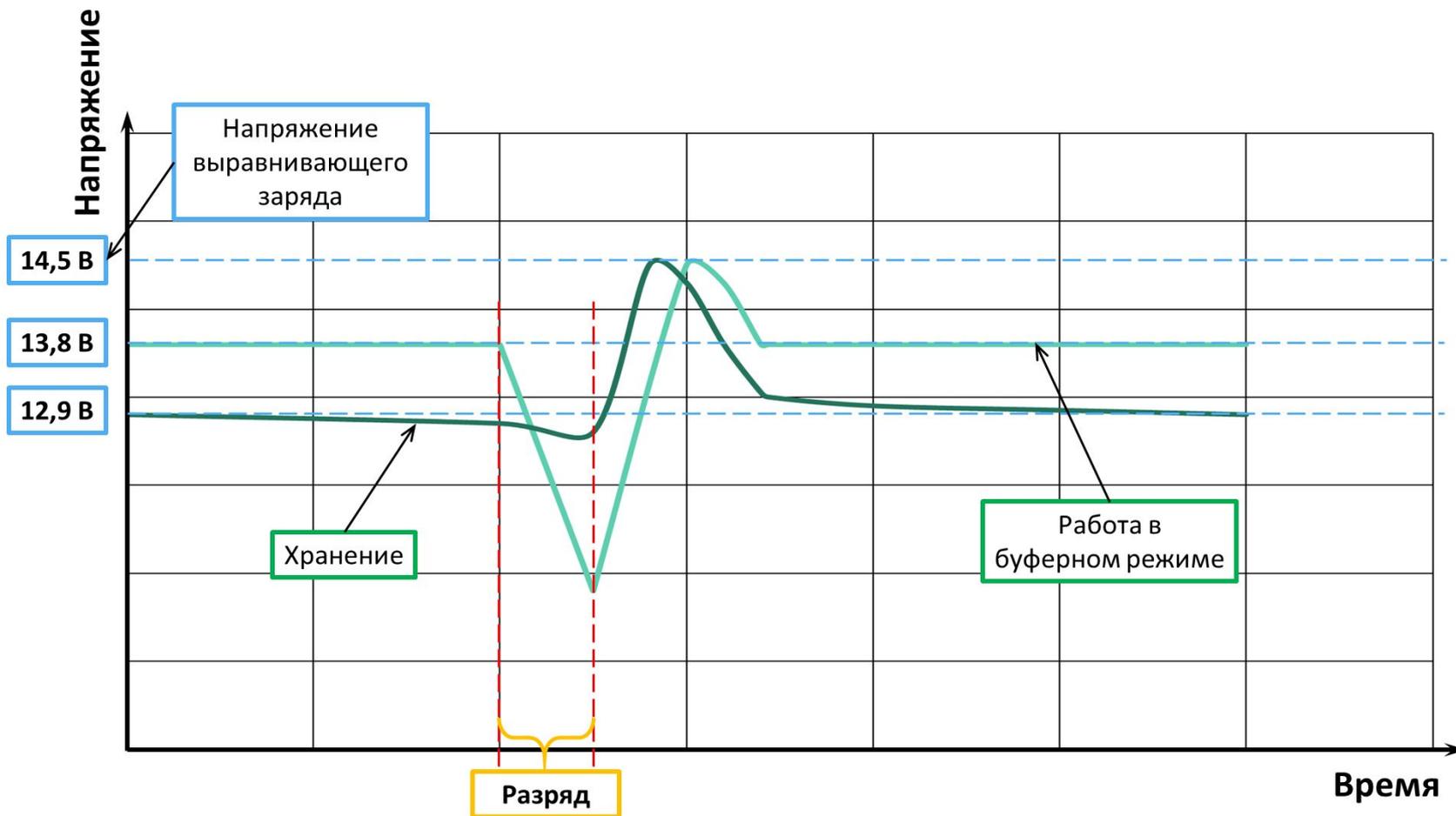
# Режимы эксплуатации

## Буферный



# Режимы эксплуатации

## Выравнивающий заряд



# 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

# 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

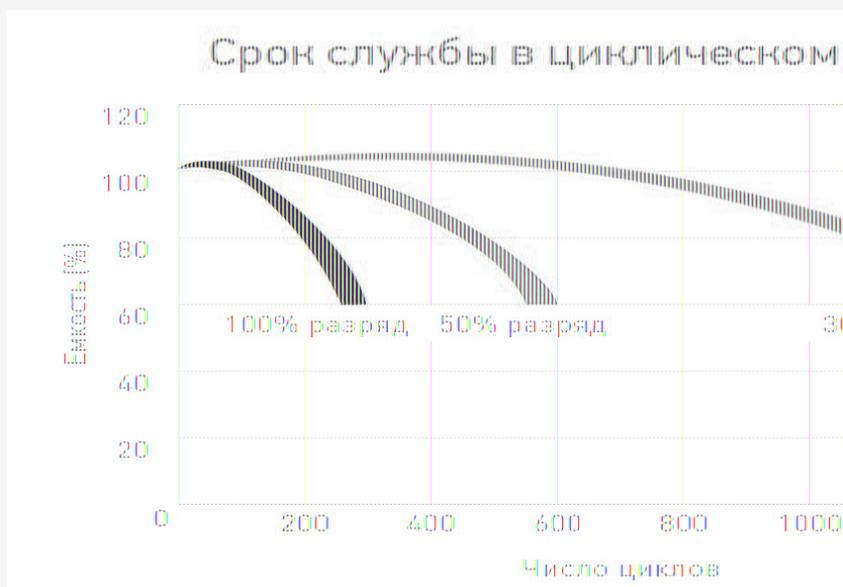
## 3 МЕТОДЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

