

## Сокращения и обозначения

АКБ – аккумуляторная батарея

КПД – коэффициент полезного действия

ИБП – источник бесперебойного питания

Вт – ватт

Параллель – цепочка последовательно соединенных аккумуляторов

# Принцип подбора комплекта оборудования

Комплект оборудования состоит

из:

1. Аккумуляторы
2. Шкаф/стеллаж
3. Предохранитель
4. Кабельные перемычки

Способ формирования комплекта:

1. По мощностным параметрам системы
2. По заданной модели АКБ и их количества
3. Нестандартный запрос – отсылка к менеджеру

Этапы формирования комплектов:

1. Подбор аккумуляторов и их количества
2. Подбор шкафа/стеллажа по геометрии и весу
3. Предохранитель подбирается по макс. току системы
4. Кабельные перемычки – сложный алгоритм вычисления длин + выбор сечения по макс. току системы.

Базы данных:

1. Аккумуляторы (габариты + вес)
2. Аккумуляторы (разрядные таблицы)
3. Шкафы стандартные
4. Стеллажи
5. Предохранители
6. Перемычки

Дополнительные расчеты:

1. Подбор шкафа/стеллажа по габаритам АКБ
2. Вычисление стоимости и веса шкафа
3. Вычисление стоимости перемычек

## Перечень оборудования

### 1. Аккумуляторы

Вся номенклатура с возможностью редактирования как наименований, так и подбираемых серий для определенных клиентов

### 2. Шкафы

- Стандартная серия шкафов с определенными параметрами
- Шкафы с вычисляемыми параметрами
- Стеллажи с определенными параметрами

### 3. Предохранители

Четыре типоразмера. Возможность добавлять номенклатуру по параметрам: наименование, номинальный ток, габариты.

### 4. Перемычки

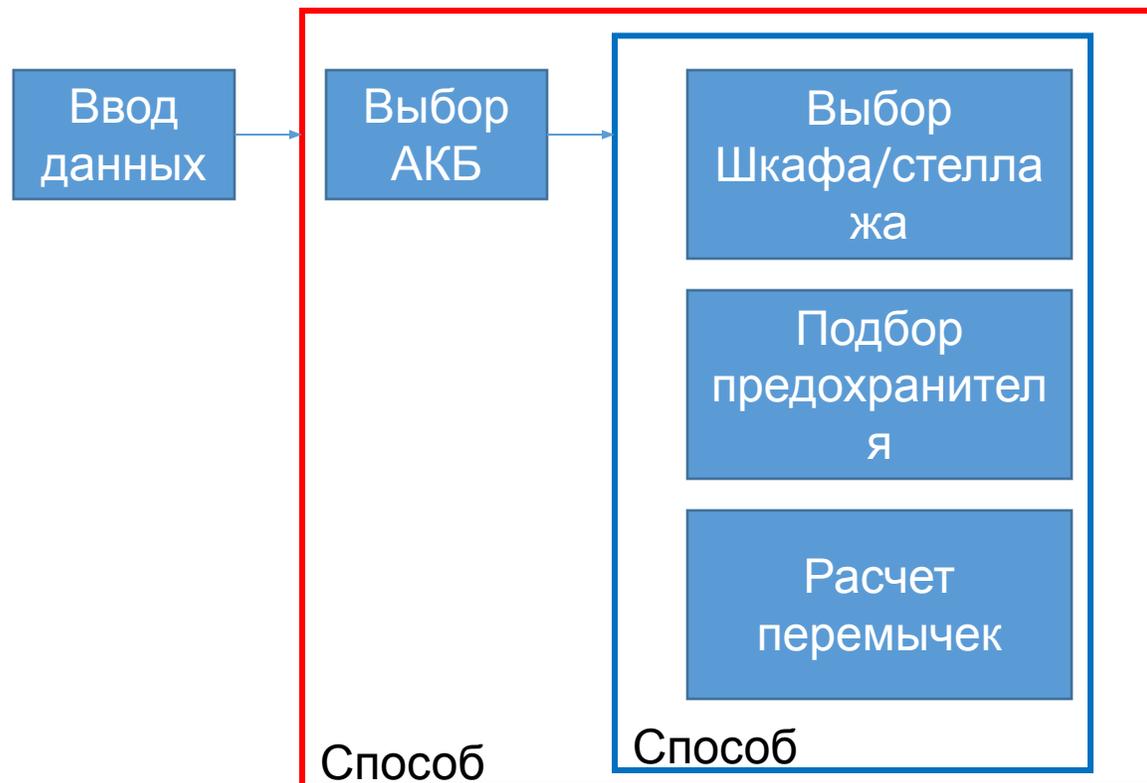
Номенклатура «Комплект аккумуляторных перемычек» с постоянно меняющимися параметрами (тип кабеля, длины, количество, тип наконечника).

## Способ формирования комплекта

1. По мощностным параметрам системы
2. По заданной модели АКБ и их количества
3. Нестандартный запрос – отсылка к менеджеру

Первый способ является наиболее полным расчетом, использующим все возможности калькулятора. Второй способ – упрощенный вариант первого (без одного этапа).

Все дополнительные расчеты – выделенные в самостоятельные инструменты этапы основного расчета.



## Этапы формирования комплектов

### Ввод данных

1. Мощность нагрузки ( $P$  [Вт])
2. Кол-во АКБ в параллели ( $n$  [шт])
3. Кол-во параллелей ( $N$  [шт])
4. КПД ИБП ( $Eff$  [%])
5. Время резервирования ( $t$  [мин])
6. Глубина разряда (авто/вручную;  $u$  [В/эл])
7. Мин. кол-во одновременно работающих параллелей\*\*\* ( $X$  [шт])

### Вычисления по введенным данным

1. Номинальное напряжение Системы ( $U = n * 12$  [В])
2. Глубина разряда при авто (зависимость от  $t$ , табличные данные)
3. Макс. ток разряда ( $I = P / (n * X * u * 6 * Eff)$  [А])
4. Мощность разряда ( $p = P / (Eff * n * N * 6)$  [Вт/эл])

\*\*\* - по умолчанию  $X = N - 1$  при  $N > 1$ . Если  $N = 1$ , то  $X = 1$ .

Одновременно минимальное значение  $N$  определяется условием  $P / (n * N * u * 6 * Eff) \leq 630$

# Этапы формирования

## комплектов

### Подбор АКБ

Аккумуляторы подбираются по разрядным таблицам. Формируется список множества подходящих вариантов.

Критерии отбора:

Табличное значение должно быть  $\geq r$  при заданных  $t$  и  $u$ .

