

	НАИМЕНОВАНИЕ		
	Источники бесперебойного питания		
	АВТОР	Сидоров	2023-02-13
	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ	СТРАНИЦА
	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1	1 ИЗ 27

Источники бесперебойного питания (ИБП)

Техническое описание

ООО «РиМтехэнерго»
ИНН 5402543239/КПП 540201001
р/с 40702810944070006571 в Сибирском
банке ПАО Сбербанк г. Новосибирск
к/с 30101810500000000641
БИК 045004641

Юридический адрес: Россия, 630082,
г. Новосибирск, ул. Дачная, д.60/1, Офис 28
Почтовый адрес: Россия, 630082,
г. Новосибирск, абонентский ящик 7
Тел/факс: +7 (383) 367-05-42
www.rimte.com, rimtehenargo@mail.ru

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Термины и обозначения.....	3
1. Назначение и технические характеристики	5
2. Внешний вид ИБП	9
3. Трехфазный ИБП РПД (line-interactive).....	11
3.1. Узлы и блоки ИБП.....	11
3.2. Режимы работы ИБП.....	11
3.3. Функциональные особенности.....	12
4. Трехфазный ИБП ДПК (on-line)	14
4.1. Узлы и блоки ИБП.....	14
4.2. Режимы работы ИБП.....	15
4.3. Функциональные особенности.....	17
5. Виртуальная синхронная машина (VSM).....	18
6. Программное обеспечение	20
7. Комплектная аккумуляторная батарея (КАБ)	20
7.1. Конструкция шкафа КАБ.....	20
7.2. Суперконденсаторы	22
7.3. Литий-ионные аккумуляторы	22
7.4. Информационные и коммуникационные возможности	23
8. Конкурентные преимущества	26

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ предназначен для ознакомления с техническими особенностями, конструктивными решениями и функциональными возможностями источников бесперебойного питания (ИБП), выполненных с использованием литий-ионных аккумуляторных батарей (ЛИА) или суперконденсаторов (СК) в шкафном исполнении.

Документ содержит основные технические сведения об ИБП и предназначен для профильных специалистов-энергетиков. Поскольку большинство ИБП в настоящее время производятся с использованием свинцово-кислотных батарей (СКА), некоторые параметры, функции и характеристики в документе приведены по принципу сравнения с аналогичными для СКА. Акцент в описании сделан на функции и параметры, важные при эксплуатации. При этом многие важные технические моменты – например, описание алгоритма работы балансировки элементов – в настоящем документе упущены, как не имеющие непосредственного влияния на основные эксплуатационные характеристики и свойства.

Термины и обозначения

BMS – (battery management system) система управления батареями;

LFP – тип электрического аккумулятора, являющийся видом литий-ионного аккумулятора, в котором используется LiFePO_4 в качестве катода;

LTO – вариант литий-ионных аккумуляторов, использующий пентатитанат лития ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) в качестве анода;

TN-S – система с глухозаземлённой нейтралью и отдельным защитным проводником;

АБ – аккумуляторная батарея;

АПВ – автоматическое повторное включение;

АЭ – аккумуляторный элемент (ячейка), группа параллельно соединённых аккумуляторов;

БАК – блок аккумуляторного элемента СУАБ (контроллер, управляющий одним АЭ);

БАРС – блок автоматический регистрационно-связной;

БГУ – бензиновая генераторная установка;

БЗК – блок защитный коммутационный;

БОМ – блок опроса модуля СУАБ (контроллер, управляющий группой АЭ, объединённых в аккумуляторный модуль);

БУС – блок управления стрингом СУАБ (контроллер, управляющий СУАБ в целом);

ВСМ – виртуальная синхронная машина;

ДГУ – дизельная генераторная установка;

ЗВУ – зарядно-выпрямительное устройство;

ИБП – источник бесперебойного питания;

ИТ – информационные технологии;

КАБ – комплектная аккумуляторная батарея, включает в себя аккумуляторы, СУАБ, элементы конструкции и коммутации;

КПД – коэффициент полезного действия;

ЛИА – литий-ионный аккумулятор;

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

ПК – персональный компьютер;

ПО – программное обеспечение;

СК – суперконденсатор;

СКА – свинцово-кислотный аккумулятор;

СУАБ – система управления аккумуляторной батареей;

Стринг – последовательно соединенная группа АЭ, контролируемая одним блоком управления стрингом СУАБ;

ЦОД – центр обработки данных;

ШПТ – шина постоянного тока.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

1. Назначение и технические характеристики

Назначение источника бесперебойного питания (ИБП) состоит в обеспечении бесперебойного питания и защите от повреждений электрического оборудования при возникновении проблем с рабочим источником напряжения. ИБП общепромышленного исполнения применим для работы в сетях переменного напряжения частотой 50 Гц, с глухозаземлённой нейтралью и отдельным защитным проводником (TN-S).

Компания РТЭ представляет две линейки трехфазных ИБП с различными топологическими схемами: параллельным включением (off-line) и ИБП со схемой двойного преобразования (on-line).

1.1. Off-line ИБП

ИБП, выполненный по off-line схеме, обеспечивает:

- бесперебойность в питании нагрузки при переходе с сетевого режима (питание нагрузки энергией сети) на автономный режим (питание нагрузки энергией аккумуляторной батареи) за время не более 20 мс;
- обратный переход на питание от сети (при её восстановлении) с синхронизацией к сети по фазе и частоте, без разрыва тока,
- подзаряд батареи при нахождении в дежурном режиме. При использовании литий-ионной батареи подзаряд производится по принципу микроциклирования, исключая перезаряд аккумуляторов.

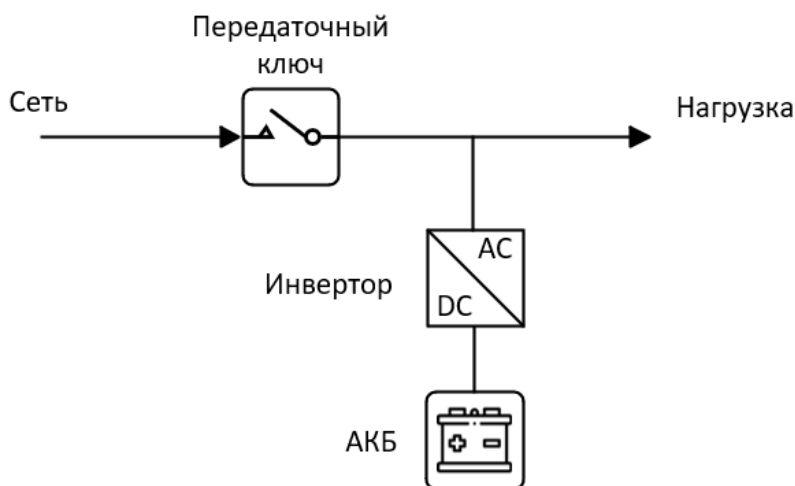


Рисунок 1 – Схема off-line ИБП

Таблица 1 – Технические данные трехфазного off-line ИБП РПД

№	Параметр	Значение
1	Мощность, кВА	30, 45, 60, 100, 120, 150, 180, 240, 300
2	Диапазон входного напряжения без перехода на АБ, В	323...418