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

# Срок службы

## Циклический режим

### HRL 12-100 X

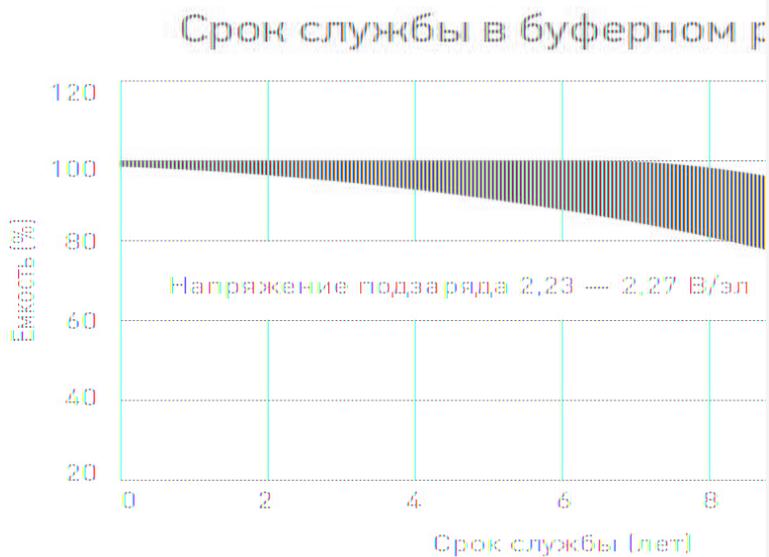


### GX 12-100

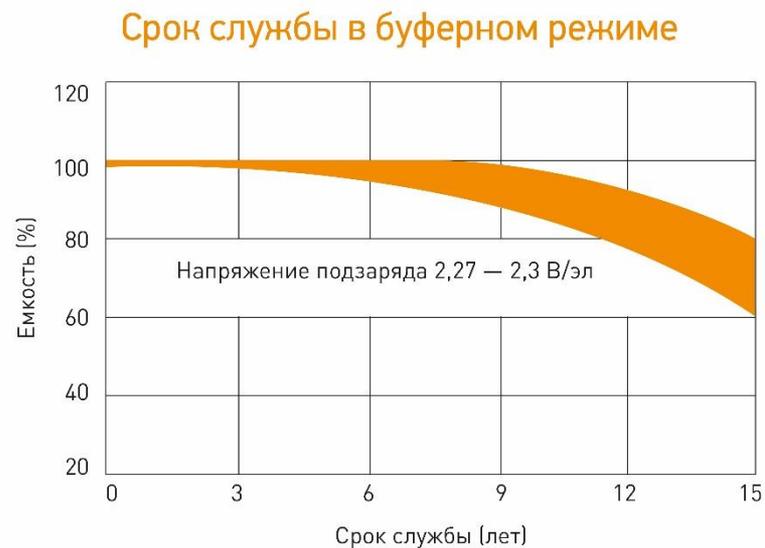


# Срок службы Буферный режим

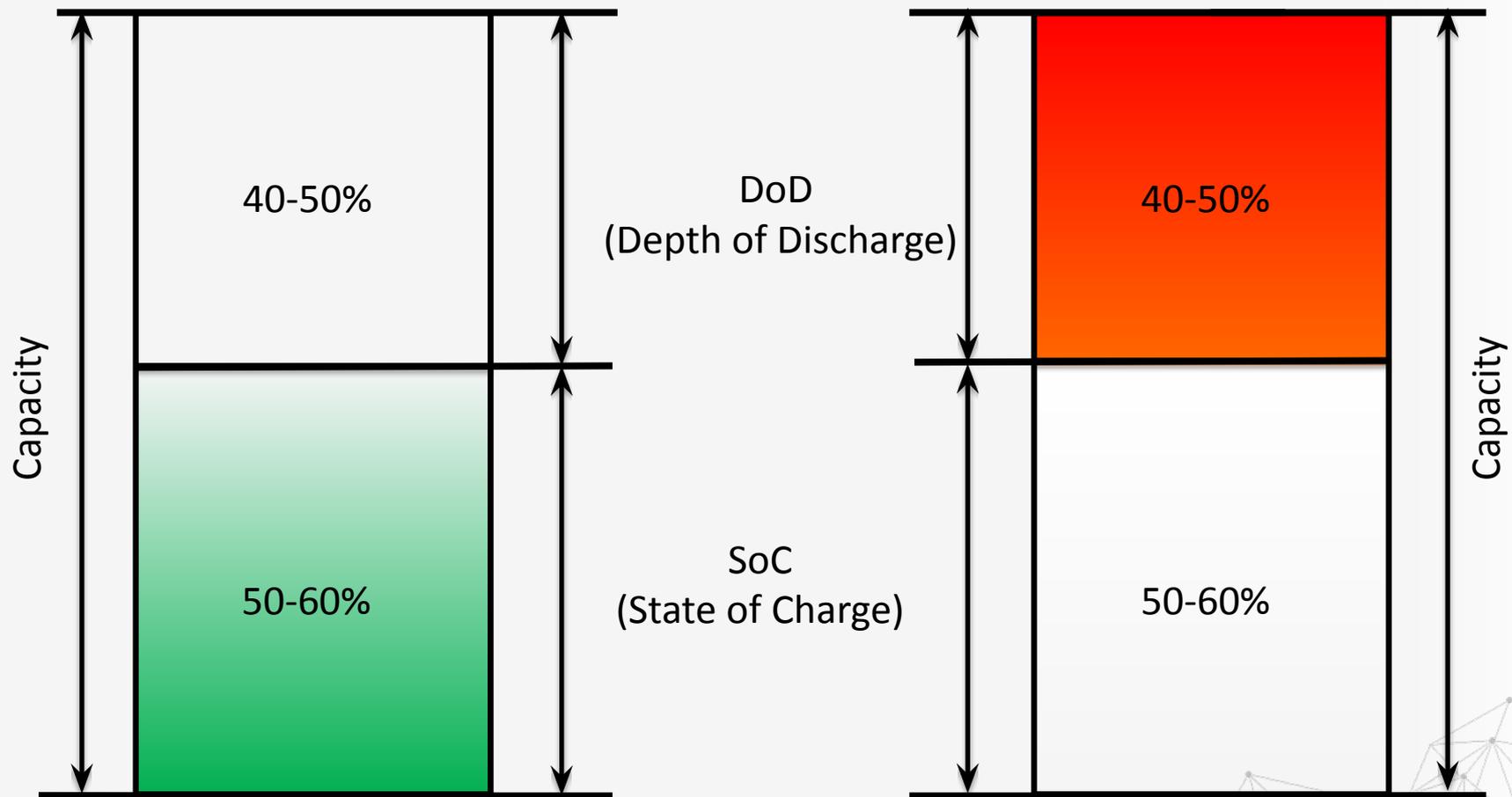
## HRL 12-100 X



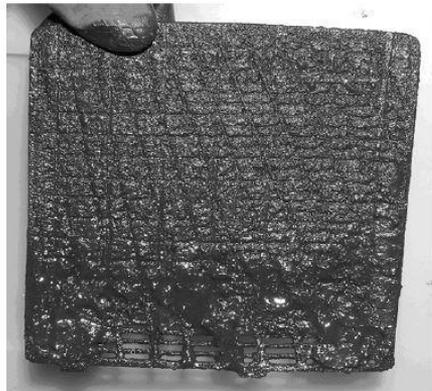
## GX 12-100



# Остаточная емкость и глубина разряда



# Деградация активной массы



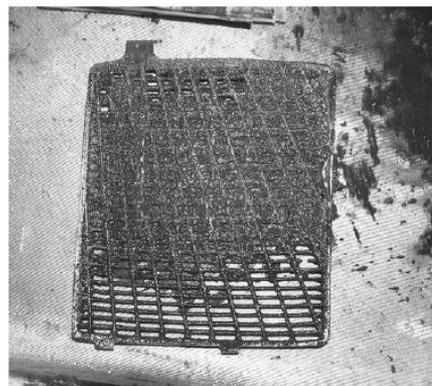
Режим 1



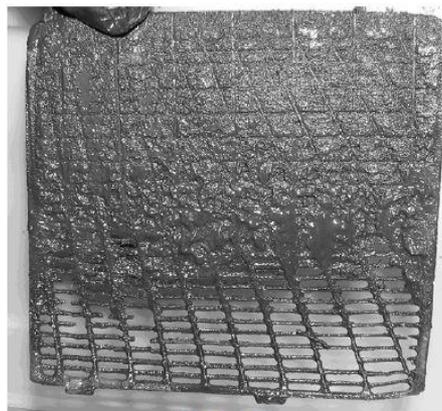
Режим 2



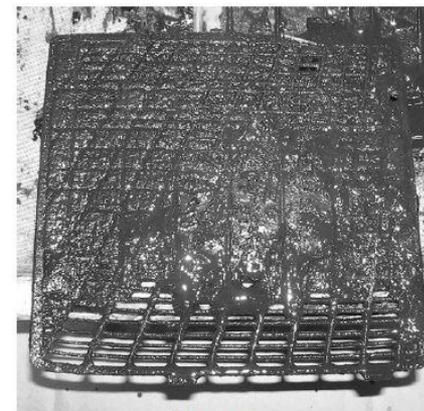
Режим 3



Режим 4



Режим 5



Режим 6

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

# Тестеры емкости



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