Например, если  $n=180$ ,  $t=20$ ,  $u=1,7$ , то

			5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	25 мин	30 мин	
			5,00	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	
Серия	Модель	End Po	5m	10m	15m	20m	25m	30m	
Delta HRL	HRL12-55	1,85V	236	179	146	123	108	99,8	$t$
Delta HRL	HRL12-55	1,90V	219	170	138	116	103	92,9	
Delta HRL	HRL12-55	1,95V	202	154	125	108	94,7	85,4	
Delta HRL	HRL12-65	1,60V	381	282	222	177	150	132	
Delta HRL	HRL12-65	1,65V	359	267	206	166	143	127	
Delta HRL	HRL12-65	1,70V	337	252	197	158	134	118	$u$
Delta HRL	HRL12-65	1,75V	315	237	193	155	131	116	
Delta HRL	HRL12-65	1,80V	294	220	183	149	128	114	
Delta HRL	HRL12-65	1,85V	276	209	176	140	122	108	
Delta HRL	HRL12-65	1,90V	254	192	167	132	114	103	
Delta HRL	HRL12-65	1,95V	234	177	155	120	105	95,7	
Delta HRL	HRL12-75	1,60V	433	320	248	200	172	153	
Delta HRL	HRL12-75	1,65V	415	308	239	194	166	148	
Delta HRL	HRL12-75	1,70V	396	296	230	187	161	143	
Delta HRL	HRL12-75	1,75V	378	284	222	180	155	138	
Delta HRL	HRL12-75	1,80V	359	272	213	173	149	133	
Delta HRL	HRL12-75	1,85V	341	258	202	163	140	125	
Delta HRL	HRL12-75	1,90V	317	240	188	151	133	116	
Delta HRL	HRL12-75	1,95V	289	219	175	139	124	107	
Delta HRL	HRL12-80	1,60V	499	400	307	249	214	189	
Delta HRL	HRL12-80	1,65V	483	384	296	241	207	182	
Delta HRL	HRL12-80	1,70V	462	370	286	232	200	177	
Delta HRL	HRL12-80	1,75V	423	355	275	224	193	171	
Delta HRL	HRL12-80	1,80V	418	340	264	215	185	164	
Delta HRL	HRL12-80	1,85V	401	320	254	206	174	158	
Delta HRL	HRL12-80	1,90V	377	297	238	192	160	147	
Delta HRL	HRL12-80	1,95V	351	274	217	175	146	136	

			5 мин	10 мин	15 мин	20 мин	25 мин	30 мин	
			5,00	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	
Серия	Модель	End Po	5m	10m	15m	20m	25m	30m	
Delta HRL	HRL12-55	1,85V	236	179	146	123	108	99,8	
Delta HRL	HRL12-55	1,90V	219	170	138	116	103	92,9	
Delta HRL	HRL12-55	1,95V	202	154	125	108	94,7	85,4	
Delta HRL	HRL12-65	1,60V	381	282	222	177	150	132	
Delta HRL	HRL12-65	1,65V	359	267	206	166	143	127	
Delta HRL	HRL12-65	1,70V	337	252	197	158	134	118	
Delta HRL	HRL12-65	1,75V	315	237	193	155	131	116	
Delta HRL	HRL12-65	1,80V	294	220	183	149	128	114	
Delta HRL	HRL12-65	1,85V	276	209	176	140	122	108	
Delta HRL	HRL12-65	1,90V	254	192	167	132	114	103	
Delta HRL	HRL12-65	1,95V	234	177	155	120	105	95,7	
Delta HRL	HRL12-75	1,60V	433	320	248	200	172	153	
Delta HRL	HRL12-75	1,65V	415	308	239	194	166	148	
Delta HRL	HRL12-75	1,70V	396	296	230	187	161	143	
Delta HRL	HRL12-75	1,75V	378	284	222	180	155	138	
Delta HRL	HRL12-75	1,80V	359	272	213	173	149	133	
Delta HRL	HRL12-75	1,85V	341	258	202	163	140	125	
Delta HRL	HRL12-75	1,90V	317	240	188	151	133	116	
Delta HRL	HRL12-75	1,95V	289	219	175	139	124	107	
Delta HRL	HRL12-80	1,60V	499	400	307	249	214	189	
Delta HRL	HRL12-80	1,65V	483	384	296	241	207	182	
Delta HRL	HRL12-80	1,70V	462	370	286	232	200	177	
Delta HRL	HRL12-80	1,75V	423	355	275	224	193	171	
Delta HRL	HRL12-80	1,80V	418	340	264	215	185	164	
Delta HRL	HRL12-80	1,85V	401	320	254	206	174	158	
Delta HRL	HRL12-80	1,90V	377	297	238	192	160	147	
Delta HRL	HRL12-80	1,95V	351	274	217	175	146	136	

Из примера видно, что в данном случае подходит АКБ Delta HRL 12-75 и HRL 12-80

## Этапы формирования

### комплектов

### Подбор АКБ

Формирование списка подходящих АКБ.

Необходимо формировать список с разбивкой по сериям с перечислением 4 моделей.

Ближайшая модель, недотягивающая по разрядным, и 3 подходящих минимальной емкости.

Одновременно необходимо вычислять  $t^*$  - примерное доступное время резервирования методом интерполяции.

Список по одной серии будет выглядеть так (из предыдущего примера):

АКБ	$t^*$
HRL12-12	
HRL12-18	
HRL12-26	
HRL12-33	
HRL12-45	
HRL12-55	
HRL12-65	15
HRL12-75	21
HRL12-80	23
HRL12-90	29
HRL12-100	
HRL12-120	
HRL12-140	
HRL12-180	

Способ вывода информации необходимо обсуждать с заказчиком.