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

№	Параметр	Значение	
3	Частота питающей сети, Гц	50	
4	Допустимое отклонение частоты входного напряжения, Гц	49...51	
5	Номинальное выходное напряжение, В	380	
6	Статическая точность выходного напряжения	1 %	
7	Динамическая точность выходного напряжения при 100% скачке нагрузки, %	±5 (в течение 20 мс)	
8	Стабильность выходной частоты	0.05 %	
9	Допустимый коэффициент амплитуды тока нагрузки (крест-фактор)	3/1	
10	Максимальный фазный выходной ток, А	В зависимости от мощности	
11	Коэффициент искажения синусоидальности выходного напряжения при нелинейной нагрузке, %	8	
12	Перегрузочная способность инвертора, при нагрузке от 105% до 130%	до 2 мин.	
13	Перегрузочная способность инвертора, при нагрузке > 200%	20 мс	
14	Время переключения питания нагрузки с сети на КАБ	не более 20 мс	
15	Время переключения питания нагрузки с КЛИАБ на сеть	0 мс	
16	Масса (не более), кг	В зависимости от мощности	
17	Габариты (ВхШхГ), мм	В зависимости от мощности	
18	Рабочая температура, °С	+5...+35	
19	Температура хранения, °С	-25...+45	
20	Относительная влажность при +20 °С	до 95% (без конденсата)	
21	Рабочая высота над уровнем моря, при +40 °С	до 1000 м	
22	Тип накопителя	супер-конденсаторы	литий-ионные (LiFePO ₄)
23	Напряжение накопителя, В	720	720
24	Номинальное напряжение одного элемента, В	48	3,2
25	Ток заряда накопителя батарей, А	Зависит от мощности преобразователя	Зависит от емкости АБ
26	Время работы на номинальную нагрузку (на выбор)	2 сек 5 сек 10 сек	20 мин 60 мин

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

1.2. On-line ИБП

ИБП, выполненный по on-line схеме, предназначен для питания подключенного к нему оборудования качественной электроэнергией синусоидальной формы, без перерывов в питании при переходе с сетевого на автономный режим (питание нагрузки энергией аккумуляторной батареи) и обратно; защиты от искажения или пропадания напряжения сети, а также подавления высоковольтных импульсов и высокочастотных помех, поступающих из сети.

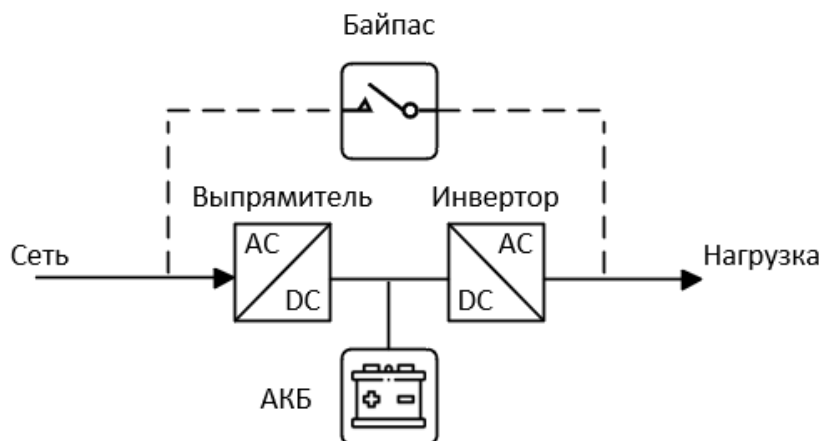


Рисунок 2 – Схема on-line ИБП

Таблица 2 – Технические данные трехфазного on-line ИБП

№	Параметр	Значение
1	Мощность, кВА	15, 20, 30, 50, 60 80, 90, 100, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300
2	Нижняя граница диапазона входного напряжения без перехода на АБ, при нагрузке менее 50 %	от $U_{ном} - 36\%$ до $U_{ном} - 20\%$
3	Нижняя граница диапазона входного напряжения без перехода на АБ, при нагрузке выше 50 %	$U_{ном} - 20\%$
4	Верхняя граница диапазона входного напряжения без перехода на АБ	$U_{ном} + 20\%$
5	Частота питающей сети, Гц	50
6	Допустимое отклонение частоты входного напряжения, Гц	46...54
7	Номинальное выходное напряжение, В	380, 400, 410
8	Статическая точность выходного напряжения	1 %
9	Стабильность выходной частоты	0.05 %
10	Допустимый коэффициент амплитуды тока нагрузки (крест-фактор)	3/1
11	Максимальный фазный выходной ток, А	В зависимости от мощности
12	Коэффициент искажения синусоидальности выходного напряжения при нелинейной нагрузке, %	8
13	Перегрузочная способность инвертора, при нагрузке от 105% до 130%	до 2 мин.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

14	Перегрузочная способность инвертора, при нагрузке > 200%	200 мс	
15	Масса (не более), кг	В зависимости от мощности	
16	Габариты (ВхШхГ), мм	В зависимости от мощности	
17	Рабочая температура, °С	+5...+35	
18	Температура хранения, °С	-25...+55	
19	Относительная влажность при +20 °С	до 95% (без конденсата)	
20	Рабочая высота над уровнем моря, при +40 °С	до 1000 м	
21	Тип накопителя	супер-конденсаторы	литий-ионные (LiFePO ₄)
22	Напряжение накопителя, В	720	720
23	Номинальное напряжение одного элемента, В	48	3,2
24	Ток заряда накопителя, А	Зависит от мощности преобразователя	Зависит от емкости АБ
25	Время работы на номинальную нагрузку (на выбор)	2 сек 5 сек 10 сек	20 мин 60 мин

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

2. Внешний вид ИБП

Конструктивное исполнение ИБП - прямоугольный металлический 19" шкаф с запираемой передней дверью, в котором расположены модуль индикации, три силовых блока, модуль выключателей и модуль коммутации.

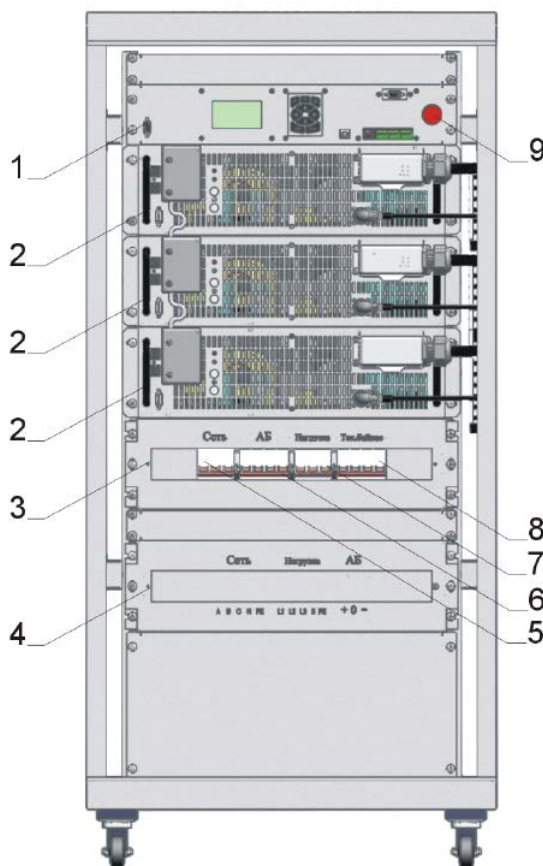


Рисунок 1 – Вид ИБП спереди

1 – модуль индикации, 2 - силовые блоки, 3 – модуль выключателей, 4 - модуль коммутации, 5 – автоматический выключатель «Сеть», 6 – выключатель АБ, 7 - автоматический выключатель «Нагрузка», 8 - выключатель «Техбайпас», 9 – кнопка аварийного отключения ИБП («ЕРО»).

Модуль индикации расположен в верхней части шкафа и соединен с главным силовым блоком по интерфейсу RS-232.