**Емкость – 7,5 Ач**



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



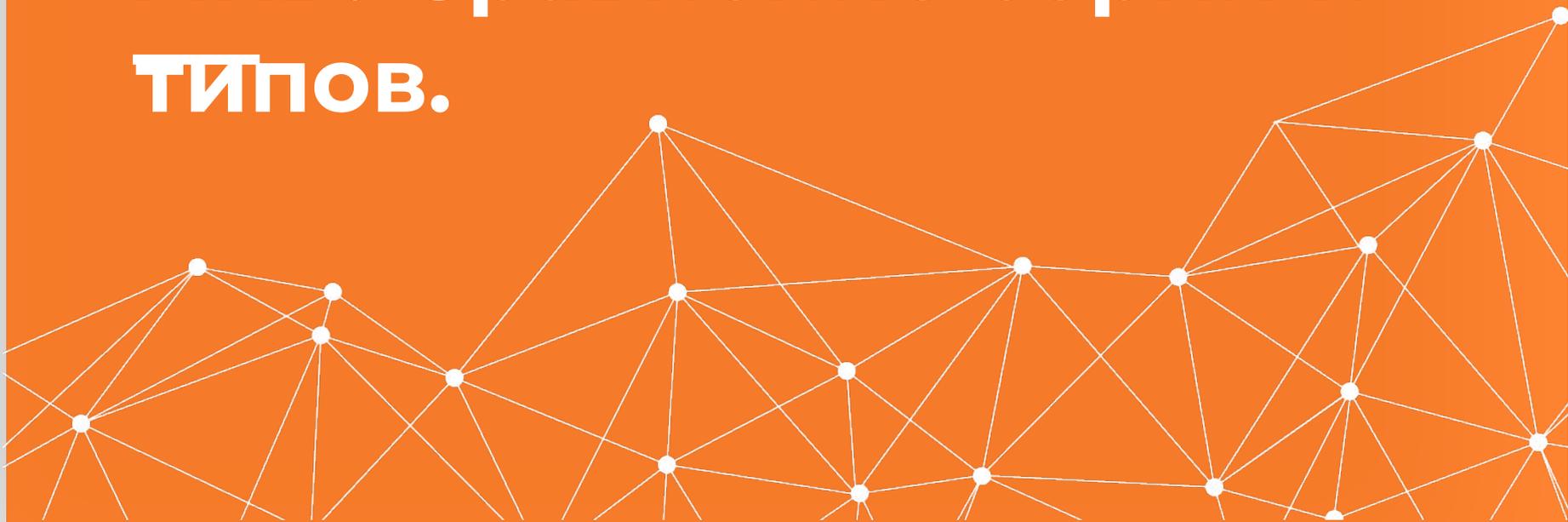
**Емкость – 3,0 Ач**

# 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 x-ки на разных интервалах
- Полярность и тип клемм
- Макс. разрядный ток
- Разрядные x-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

# Параметры подбора

**DELTA**  
BATTERY

DTM 12100 L

12В, 100Ач

Герметизированные необслуживаемые свинцово-кислотные аккумуляторы DELTA серии DTM L изготавливаются по технологии AGM (электродит, абсорбируемый 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	Электродит
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°C)	
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°C