## Этапы формирования

### комплектов

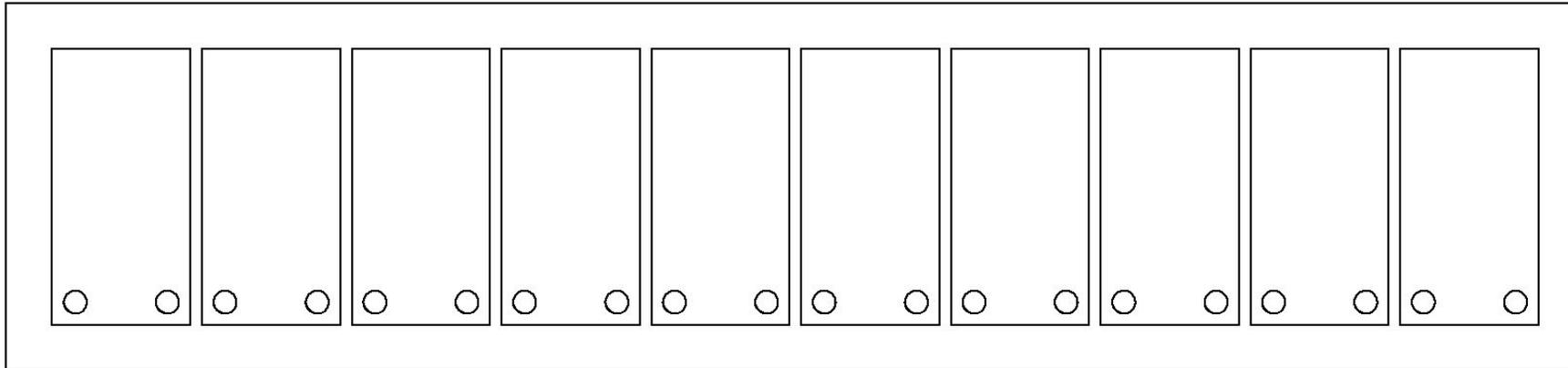
#### Подбор шкафа/стеллажа

Подбор стеллажей в рамках данного материала не рассматривается.

Подбор шкафов существует в двух видах:

1. Расчет вместимости в стандартные шкафы.
2. Проект шкафа с вычисляемыми параметрами.

Для АКБ с типом корпуса f при емкости  $\geq 50\text{Ач}$  допустимо расположение только в один ряд поперечным способом:



# Этапы формирования комплектов

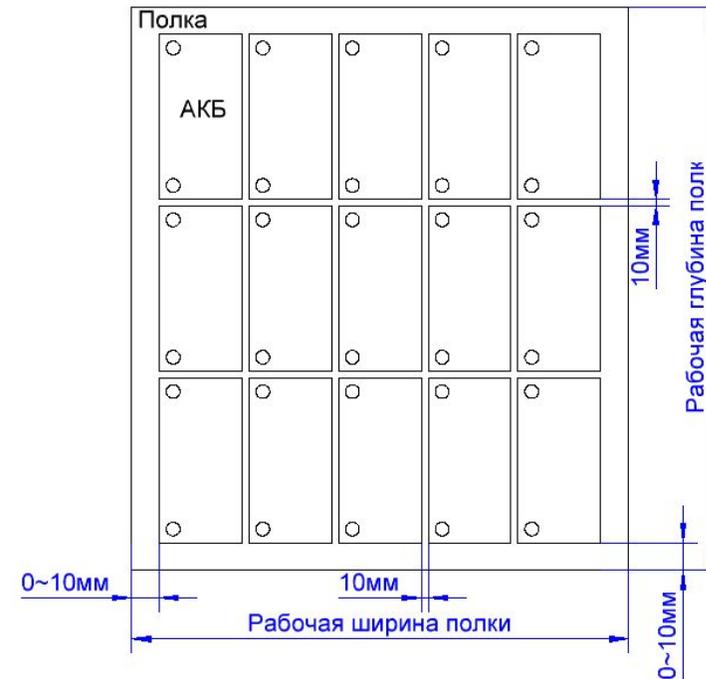
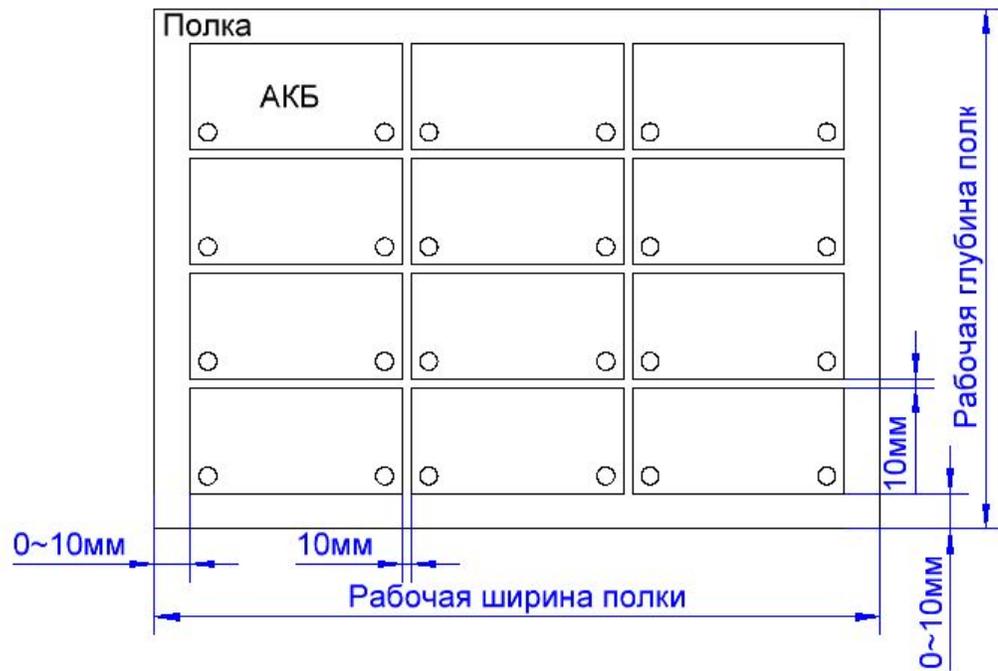
## Расчет 1. (Расчет ведется от параметров шкафа)

Используются данные: Рабочая ширина полки, Рабочая глубина полки, Межполочное расстояние, кол-во полок, допустимая нагрузка на полку, габариты и вес АКБ.

Вычисления:

Оптимальная вместимость на полку при условии не превышения нагрузки и с сохранением расстояния от верха АКБ до след полки не менее 100мм (**Для шкафов DL-800 и DL-801 не менее 40 мм**)

Правила проверки вместимости на полку (расположение АКБ продольно и поперечно):



## Этапы формирования комплектов

### Подбор шкафа. Расчет 1

На нижней полке шкафа располагается предохранитель. Он может занимать как часть полки, так и всю целиком. Соответствующий параметр будет в БД по шкафам.



## Этапы формирования комплектов

### Подбор шкафа. Расчет 2 (Расчет ведется от параметров АКБ).

В цикле рассчитываются все возможные конфигурации шкафов. Далее происходит отсеивание по нескольким условиям.

#### Цикл

Вычисляются габариты шкафа по полкам и количеству полок. Перебор конфигураций:

От одного АКБ в ряду на полке до n.

От одного ряда на полке до n, при условии  $(\text{в ряду}) * (\text{рядов}) \leq n$

Как для продольного расположения АКБ на полке, так и для поперечного.

Кол-во полок =  $n / ((\text{в ряду}) * (\text{рядов}))$  с учетом места под предохранитель (Из БД).