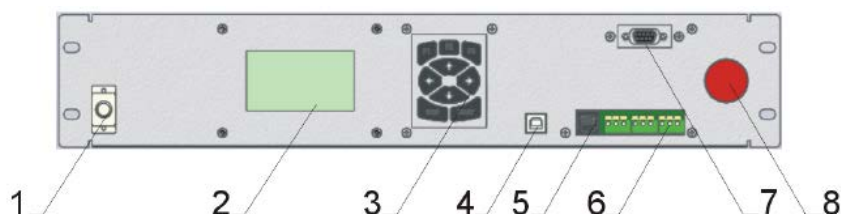


Рисунок 2 - Передняя панель модуля индикации

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

1 – разъем интерфейса RS-232 для соединения с главным блоком ИБП, 2 – ЖК индикатор, 3 – клавиатура, 4 – разъем интерфейса USB, 5 – разъем интерфейса RS-485, 6 – клеммы сухих контактов, 7 - разъем интерфейса RS-232 для связи с ПК, 8 – кнопка аварийного отключения ИБП («ЕРО»).

Модуль коммутации расположен в нижней части шкафа. В нём установлены клеммы для присоединения кабелей сети, нагрузки и АБ. На крышке модуля нанесена маркировка коммутируемых цепей.

Модуль выключателей расположен над модулем коммутации. В нём установлены 2 автоматических 3-полюсных выключателя «Сеть» и «Нагрузка», выключатель цепи постоянного тока (АБ) и выключатель «Техбайпас».

Каждый из силовых блоков обеспечивает поддержание одной из трёх фаз переменного трёхфазного тока. Блоки связаны между собой системой интерфейса для согласования их работы по сдвигу угла фаз, частоте, амплитуде напряжений, передаче команд управления и данных измерений. Верхний блок является главным управляющим блоком ИБП.

На передней панели силовых блоков расположены 2 двухцветных светодиодных индикатора С1 и С2, и две кнопки управления «ВКЛ» и «ВЫКЛ».

Кнопки на главном блоке могут использоваться для включения и выключения нагрузки (нажатие и удержание не менее 4 секунд), а также для «холодного» запуска выключенного ИБП при отсутствии сетевого напряжения. Кнопки на остальных блоках предназначены только для технического обслуживания блоков.

Светодиодные индикаторы состояния предназначены для визуального отображения различных состояний данного блока. При этом они могут светиться или мигать зеленым либо красным цветом, или не светиться:

Светодиод **С1** главного блока отражает состояние электропитания всего ИБП, а светодиоды **С1** ведомых блоков - состояние электропитания на фазе сети, к которой подключен блок:

- горит зеленым цветом, если параметры сети соответствуют заданным параметрам;
- мигает зеленым цветом, если один из этих параметров не соответствует требованиям;
- не горит, если напряжение в сети отсутствует.

Светодиод **С2** показывает состояние инвертора блока:

- горит зеленым цветом, если инвертор включен;
- горит красным цветом при аварии;
- не горит, если инвертор выключен;

Звуковой сигнал с периодичностью 2 секунды выдается при питании нагрузки от аккумуляторных батарей (только на главном блоке). Непрерывный звуковой сигнал возникает при аварийных ситуациях (на всех блоках).

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

3. Off-line ИБП

3.1. Узлы и блоки ИБП

Структурная схема ИБП представлена на рисунке 3.

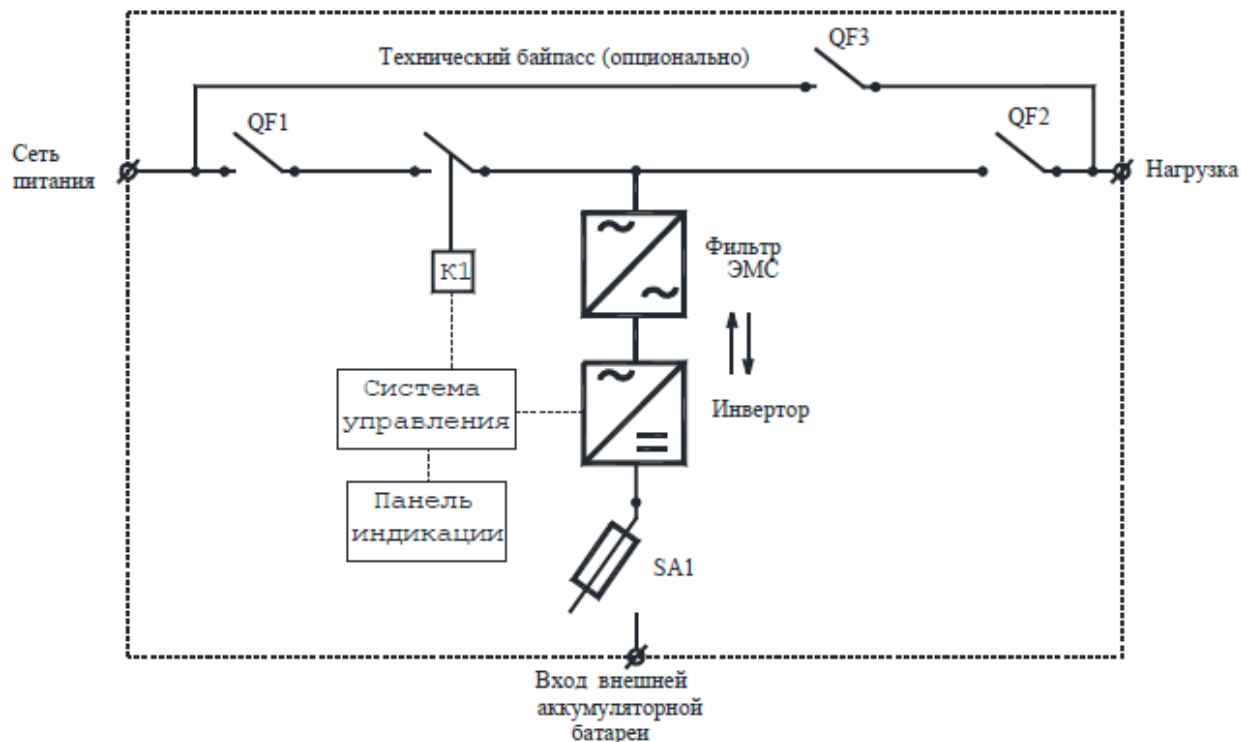


Рисунок 3 – Структурная схема Off-line ИБП

Назначения узлов ИБП следующие:

- **двунаправленный инвертор** преобразует напряжение постоянного тока от аккумуляторной батареи в синусоидальное напряжение с частотой 50 Гц, либо обеспечивает преобразование напряжения сети переменного тока в напряжение постоянного тока для автоматического подзаряда аккумуляторной батареи (функция зарядного устройства);
- **фильтр ЭМС** обеспечивает подавление выбросов выходного напряжения при различных коммутационных процессах в ИБП;
- **система управления** на основе микроконтроллера осуществляет контроль текущих параметров и управление алгоритмом работы всех узлов ИБП;
- **аккумуляторная батарея** либо батарея суперконденсаторов обеспечивают запас энергии для питания нагрузки и размещаются в дополнительном шкафу.

3.2. Режимы работы ИБП

В зависимости от состояния сети и величины нагрузки ИБП может работать в следующих режимах:

Режим ожидания.

Инвертор выключен. Нагрузка отключена. Заряд АБ не производится. ИБП ожидает действий пользователя.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

Дежурный режим.

Инвертор включен, напряжение сети находится в рабочем диапазоне, контактор включен, нагрузка питается напрямую от сети. Работа в данном режиме может сочетаться с режимом заряда батареи.

Режим источника напряжения (автономный режим).

Если напряжение сети соответствует установленному рабочему диапазону напряжений, нагрузка питается напрямую от сети (см описание дежурного режима). При выходе напряжения любой из фаз сети за пределы рабочего диапазона (или полном пропадании напряжения сети) ИБП отключает контактор сети от нагрузки и осуществляет питание нагрузки от инвертора, энергией аккумуляторной батареи. При разряде батареи до минимально допустимого напряжения ИБП автоматически выключается для исключения недопустимого разряда АБ. При возврате напряжения сети в рабочий диапазон ИБП снова переходит на питание нагрузки напрямую от сети.