Внутреннее сопротивление полностью заряженной батареи (25°C).....	5 мОм

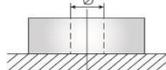
## Рабочий диапазон температур

Разряд.....	-20~60°C
Заряд.....	-10~60°C
Хранение.....	-20~60°C
Макс. разрядный ток (25°C).....	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

**Корпус**  
В

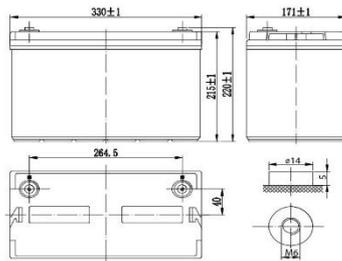
**Тип клемм**  
под болт М6


## 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 решетчат;
- 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


**DELTA**  
BATTERY

DTM 12100 L

12В, 100Ач

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

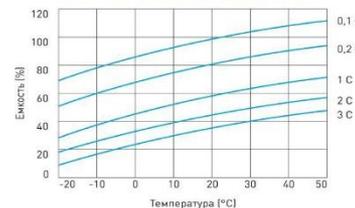
В/эл-т	5 мин	10 мин	15 мин	30 мин	45 мин	1 ч	3 ч	5 ч	10 ч
1,60	296	212	173	102	75,9	63,1	26,8	18,3	10,8
1,65	281	205	166	98,1	74,3	59,5	26,6	17,6	10,6
1,70	251	185	153	90,6	68,9	58,6	26,2	17,3	10,5
1,75	234	173	143	87,7	67,3	57,6	25,9	16,8	10,3
1,80	217	162	134	85,9	66,0	54,7	24,3	16,5	10,0

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

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.

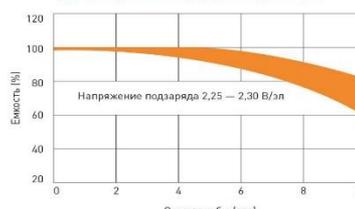
## Влияние температуры на емкость



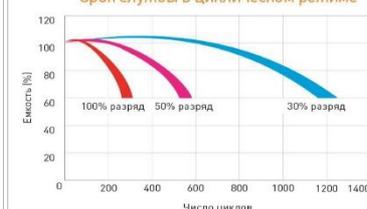
## Заряд постоянным напряжением (ограничение тока 0,3 СА, 25°C)



## Срок службы в буферном режиме



## Срок службы в циклическом режиме



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 телекоммуникации и связи до источников бесперебойного питания и мототехники.