#### Габариты шкафа:

Ширина =  $(\text{в ряду}) * (\text{ширину АКБ}) + 10 * (\text{в ряду} - 1) + 60$  [мм]

Глубина =  $(\text{рядов}) * (\text{длину АКБ}) + 10 * (\text{в ряду} - 1) + 60$  [мм]

Высота =  $(\text{кол-во полок}) * (\text{высота АКБ} + 120) + 100$  [мм]

Округление кратно 10 или 50 в большую сторону (на выбор)

#### Критерии отбора подходящих шкафов:

- Нагрузка на шкаф  $\leq 2100$  кг
- Нагрузка на полку  $\leq 500$  кг
- Ширина  $\leq$  глубина \* 1,8
- Высота  $\leq$  (Глубина + Ширина) \* 1,5
- Ширина  $\geq 400$ , Глубина  $\geq 400$

Вместимость размещается (В БД будут зачисляемые размеры)

## Этапы формирования

### комплектов

#### Подбор шкафа. Расчет 2 (Расчет ведется от параметров АКБ).

Данные шкафы бывают двух типов:

- Цельносварные
- Со сварным каркасом

Различие в стоимости и габаритных размерах. Определение типа шкафа производится автоматически по габаритам:

Цельносварной шкаф: Высота  $\leq 1400$ , Ширина  $\leq 900$ , Глубина  $\leq 900$ . Всё что выходит за рамки – шкаф со сварным каркасом.

Формирование наименования шкафа:

«Шкаф батарейный D-ШШШШ-ГГГГ-BBВВ, х полок»

Где ШШШШ – ширина шкафа в мм. Если менее 1000, то пишется 3 цифры.

ГГГГ – глубина шкафа в мм. Если менее 1000, то пишется 3 цифры.

ВВВВ – высота шкафа в мм. Если менее 1000, то пишется 3 цифры.

х – количество полок в шкафу.

## Этапы формирования

### комплектов

**Подбор шкафа. Расчет 2 (Расчет ведется от параметров АКБ).**

Вычисление веса шкафа:

$$\text{Вес} = \frac{(B \cdot Ш + B \cdot Г + Ш \cdot Г) \cdot 7,607808 + (B+60)(Ш+90) \cdot 11,328 + (B+30)(Ш+30) \cdot 9,6 + (B+30)(Г+30) \cdot 9,6 + (Ш+30)(Г+30) \cdot 21,6 + (Ш+90)(Г+90) \cdot 20,512 \cdot x + (100 \cdot (Ш+Г) + Ш \cdot Г) \cdot 6,96}{1000000} +$$

+ если(Размыкатель в шкафу;2;0)

Вычисление цены шкафа:

### Цельносварной шкаф

$$\text{Цена} = \frac{0,004544 \cdot (2 \cdot (B + 100)(Ш + Г) + Ш \cdot Г) + 7568,6 + 2,272 \cdot (B + 100 + Ш + Г)}{2} + 0,0061344 \cdot Ш \cdot Г \cdot x + 100 + 1,3632 \cdot (Ш + Г)$$

### Шкаф со сварным каркасом

$$\text{Цена} = 2,352 \cdot B + 7835 + Ш \cdot (2,352 + 0,0047 \cdot Г + 0,0094 \cdot B) + Г \cdot (2,352 + 0,0094 \cdot B) + (Ш + Г) \cdot 2,205 + 0,00635 \cdot Ш \cdot Г \cdot x$$

Учесть коэффициенты для коррекции цены при удорожании продукции.

# Этапы формирования комплектов

## Подбор Предохранителя

Предохранители имеют номинал из стандартного ряда (ограничение до 630А):

Для плавких вставок номинальные токи следует выбирать из ряда:  
2; 4; 6,3; 10; 16; 20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200;  
250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 А

Критерий выбора:

Номинал  $\geq I * 1,1$

Соответствие корпуса предохранителя:

Наименование	Номинал	Цена с НДС, руб
Аpator RBK00	до 160А включительно	€ 53,80
Аpator RBK1	до 250А включительно	€ 136,20
Аpator RBK2	до 400А включительно	€ 196,15
Аpator RBK3	до 630А включительно	€ 244,30

Формирование наименования по примеру:

«RBK00 выключатель-предохранитель с плавкой вставкой 40 А (3шт.)»

Меняться будет тип RBK и значение номинального тока.

# Этапы формирования комплектов

## Подбор Предохранителя

Данные по требуемому месту под предохранители в шкафу:

тип	RBK00	RBK1	RBK2	RBK3
ширина	150	220	250	300
высота	250	350	350	350
глубина	вся			

Относительно этих данных может регулироваться высота нижней полки, если требуется больше места, чем для АКБ.

В стандартные шкафы влезают все типы предохранителей.