Время автономной работы ИБП определяется выбранной величиной емкости аккумуляторов во внешних аккумуляторных модулях.

Режим заряда батареи возникает при неполном заряде АБ, наличии сетевого напряжения, включенном инверторе и питании нагрузки от сети, и заканчивается по достижению полного заряда АБ.

Режим автоматического перезапуска ИБП возникает при восстановлении сетевого напряжения, если до того ИБП работал в автономном режиме и был автоматически отключен внутренним сигналом во избежание недопустимого разряда батареи. После появления входного напряжения ИБП автоматически включится и перейдет в сетевой режим.

Режим ручного (технического) байпаса. Предназначен для проведения сервисного обслуживания ИБП при подключенной к сети нагрузке напрямую через цепь ручного байпаса. При этом силовая цепь и система управления гальванически отвязаны от сети и цепи технического байпаса. Это позволяет проводить работы по ремонту ИБП в обесточенном состоянии.

3.3. Функциональные особенности

- двунаправленный инвертор;
- синусоидальная форма выходного напряжения;
- высокая стойкость к перегрузкам и защита от короткого замыкания в нагрузке;
- "холодный" старт;
- высокая степень фильтрации помех (наличие ЕМІ фильтра и подавление выбросов (высоковольтных импульсных помех) напряжения;
- автотестирование, контроль за состоянием и защита от полного разряда АБ;
- автоматический переход на питание нагрузки от АБ при пропадании входного напряжения;
- высокое значение допустимого коэффициента амплитуды (крест-фактор) выходного тока при работе ИБП на нелинейную нагрузку;
- возможность увеличения времени автономной работы;
- ЖКИ-дисплей и светодиодные индикаторы для отображения текущего состояния работы ИБП;

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

- звуковая сигнализация при аварии сети, перегрузке, неисправности, высокой температуре;
- удаленное управление и мониторинг ИБП с персонального компьютера;
- система оповещения потребителя при помощи SMS-сообщений (опционально);
- опциональная плата дистанционной сигнализации (сухие контакты).

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

4. On-line ИБП

4.1. Узлы и блоки ИБП

Структурная схема ИБП представлена на рисунке 4.

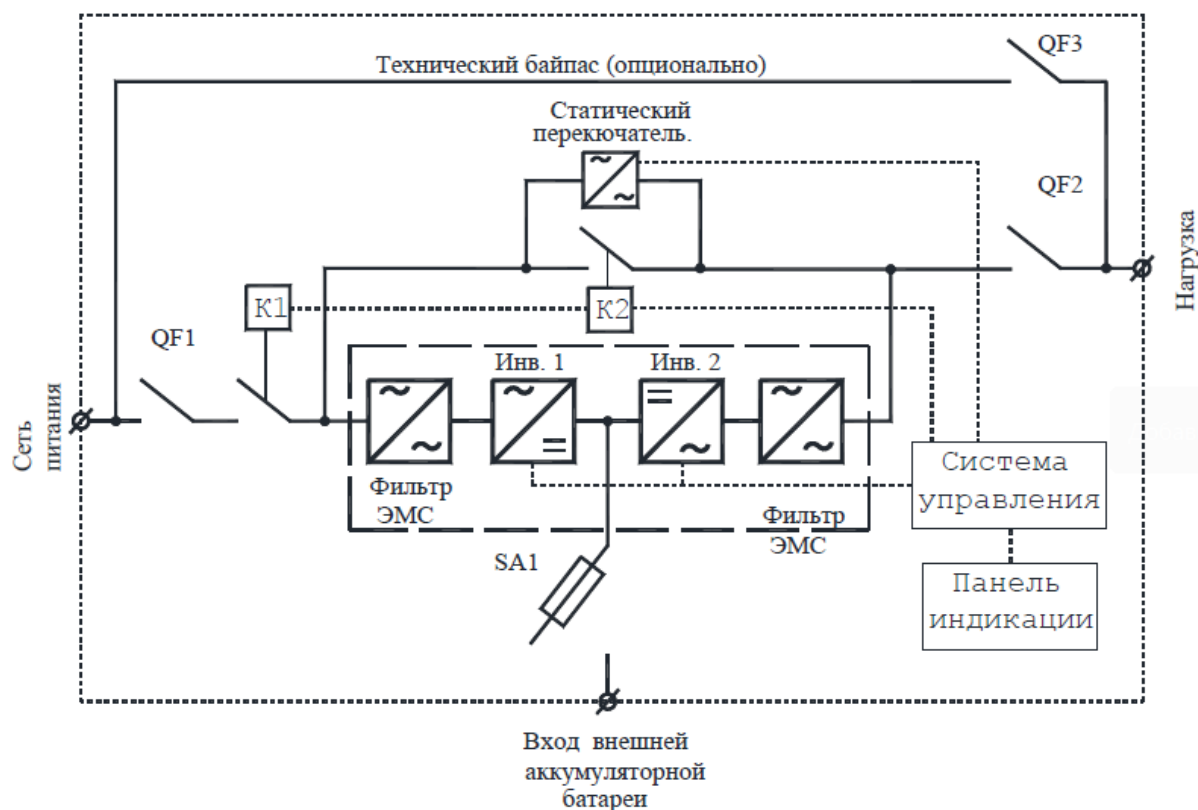


Рисунок 4 – Структурная схема on-line ИБП

Назначения узлов ИБП следующие:

- **Двухнаправленный инвертор** обеспечивает:

- преобразование напряжения сети переменного тока в напряжение постоянного тока и обратно в переменное синусоидальное напряжение частотой 50 Гц (двойное преобразование);
- преобразование напряжения постоянного тока от аккумуляторной батареи в переменное синусоидальное напряжение частотой 50 Гц;
- автоматический подзаряд аккумуляторной батареи при наличии входной сети переменного тока (функция зарядного устройства);

- **фильтр ЭМС** обеспечивает подавление выбросов выходного напряжения при различных коммутационных процессах в ИБП;

- **статический переключатель** – обеспечивает подключение нагрузки через быстродействующее твердотельное реле непосредственно к сети без разрыва тока при отключении инвертора в аварийных ситуациях (байпас);

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

- **система управления** на основе микроконтроллера осуществляет контроль текущих параметров и управление алгоритмом работы всех узлов ИБП;

- **аккумуляторная батарея или батарея суперконденсаторов** обеспечивает запас энергии для питания нагрузки, когда отсутствует или недопустимо искажено сетевое напряжение. АБ размещаются в дополнительном шкафу аккумуляторного модуля.

Компания РТЭ представляет возможность изготовления «**несимметричного**» ИБП, который может использоваться для нагрузок с высокими краткосрочными пиковыми потребностями. Отличительной особенностью данного решения является неравенство мощностей инверторов. Мощность инвертора 1 выше мощности инвертора 2 (рисунок 4). Во время пикового потребления ИБП берет недостающую мощность из батареи и обеспечивает нормальное функционирование нагрузки. В нормальном режиме инвертор работает на часть своей мощности. Данное решение позволяет оптимизировать стоимость установки, ее габариты и потери.

4.2. Режимы работы ИБП

В зависимости от состояния сети и величины нагрузки ИБП может работать в различных режимах: сетевом, автономном, байпас и других.

Сетевой режим инвертора – режим питания нагрузки энергией сети с двойным преобразованием.

При наличии сетевого напряжения в пределах рабочего диапазона и величине нагрузки, не превышающей максимально допустимое значение, ИБП работает в сетевом режиме с двойным преобразованием энергии. Замыкается контактор К1 и напряжение сети подаётся на блок преобразователей. При этом режиме осуществляется:

- фильтрация импульсных и высокочастотных сетевых помех;
- преобразование энергии переменного тока сети в энергию постоянного тока с помощью инвертора 1;
- преобразование с помощью инвертора 2 энергии постоянного тока в энергию переменного тока со стабильными параметрами;
- заряд АБ.