# Расчет автономии

- **Мощность потребителя** переменного тока  $S_{\text{потреб}}$  или  $P_{\text{потреб}}$  (в крайнем случае мощность ИБП) (Если приводится значение полной мощности ( $S_{\text{потреб}}$ ) потребителя, то необходимо знать значение  $\cos\phi$ , если коэффициент мощности не известен, то нужно предупредить заказчика, что при расчёте будет взят  $\cos\phi=1$ , что может привести к запасу мощности на 20-30%);
- **Коэффициент полезного действия ИБП ( $\eta$ )**;
- **Количество аккумуляторных батарей –  $n$** , подключаемых к ИБП или номинальное напряжение ИБП –  $U_{\text{ном}}$ , на стороне постоянного тока;
- **Глубину разряда аккумуляторных батарей ( $U_{\text{разр}}$ )**;
- 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**):

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

# Расчет автономии

## Пример

1. Мощность ИБП – 100 [кВА]
2.  $\cos\varphi=0.8$
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.

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

# Серии АКБ

- Security Force
- Optimus
- DELTA DT
- ВОСТОК СК
- ВОСТОК СХ
- ВОСТОК ТС
- 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

# Серии АКБ Optimus, Security Force, DELTA DT



## ОПС

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



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



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



# Серии АКБ ВОСТОК СХ, DELTA GEL, GX



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



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

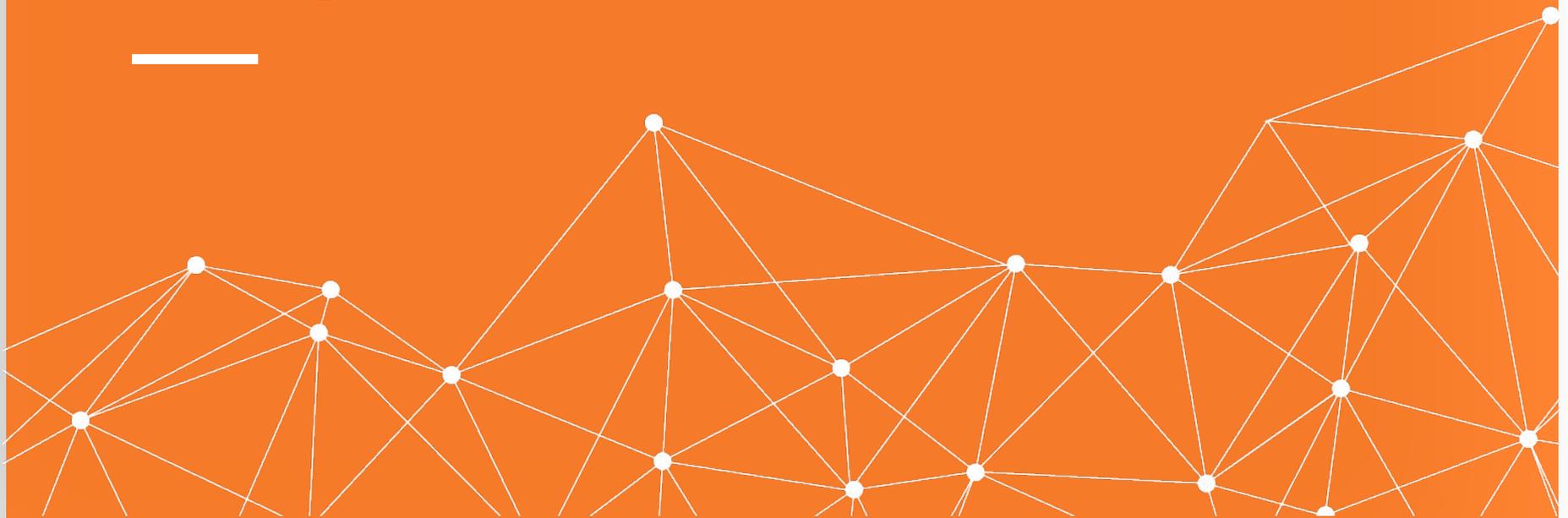


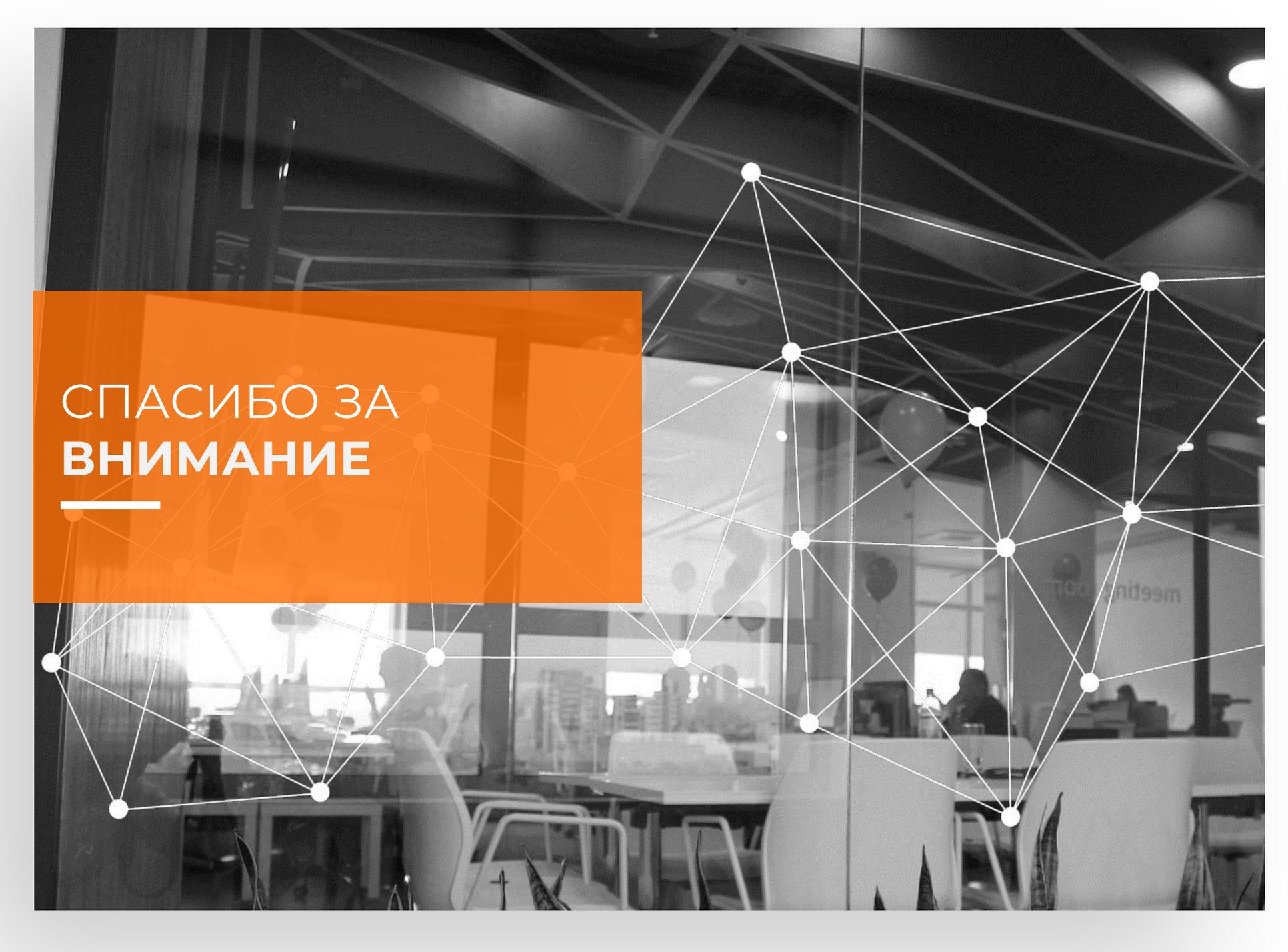
# Серии АКБ DELTA OPz, STC, GSC



# Занятие №5.

Разбор наиболее сложных  
вопросов.





СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ

---