# Этапы формирования комплектов

## Подбор перемычек

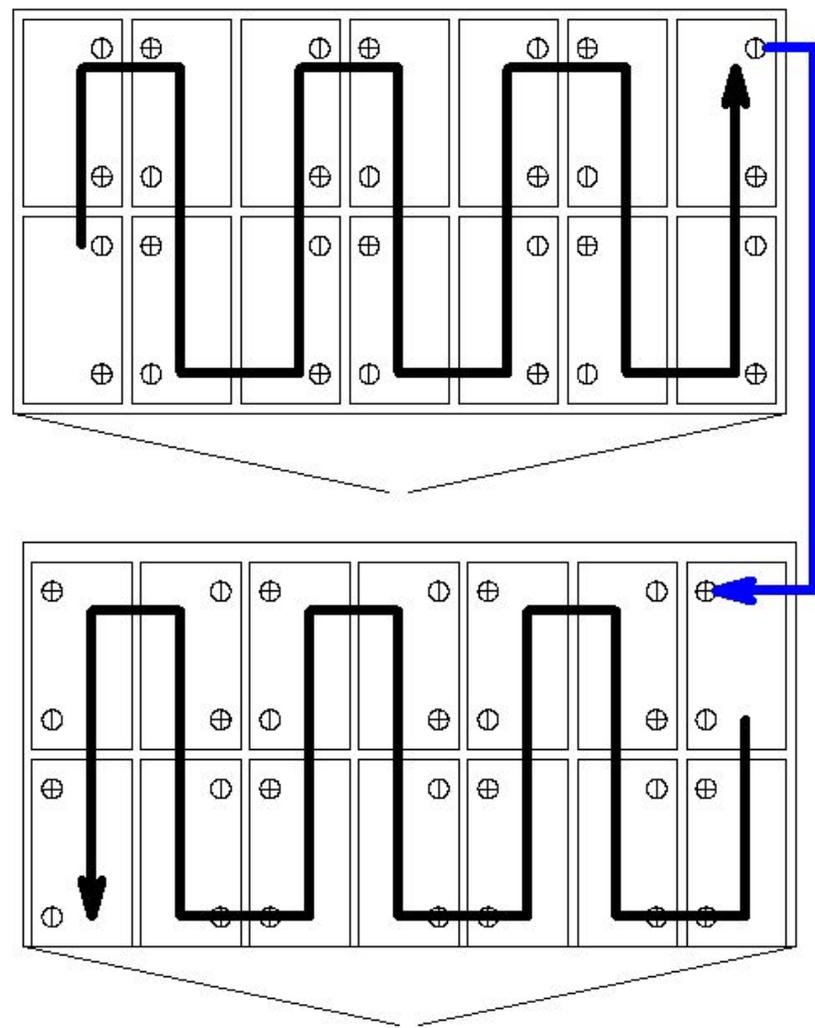
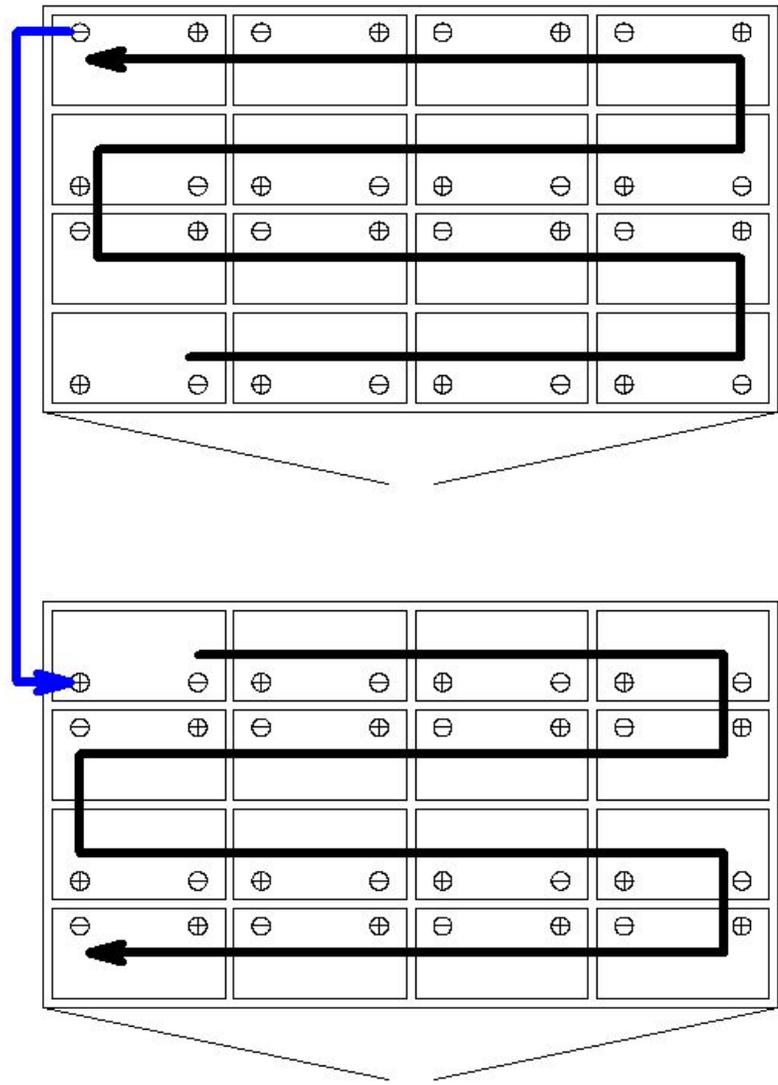
Первое что нужно учесть – расположение АКБ на полках.

1. Полки должны заполняться полностью.
  - А. Если Предохранитель занимает всю нижнюю полку, то неполной может быть только вторая полка снизу. Например, 20 АКБ = 3 полки по 6 АКБ + полка 2 АКБ + полка с Предохранителем.
  - В. Если Предохранитель занимает не всю полку, то рядом с ним должен располагаться остаток АКБ, остальные полки полностью заполнены. Например 20 АКБ = 3 полок по 6 АКБ + (4я полка 2 АКБ+ размыкатель).
  - С. Если Предохранитель занимает не всю полку, но кол-во АКБ делится ровно, то полка с размыкателем остается без АКБ. Например, 18 АКБ = 3 полки по 6 АКБ + полка с предохранителем.
2. Расстановка АКБ на полке должна быть унифицирована:
  - А. На верхней полке свободная клемма «+» должна всегда быть слева ближе к дверям.
  - В. Чередование АКБ на полке зависит от типа корпуса и способа расстановки:

# Этапы формирования комплектов

## Порядок размещения АКБ на полках и принцип формирования комплекта перемычек

Тип корпуса  
«b»