Автономный режим инвертора – режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи.

При отклонении параметров сетевого напряжения за допустимые пределы или при полном пропадании сети отключается контактор К1 и ИБП переходит на автономный режим питания нагрузки энергией аккумуляторной батареи (АБ) через инвертор 2, причем переход от одного режима к другому происходит без прерывания питания нагрузки. Затем замыкается контактор К2, инвертор 1 переходит в режим преобразования постоянного напряжения в переменное и питание нагрузки осуществляется параллельно от двух инверторов.

При этом режиме работы ИБП каждые 2 секунды будет звучать предупредительный сигнал, означающий, что ИБП работает от АБ. По мере разряда батареи, этот сигнал изменится на более частый, повторяющийся каждую секунду. При остаточной емкости АБ менее 20% ИБП

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

автоматически выключится для исключения недопустимого разряда АБ. При восстановлении напряжения сети ИБП автоматически перейдет в сетевой режим.

Время автономной работы ИБП определяется выбранной величиной емкости аккумуляторов во внешних аккумуляторных модулях.

Режим автоматического байпаса (BYPASS) – питание нагрузки напрямую от сети.

Переход в данный режим производится:

1) При включении нагрузки в сетевом режиме, перед переходом на питание от инвертора – для оценки величины нагрузки. Параметры сети должны находиться в рабочем диапазоне байпас.

2) Если при сетевом режиме происходит перегрузка или перегрев ИБП, а также, если один из узлов ИБП выходит из строя. Замыкается контактор К2, выключаются инверторы, и нагрузка автоматически переключается с выхода инвертора напрямую к сети. При снятии причин перехода в байпас (перегрузки или перегрева) ИБП автоматически возвращается в нормальный сетевой режим с двойным преобразованием энергии.

При выходе параметров напряжения сети за пределы диапазона байпас нагрузка будет отключена. В режиме байпас нагрузка не защищена от искажений синусоидальности формы напряжения сети и сетевых помех.

Экономный режим. Данный режим включается в настройках ИБП и может использоваться для питания нагрузки, не критичной к форме сетевого напряжения, для снижения потерь электроэнергии от режима двойного преобразования.

При наличии сетевого напряжения в пределах рабочего диапазона байпас нагрузка питается напрямую от сети, как в режиме автоматического байпас. При выходе напряжения за пределы рабочего диапазона ИБП автоматически переходит в автономный режим.

В экономном режиме может производиться заряд АБ.

Режим заряда батареи возникает при неполном заряде АБ, наличии сетевого напряжения, включенном инверторе и питании нагрузки от сети, и заканчивается по достижению полного заряда АБ.

Режим автоматического перезапуска ИБП возникает при восстановлении сетевого напряжения, если до того ИБП работал в автономном режиме и был автоматически отключен внутренним сигналом во избежание недопустимого разряда батареи. После появления входного напряжения ИБП автоматически включится и перейдет в сетевой режим.

Режим ручного (технического) байпаса. Предназначен для проведения сервисного обслуживания ИБП при подключенной к сети нагрузке напрямую через цепь ручного байпаса. При этом силовая цепь и система управления гальванически отвязаны от сети и цепи технического байпаса. Это позволяет проводить работы по ремонту ИБП в обесточенном состоянии.

Режим добавления мощности. Может использоваться совместно с сетевым режимом работы инвертора. В данном режиме ИБП измеряет уровень мощности, потребляемой нагрузкой, и, по моменту превышения заданного порога потребления, начинает добавлять мощность, соответствующую разнице между заданным порогом и потребляемой нагрузкой, используя энергию, запасенную в АБ. При снижении потребления мощности ниже порога, либо при разряде АБ до порогового значения, отдача мощности прекращается. Использование этого режима

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

позволяет обходить ограничения мощности входной сети электропитания при кратковременных пиковых нагрузках.

Частое использование режима добавления мощности сокращает срок службы аккумуляторной батареи, рассчитанной на определенное количество циклов заряда - разряда.

4.3. Функциональные особенности

- двойное преобразование со стабилизацией выходного напряжения и частоты;
- синусоидальная форма выходного напряжения;
- высокая стойкость к перегрузкам и защита от короткого замыкания в нагрузке;
- "холодный" старт;
- автотестирование, контроль за состоянием и защита от полного разряда АБ;
- автоматический и ручной переключатель резерва (байпас);
- технический байпас;
- возможность работы в экономном режиме (для питания нагрузки, не критичной к форме сетевого напряжения, для снижения потерь электроэнергии от режима двойного преобразования);
- высокое значение допустимого коэффициента амплитуды (крест-фактор) выходного тока при работе ИБП на нелинейную нагрузку;
- добавление мощности в условиях ограничения разрешенной мощности электросети;
- добавление мощности при совместной работе ИБП с бензиновыми и дизель-генераторными установками (БГУ и ДГУ);
- симметрирование нагрузки по фазам входной электросети;
- ЖК-индикация параметров и режимов работы, звуковая индикация (сигналы тревоги) при перегрузке, неисправности, высокой температуре, недопустимом отклонении параметров сети, недопустимом разряде АБ;
- ethernet, USB, SMS-оповещения (опционально).
- возможность контроля, управления и мониторинга состояния ИБП и сети через интерфейсы RS-232, USB, RS-485 посредством специализированного программного обеспечения;
- дистанционная сигнализация (сухие контакты).

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

5. Виртуальная синхронная машина (ВСМ)

Виртуальная синхронная машина представляет собой устройство, состоящее из силовой преобразовательной техники и программного обеспечения (ПО).

Работа двух и более ИБП с двойным преобразованием в режиме ВСМ, питающими одну нагрузку, позволяет обойтись без каких-либо плат параллельной работы и интерфейсных кабелей, создать параллельную систему с резервированием по схеме N+1. Подключение ИБП происходит только по силовой шине трехфазного переменного тока 0,4 кВ. ИБП в параллельной системе, измеряя частоту выходного напряжения, автоматически синхронизируются и, за счет подстройки выходных частот, делят нагрузку поровну. В случае отключения или отказа одного из ИБП нагрузка будет распределена между оставшимися в работе. Отсутствие в данной системе контроллера и плат параллельной работы, а также кабелей связи между ИБП существенно повышает надежность электропитания подключенного электрооборудования. В данном режиме ИБП позволяет производить наращивание мощности системы в «горячем» режиме, отключать один из ИБП для проведения технического обслуживания, не выключая другие. При этом отключение нагрузки от сети не требуется.

Параллельная работа ИБП может быть организована несколькими вариантами схем, представленными на рисунках 5 и 6.

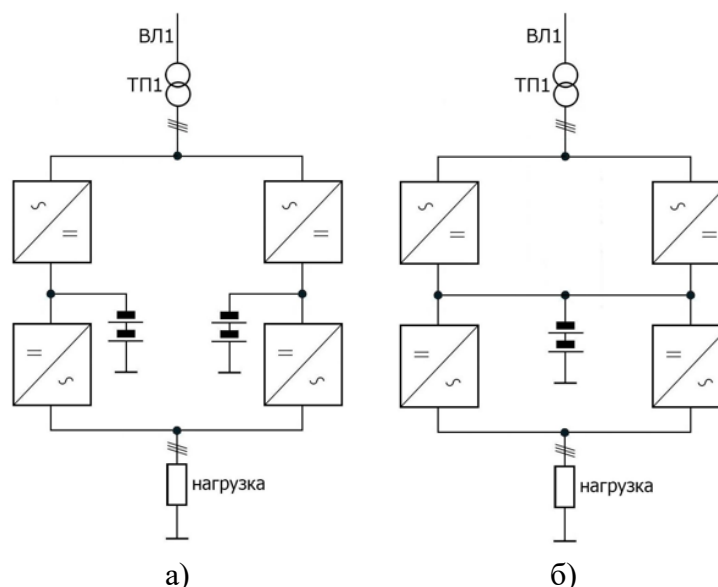


Рисунок 5 – Параллельная работа ИБП от одного ввода

При параллельной работе ИБП от одного ввода и собственных накопителей (рисунок 5, а) выходные инверторы ИБП работают в режиме ВСМ (статизме по частоте) независимо друг от друга, объединенные только по силовой шине 0,4 кВ и равномерно делят нагрузку. Также, предусмотрена работа ИБП от одной группы накопителей (рисунок 5, б).