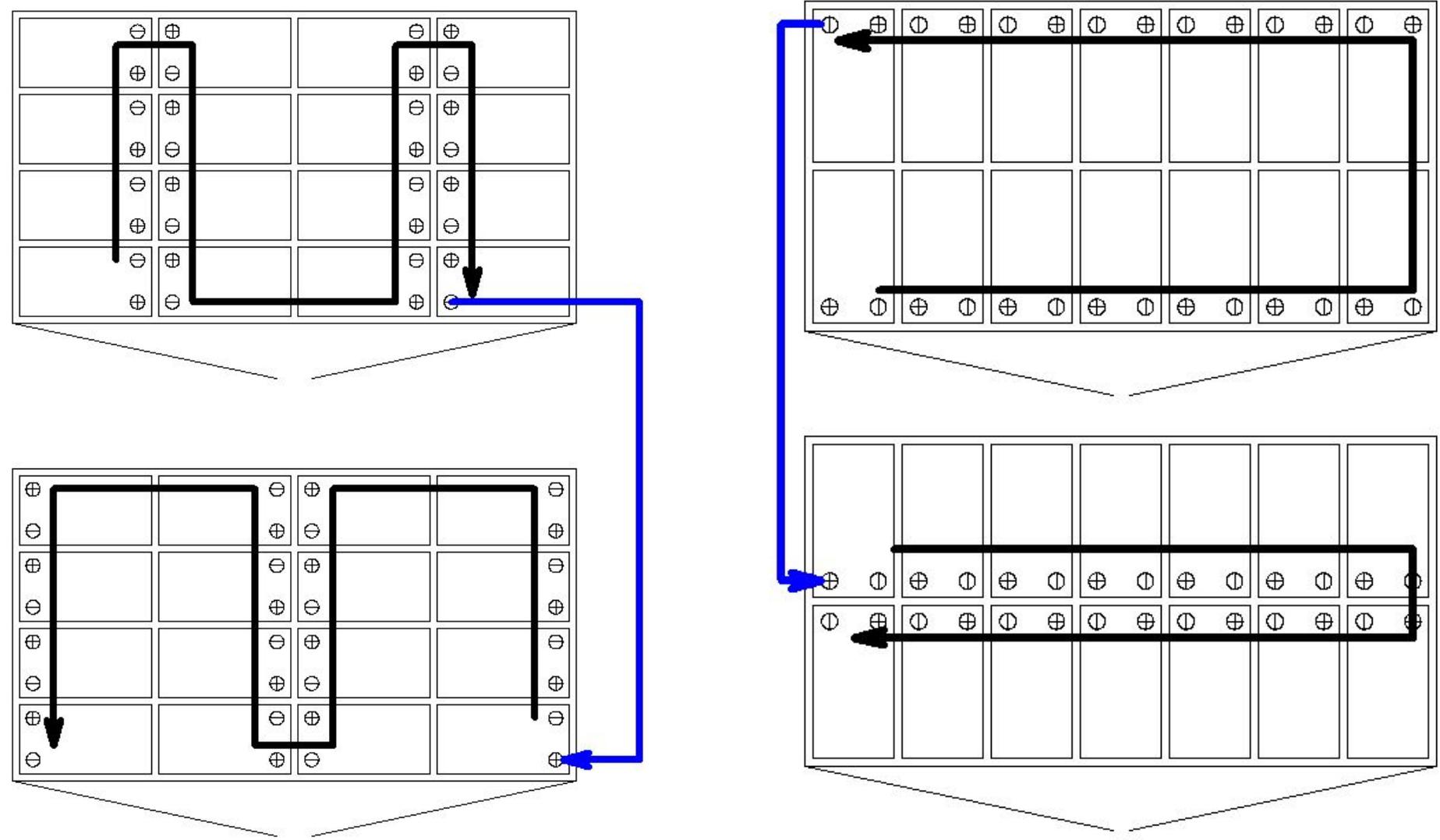




# Этапы формирования комплектов

## Порядок размещения АКБ на полках и принцип формирования комплекта перемычек

Тип корпуса  
«d»

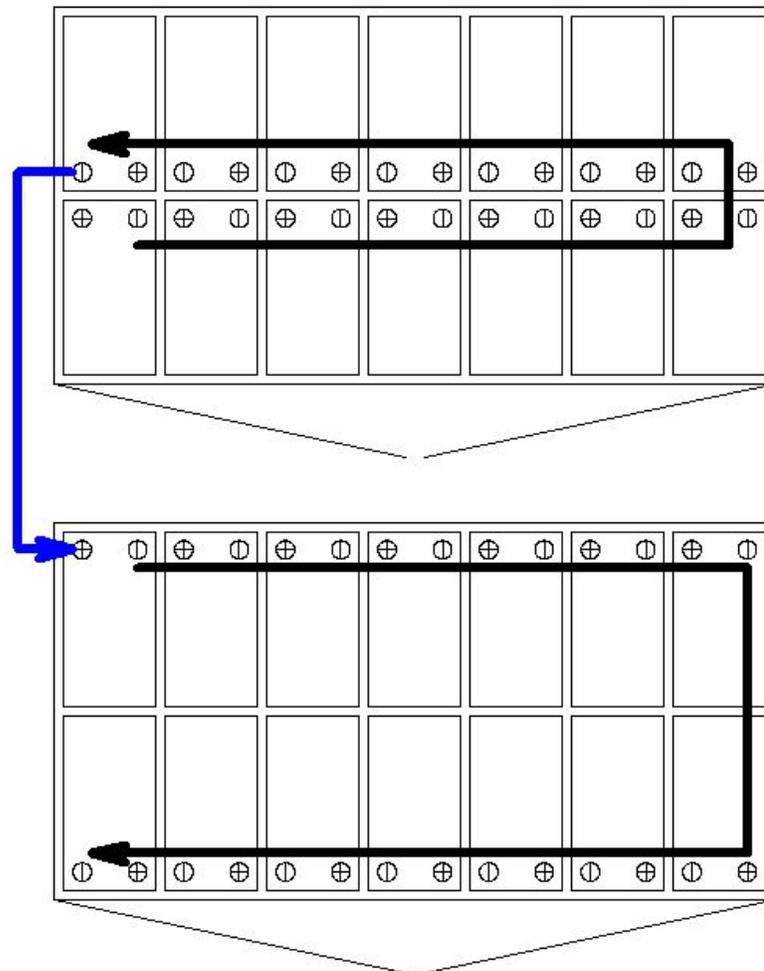
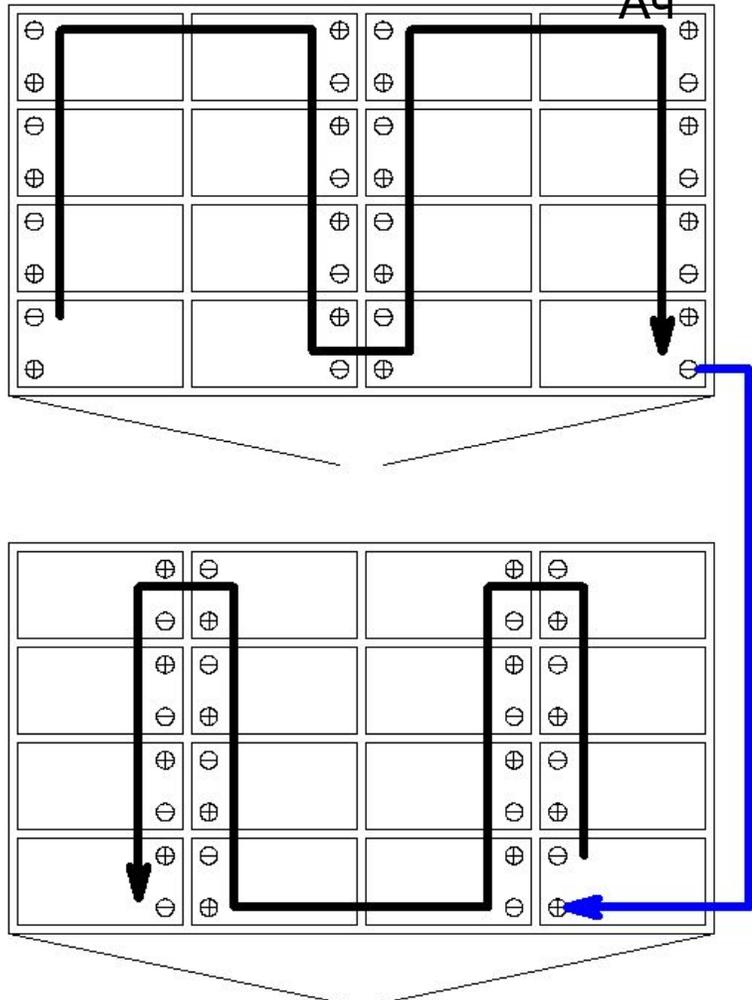