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

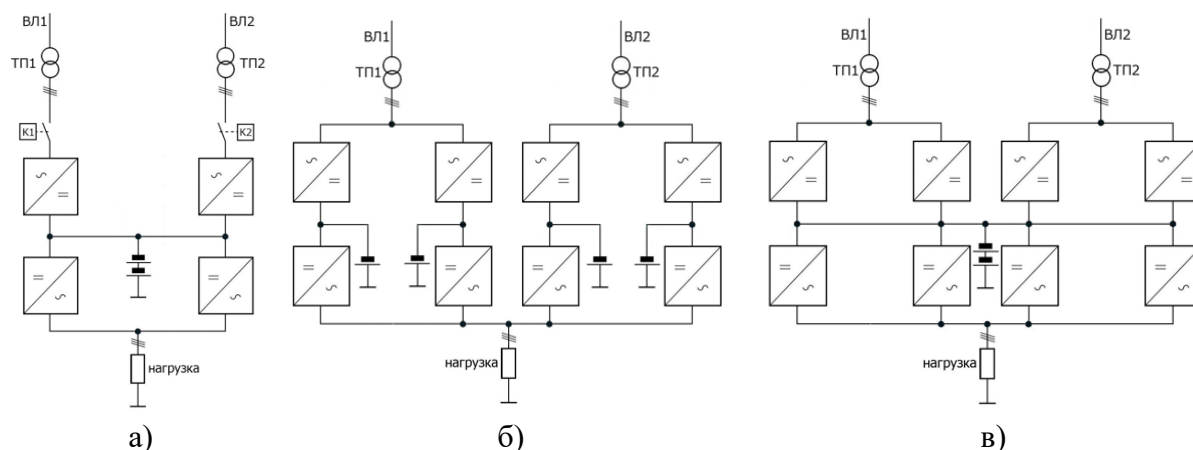


Рисунок 6 – Параллельная работа ИБП от различных вводов

Также возможна работа от различных вводов (источников энергии), не синхронизированных по частоте и напряжению (рисунок 6). Работа ИБП в режиме ВСМ позволяет подключить большое количество ИБП, в том числе различной мощности и автоматическим распределением нагрузки, пропорционально выходной мощности инверторов. Каждый ИБП может работать как от собственного накопителя, так и на общую шину постоянного тока (ШПТ), то есть от одного общего накопителя (рисунок 6, в). Таким образом, появляется возможность перераспределения энергии между вводами и нагрузками (режим работы роутера).

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

6. Программное обеспечение

Трёхфазные on-line и off-line ИБП поддерживают управление и мониторинг работы через компьютер, работающий под управлением ОС Microsoft Windows XP/7/8/10.

Для связи с компьютером доступны следующие порты на передней панели блока индикации:

- USB (разъем USB-B) – с установкой драйвера виртуального COM-порта (VCP);
- RS-232 (разъем DB-9) – стандартный COM-порт;
- RS-485 (разъем RJ-45) – с использованием соответствующего контроллера на ПК.

Используя предлагаемое программное обеспечение, пользователь получает следующие возможности:

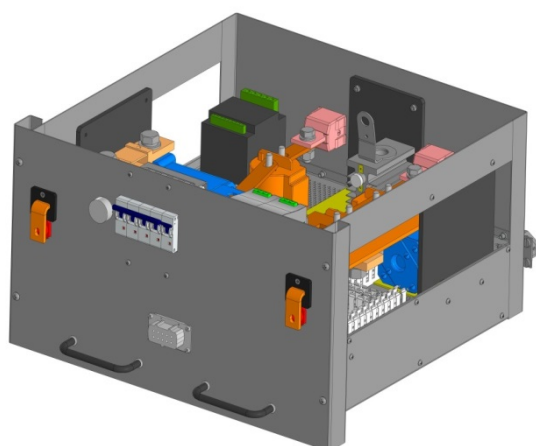
- наглядное отображение режима работы устройства;
- количественный мониторинг параметров сети, выходного напряжения, степени зарядки аккумуляторной батареи, ток и мощность нагрузки по фазам, температурный режим внутри силовых блоков;
- ведение журнала регистрации параметров сети и сообщений о возникновении аномальных ситуаций в работе изделия.

7. Комплектная литий-ионная аккумуляторная батарея (КЛИАБ)

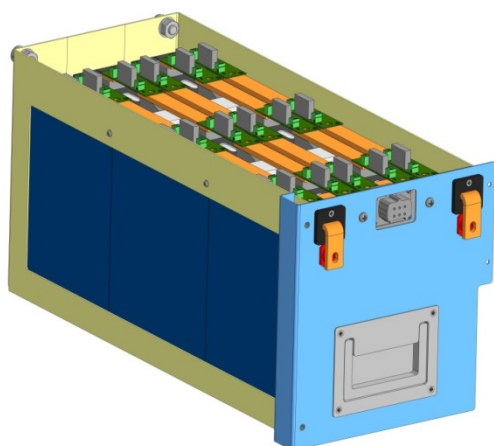
7.1. Конструкция шкафа КЛИАБ

Пояснения к конструкции шкафа КЛИАБ приведены на рисунке 6. Модули аккумуляторов имеют несколько модификаций в зависимости от типа и количества устанавливаемых аккумуляторов, а также от схемы их подключения (при необходимости несколько аккумуляторов могут соединяться параллельно и в дальнейшем функционировать как одна ячейка большей ёмкости). Соединение модулей выполняется изолированными жёсткими шинами во фронтальной плоскости.

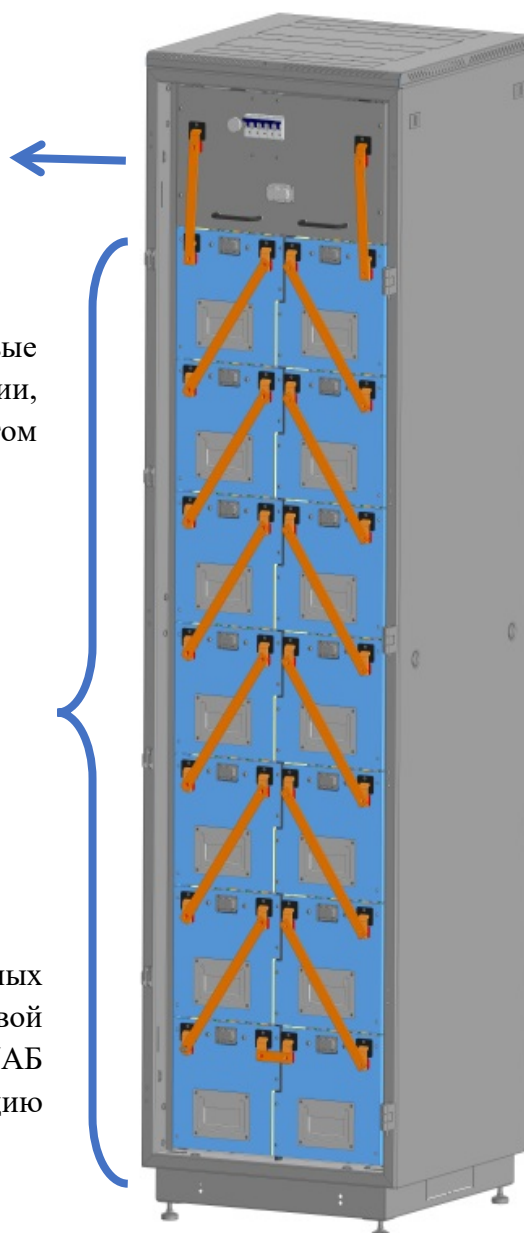
НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1



Блок защиты и коммутации содержит силовые предохранители, устройство контроля изоляции, измерительные цепи, блок управления стрингом СУАБ «Комбат»



Аккумуляторы размещены в выдвижных модулях. Помимо аккумуляторов и силовой ошиновки в модулях размещены платы СУАБ «Комбат», обеспечивающих также и индикацию состояния на лицевой панели



КЛИАБ выполнена в конструктиве стандартного электротехнического шкафа одностороннего обслуживания с нижним кабельным подключением.