# Этапы формирования комплектов

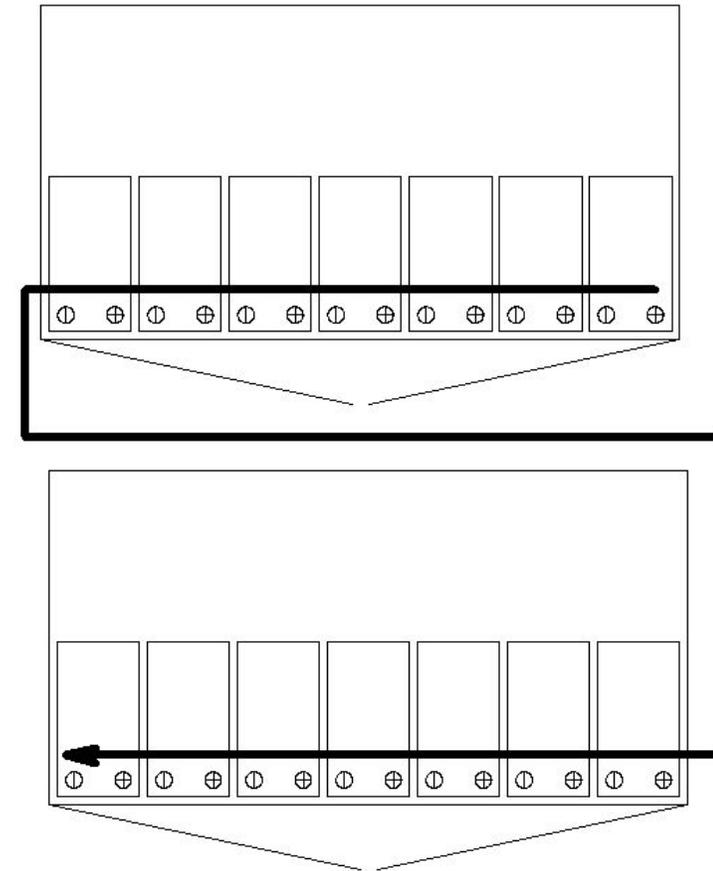
## Порядок размещения АКБ на полках и принцип формирования комплекта перемычек

Тип корпуса  
«f»

Для емкости менее 50  
Ач



Для емкости более 50  
Ач



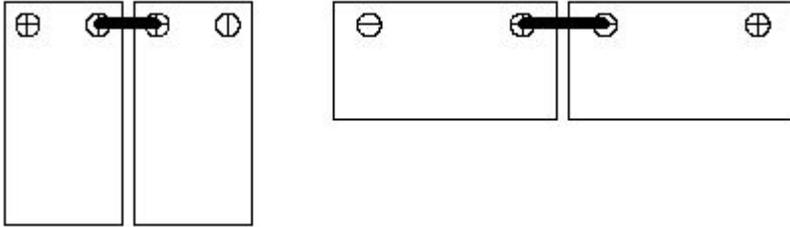
## Этапы формирования

### комплектов

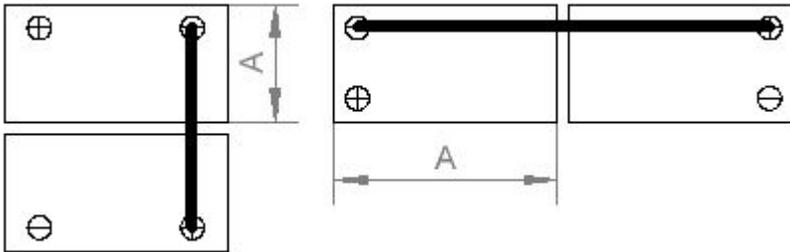
### Длины перемычек

100 мм

С некоторыми АКБ идёт в комплекте одна такая перемычка. Если в комплекте требуются такие или из более тонкого кабеля, то нужно использовать стандартные. Если кабель требуется толще, то нужно изготавливать.



Перемычки =  $2 \times A + 15\%$ , но не менее 450 мм.



Межуровневые = 800 мм, кроме случая с корпусом f для больших емкостей. И кроме случая соединения полки с предохранителем и над ней.

## Этапы формирования

### комплектов

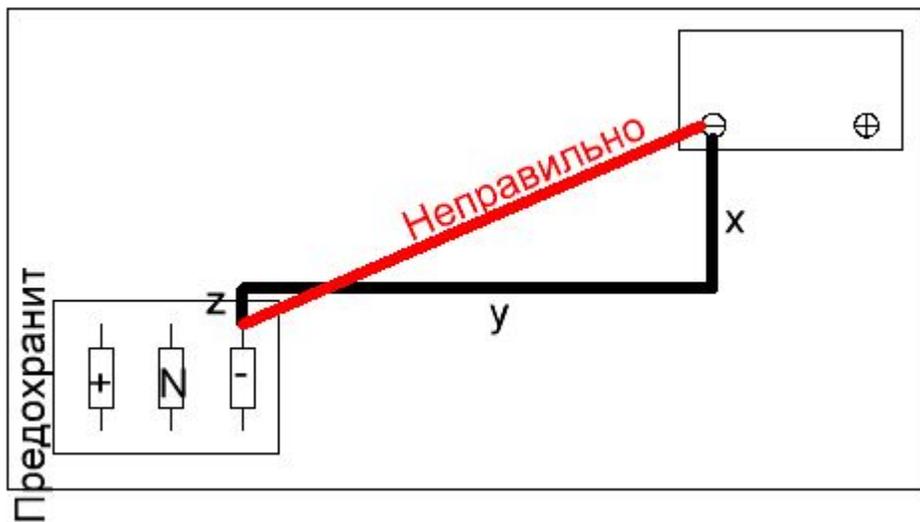
### Длины перемычек

Межуровневые = 800 мм, кроме случая с корпусом f для больших емкостей. И кроме случая соединения полки с предохранителем и над ней. Назовем случаи с исключениями – расчетными длинами.

К расчетным длинам еще относятся:

- Перемычка от «+» на верхней полке к предохранителю
- Перемычка от «-» на нижней полке к предохранителю
- Средняя точка

Расчетные длины нужно вычислять геометрически в пространстве, используя прокладывание кабеля по 90°,



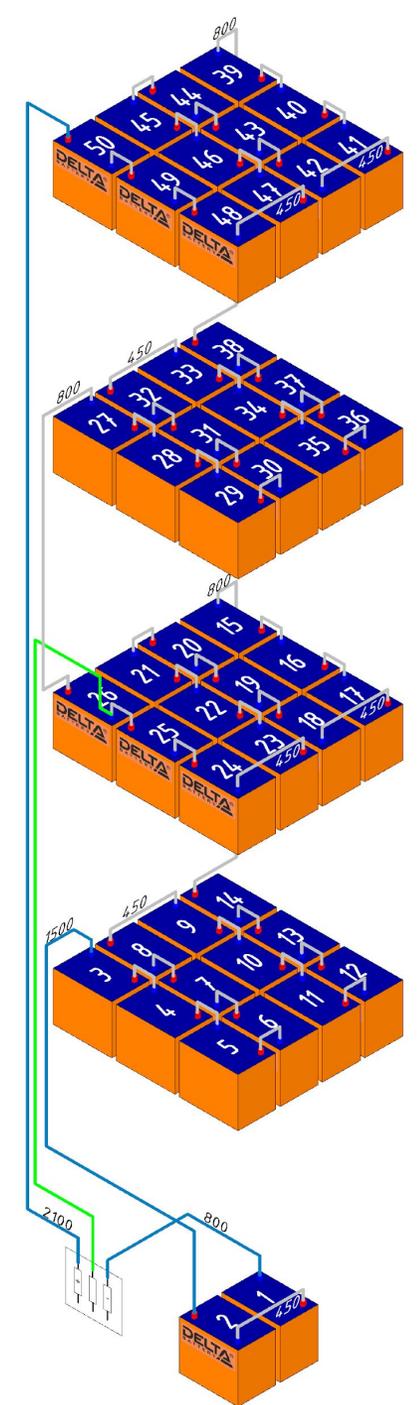
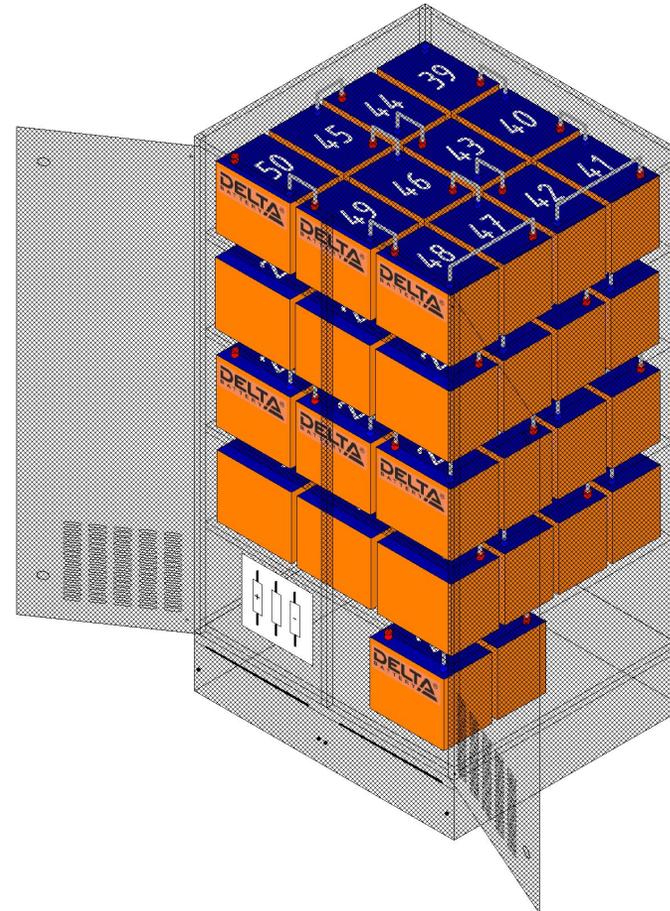
$$L = (x+y+z) + 15\%$$

# Этапы формирования комплектов

## Длины перемычек

Средняя точка – проводник из середины аккумуляторной цепи.  
Используется не во всех системах, нужно иметь возможность его отключения. На рисунке справа обозначен зеленым. Синим – остальные «расчетные» перемычки.

Если в цепи нечетное кол-во АКБ, то средняя точка по определению не используется.



## **Этапы формирования**

### **комплектов**

#### **Несколько параллелей в одном шкафу**

При размещении двух и более параллелей в одном шкафу, правила размещения сохраняются, плюс добавляется правило, запрещающее располагать АКБ из разных параллелей на одной полке.

В комплект перемычек добавляются перемычки «расчетной» длины, соединяющие крайние «+», «-» и средние точки (если есть) каждой параллели => плюсы с плюсами, минусы с минусами, ср.точки между собой.

## Этапы формирования

### комплектов

#### Выбор кабеля перемычек

Кабели для перемычек имеют ограничение по допустимому протекающему току (ограничение до 330А, но токи не длительные, поэтому ограничиваемся номиналом предохранителя в 630А):

Максимальный ток для проводов открытой прокладки, А	50	62	80	100	140	170	215	270	330	385	440	605
Сечение токопроводящей медной жилы, мм <sup>2</sup>	6	8	10	16	25	35	50	70	95	120	150	240

Критерий выбора:

Допустимый ток в кабеле  $\geq I * 0,9$  (этот коэф. нужно сделать настраиваемым для администратора, не для пользователей)

Сечение выбирается минимально допустимое. Стоит предусмотреть возможность корректировки выбранного кабеля в сторону увеличения сечения.

Пример:

Если расчетное значение  $I$  у нас равно 110 А, то допустимый ток в кабеле = 99А, что соответствует кабелю с сечением 16мм<sup>2</sup>.

В расчете используется кабель **от 6 до 95 мм<sup>2</sup>** включительно.

Добавить возможность включения в комплект кабеля заданной величины. Длину задает пользователь, количество равно два на шкаф + третий, если есть средняя точка.

## **Этапы формирования**

### **комплектов**

#### **Выбор наконечника на перемычках**

Тип наконечника = типу клемм АКБ.

Перемычки, идущие к предохранителю имеют клемму с одной стороны. С другой – ничего.

На клеммы типа f2 можно присоединить только одну перемычку. Если требуется подключение двух и более – запрос отправляется на просчет к инженеру.

Стоимость перемычки складывается из суммарной стоимости комплектующих +50%.

Стоимость комплектующих должна быть доступна для редактирования администратору.