Рисунок 8 – Конструкция шкафа КЛИАБ

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

7.2. Суперконденсаторы

В качестве накопителя энергии для ИБП могут быть использованы суперконденсаторы. Такое решение является наилучшим для работы в сетях с частыми кратковременными просадками напряжения, так как СК обладают следующими особенностями:

- + Низкая стоимость в расчете на 1 фарад;
- + Высокий КПД цикла, который достигает 95% и выше;
- + Длительный срок службы (до 10 лет), надежность;
- + Экологическая безопасность;
- + Высокая удельная мощность;
- + Широкий диапазон рабочих температур (от -40°C до +65°C);
- + Большое количество циклов практически с неизменными параметрами (1 млн. циклов заряд/разряд);
- + Высокая скорость заряда и разряда;
- + Допустимость разряда до нуля;
- + Малый вес в сравнении с электролитическими конденсаторами;
- Малая энергетическая плотность;
- Низкое напряжение на одну единицу элемента;
- Высокая степень саморазряда.

ИБП с суперконденсаторами могут применяться для защиты от кратковременных перебоев (аварийном отключении резерва), АПВ (автоматическом повторном включении). Также устройства незаменимы в качестве буферных устройств пиковых нагрузок. Они применяются для компьютерных томографов и иного оборудования, эксплуатация которого связана с постоянным повторением кратковременных циклов максимального потребления энергии.

Суперконденсаторы являются надежным решением для кратковременной защиты энергопотребляющих устройств в центрах обработки данных, на производственных, медицинских и инфраструктурных объектах от наиболее распространенных проблем качества электроснабжения или его перебоев. Кроме того, они представляют собой отличное решение для тех случаев, где невозможно применение резервных источников питания на традиционных аккумуляторных батареях.

7.3. Литий-ионные аккумуляторы

В случае необходимости более длительной работы электрооборудования от аккумулятора в аварийном режиме более целесообразно применять литий-ионные аккумуляторы. Данный вид аккумуляторов обладает следующими функциональными особенностями:

- + Малые размеры и вес, высокая плотность энергии и мощности;
- + Нет необходимости в специальной инженерной инфраструктуре: могут располагаться в обычных помещениях и занимают небольшую площадь;
- + Устойчивы к воздействию высоких температур;

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

- + Не содержат токсичных веществ;
- + Большие токи разряда и заряда;
- + Высокий КПД в цикле заряд-разряд (LFP: 92%, LTO: 99%);
- + Большой резерв по циклам заряда-разряда и, как следствие, длительный срок службы;
- Склонны к перезаряду;
- Необходима BMS (battery management system) с алгоритмами ограничения заряда и периодической балансировки;
- Стоимость выше, чем у свинцово-кислотных аккумуляторов.

ИБП на литий-ионных аккумуляторах может применяться для поддержания питания практически любого вида нагрузки. Трехфазные ИБП с внешними аккумуляторными шкафами применимы для электропитания центров обработки данных (ЦОД) среднего размера, промышленных предприятий, ИТ-комплексах, предназначенных для граничных вычислений. Такие ИБП применяются не только в коммерческих ЦОД, но и в корпоративных центрах обработки данных финансовых компаний, в ИТ-комплексах промышленных предприятий, а также в серверных комнатах.

7.4. Информационные и коммуникационные возможности

Одно из основных отличий литий-ионных аккумуляторов – склонность к перезаряду и переразряду, необходимость постоянного контроля состояния (напряжения и температуры) каждого аккумулятора, необходимость приведения аккумуляторов в составе батареи к одинаковой степени заряженности. Эти задачи выполняет Система управления аккумуляторной батареей (СУАБ) «Комбат».

Структурно СУАБ «Комбат» представляет собой систему четырех уровней:

- первый уровень – блоки аккумуляторных элементов (БАК), устанавливаются на каждом аккумуляторном элементе (АЭ) и обеспечивают измерение напряжения и температуры АЭ, к которому он подключен, и передачу их БОМ, а также балансировку и индикацию состояния АЭ.
- второй уровень – блоки опроса модулей (БОМ), устанавливаются в каждом модуле, обеспечивают получение и передачу в БУС данных от БАК, хранение уставок, индикацию состояния АЭ в модуле
- третий уровень – блоки управления стрингом (БУС), устанавливается в защитно-коммутационный блок (БЗК) и обслуживает один канал КАБ. Предназначен сбора данных со всех аккумуляторов канала, связи с верхним уровнем, управления защитно-коммутационной аппаратурой и иными устройствами, подключенными к его выходам, реализации алгоритмических функций – управления и продвинутой диагностики батареи
- четвертый уровень – блок архивирования, регистрации и связи – предназначен для сбора потоковых данных, их обработки и упорядоченного хранения, выдачи по запросу системам диспетчеризации по необходимым интерфейсам и протоколам. Также выполняет функцию самописца, хранящего исчерпывающие данные о работе батареи на сроке службы.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

За счет описанной структуры система легко интегрируется в любые системы диспетчеризации, может быть адаптирована для участия в любых схемах сбора данных.

Кроме того, наличие третьего и четвертого уровней системы обеспечивает реализацию следующих функций:

- продвинутая диагностика. В процессе эксплуатации СУАБ способна в автоматическом режиме определять, анализировать динамику изменения следующих величин:
 - фактическая ёмкость каждого аккумулятора с учетом деградации;
 - фактическое внутреннее сопротивление каждого аккумулятора;
 - фактический саморазряд (ток утечки) каждого аккумулятора;
 - фактически отработанный циклический ресурс батарей;
 - текущая степень деградации батареи в целом и каждого аккумулятора.
- дистанционный мониторинг состояния батареи. Реализована возможность контроля с приложения ПК, в разработке – с мобильного приложения Android;
- Возможность построения любых аналитических диаграмм и графиков на основе хранящихся в БАРС данных.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

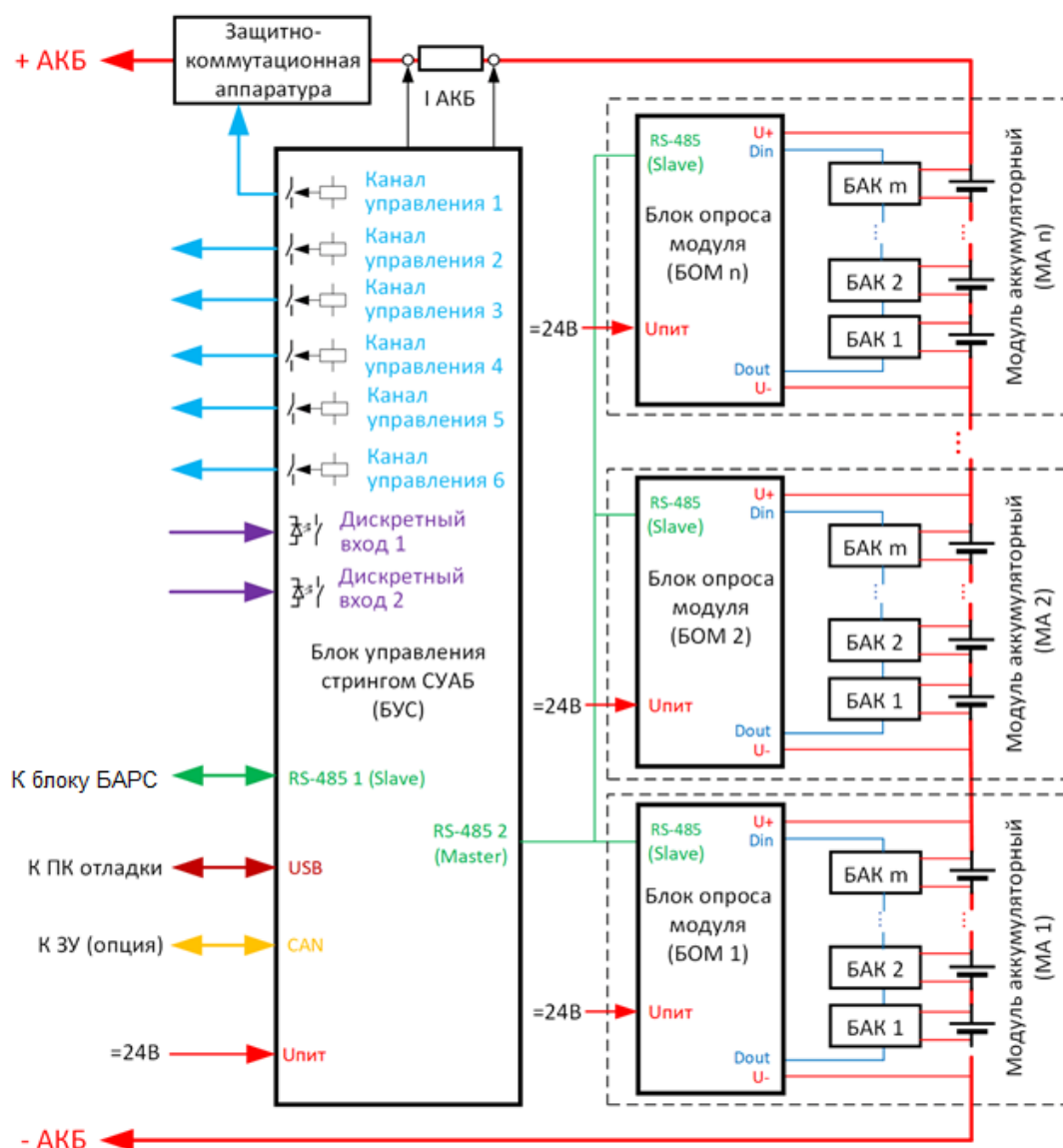


Рисунок 9 – Структура первых трех уровней СУАБ «Комбат»

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

8. Конкурентные преимущества

Преимущества при эксплуатации ИБП с ЛИА/СК приведены в сравнении со стандартными решениями ИБП на базе СКА.

Таблица 3 – Преимущества ИБП с ЛИА/СК

Описание конкурентного преимущества	Условия, при которых проявляется
Низкое внутреннее сопротивление. Способность отдавать большой толчковый ток В связи с высокими разрядными токами, значительно превышающими токи, которые могут обеспечить аналогичные по ёмкости свинцовые батареи, особенно на коротком промежутке времени (до 15 с, до 5 минут, до 30 минут), применение ИБП и ЛИА/СК может быть выгодно при наличии высоких толковых токах. В этом случае при проектировании ИБП на СКА вынужденно закладывается батарея гораздо бОльшей ёмкости, чем необходимо, что ведет к дополнительному увеличению бюджета – как непосредственно на батарею, так и на окружающую инфраструктуру. ИБП с ЛИА/СК способен обеспечить необходимые мощностные параметры с компактным шкафом КЛИАБ сравнительно небольшой ёмкости	Наличие требований по высокому толчковым токам
Высокая плотность хранения энергии В связи с химическими особенностями плотность хранения энергии в ЛИА в разы превышает аналогичный параметр для СКА. В связи с этим большая батарея СКА может быть заменена более компактным шкафом КАБ, при этом освободится значительная площадь. При этом КЛИАБ с ЛИА не требует специальной инфраструктуры, подобно СКА, может размещаться в любом электротехническом помещении	Нехватка пространства на размещение
Возможность размещения ИБП в непосредственной близости от нагрузки В связи с предыдущим пунктом важным также является возможность уменьшения длины кабельных линий за счет размещения ИБП рядом с нагрузкой. Это дает как прямой экономический эффект (уменьшение длины кабеля), так и скрытый (снижаются потери и просадки напряжения на кабеле, возможно упростить и уменьшить мощность требуемой системы)	Наличие протяженных кабельных линий питания мощной нагрузки

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

Описание конкурентного преимущества	Условия, при которых проявляется
Возможность реализации схемы резервирования n+1 Конструкция и принцип работы КЛИАБ позволяют реализовывать параллельное подключение нескольких батарей. В совокупности с компактными размерами это дает возможность при проектировании закладывать, где это требуется, возможность резервирования по схеме n+1 вместо 2n – безальтернативной схемы при использовании СКА	Объекты, на которых требуется резервирование батареи
Простое техническое обслуживание КАБ, как и любое электротехническое оборудование, требует регулярного сервисного обслуживания. Условно все необходимые процедуры можно разделить на 2 части: типовые и специальные. К типовым относятся мероприятия, характерные для любого похожего оборудования: протяжка контактов, удаление пыли и т.д. Специальные операции требуются в связи со спецификой работы литий-ионных аккумуляторов. К ним относят, например, проведение цикла заряд/разряд, анализ аварийных протоколов и отчета автоматической системы самодиагностики. Однако КЛИАБ на ЛИА/СК выполнен так, что большую часть специальных операций система может выполнить самостоятельно при минимальном участии персонала. Общий объем по обслуживанию КЛИАБ намного ниже, чем процедуры с СКА	Для любых систем
Информационное обеспечение ИБП с КЛИАБ на ЛИА/СК по сравнению с классическими ИБП с СКА предоставляет пользователю принципиально другой уровень информационного обеспечения и аналитики. Так в архивной части БАРС хранится информация, позволяющая восстановить график работы ИБП за любой период эксплуатации, проследить динамику изменения любого параметра как батареи в целом, так и каждого аккумулятора. Одной из сложностей при работе с литий-ионной аккумуляторной батареей является проблема с диагностированием ее состояния. От простой степени заряда (классический способ – по напряжению НРЦ не подходит, характеристика аккумулятора имеет почти одинаковое напряжение в диапазоне 15-85% заряда) до величин, характеризующих физическое состояние аккумулятора. СУАБ «Комбат» применяет специально разработанные авторские	Наличие цели цифровизации и повышении уровня мониторинга и диагностики оборудования

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Источники бесперебойного питания	РИМТЭ-004.000.00 ТО	1

Описание конкурентного преимущества	Условия, при которых проявляется
алгоритмы, позволяющие:	
• обеспечить 3 режима балансировки; • автоматически в процессе эксплуатации определять внутреннее сопротивление, токи утечки (саморазряд), степень деградации каждого аккумулятора; • контролировать ресурс каждого аккумулятора. Кроме того, программные возможности модуля БАРС позволяют передавать эту информацию как в любую систему диспетчеризации, так и транслировать на удаленные устройства – например, приложение ПК и телефона. Данные свойства дают возможность применения принципа предиктивного ремонта – выработку ресурса или возникновение иных технических проблем можно предугадать до их появления и принять опережающие меры.	