

	НАИМЕНОВАНИЕ		
	Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей		
	АВТОР	Сидоров	2023-04-08
	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ	СТРАНИЦА
	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1	1 ИЗ 16

Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей

Техническая записка

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.rimteh.com, rimtehenergo@mail.ru

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Термины и обозначения.....	3
1. Цели и методология технико-экономического обоснования.....	4
2. Сравнение литий-ионных аккумуляторов с основными типовыми существующими на рынке решениями.....	5
3. Расчет стоимости установки и эксплуатации СОПТ различных видов на жизненном цикле 20 лет6	
3.1. Построение диаграммы нагрузки системы оперативного постоянного тока.....	6
3.2. Выбор количества аккумуляторов.....	7
3.3. Предварительный выбор номинальной емкости аккумуляторов	8
3.4. Выбор дополнительной группы аккумуляторов, при необходимости.....	9
3.5. Выбор номинальной емкости аккумуляторов	9
4. Выводы.....	16

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий документ предназначен для технико-экономического обоснования применения системы оперативного тока (СОПТ), выполненного на базе комплектной литий-ионной аккумуляторной батареи (КЛИАБ) в шкафном исполнении производства компании АО «Новосибирский приборостроительный завод».

Документ содержит цели и методологию проведения технико-экономического обоснования, методику расчета номинальной емкости КЛИАБ, пример расчета аккумуляторной батареи для реального объекта и предназначен для профильных специалистов-энергетиков. Поскольку сфера применения СОПТ с КЛИАБ – подстанции, на которых широко применяются системы на базе свинцово-кислотных аккумуляторов (СКА), характеристики КЛИАБ в документе приведены по принципу сравнения с аналогичными для СКА. Акцент в описании сделан на функции и параметры, важные при эксплуатации.

Для более глубокого изучения конструкции и работы СОПТ с КЛИАБ рекомендуется ознакомиться с Руководством по эксплуатации КЛИАБ и зарядных устройств.

Термины и обозначения

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

КЛИАБ – комплектная литий-ионная батарея производства АО «НПЗ»;

СКА – свинцово-кислотный аккумулятор;

СОПТ – система оперативного постоянного тока;

СТО – стандарт организации;

ТЭО – технико-экономическое обоснование.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

1. Цели и методология технико-экономического обоснования

Технико-экономическое обоснование (ТЭО) преследует цель определения параметров энергетического объекта, при которых установка системы оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторов (ЛИА) будет экономически выгоднее в сравнении с наиболее распространёнными в данный момент свинцово-кислотными аккумуляторами (СКА).

Поставленная задача определяет следующие этапы проведения технико-экономического обоснования:

- Сравнение литий-ионных аккумуляторов с основными типовыми существующими на рынке решениями
- Определение параметров типовых объектов установки СОПТ
- Расчет стоимости установки и эксплуатации СОПТ различных видов на жизненном цикле 20 лет
- Выводы

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

2. Сравнение литий-ионных аккумуляторов с основными типовыми существующими на рынке решениями

Подавляющее большинство систем оперативного постоянного тока в настоящий момент исполнены на базе свинцово-кислотных аккумуляторов, к которым относятся малообслуживаемые намазные (OGSM, Ogi, OP), малообслуживаемые трубчатые (OPzS), аккумуляторы с элементами Plante (GroE), необслуживаемые герметичные (AGM), необслуживаемые гелевые (GEL).

Главными преимуществами литий-ионных аккумуляторов перед свинцово-кислотными являются высокая плотность хранения энергии и мощности и, как следствие, компактность, лучшее восприятие пиковых нагрузок, отсутствие саморазряда и более длительный срок службы. Однако капиталовложения на этапе строительства для них гораздо выше, поэтому для определения экономической целесообразности установки СОПТ на ЛИА на конкретном объекте необходимо в комплексе рассматривать группу факторов.

К группе факторов, определяющих преимущество ЛИА перед СКА, относим:

- Наличие толчковых нагрузок. За счет больших разрядных токов ёмкость ЛИА будет меньше необходимой ёмкости СКА;
- Необходимость ремонта или строительства помещения аккумуляторной. Аккумуляторное помещение требует больших капиталовложений на этапе строительства, что сильно увеличивает стоимость проекта в целом. Для ЛИА оно не нужно;
- Объем монтажных работ и количество материалов при подключении для ЛИА в разы меньше;
- Ресурс ЛИА зависит от режима, но в целом он выше, чем у многих СКА, что дает значительную экономию на длительном периоде эксплуатации;
- Сервисное обслуживание ЛИА дешевле, чем СКА.

Факторы, характеризующие преимущество установки СОПТ на СКА:

- СКА – это батареи с высокой ёмкостью и малой мощностью, не способные выдерживать толчковые токи, однако ёмкость 1 А·ч у СКА дешевле, чем у ЛИА;
- Инфраструктура аккумуляторной есть и не требует ремонта. В таком случае капитальные затраты проекта на СКА значительно снизятся.

Технико-экономическое обоснование подразумевает учет всех представленных выше факторов.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

3. Расчет стоимости установки и эксплуатации СОПТ различных видов на жизненном цикле 20 лет

Выбор аккумуляторной батареи производится в соответствии с СТО 56947007-29.120.40.216-2016.

Исходными данными для выбора аккумуляторных батарей являются:

- номинальное напряжение и схема сети оперативного постоянного тока с указанием длины и марки каждого из кабелей, минимально допустимого рабочего напряжения каждого из приводов включения высоковольтных выключателей;
- токи, и продолжительности работы электроприемников в режиме аварийного разряда аккумуляторной батареи;
- разрядные характеристики аккумуляторов, предоставляемые производителями;
- информация о наличии и параметрах устройств стабилизации напряжения;
- расчетная продолжительность аварийного разряда АКБ, согласно стандарта ОАО «ФСК ЕЭС» 56947007-29.120.40.041-2010.

Выбор аккумуляторной батареи должен производиться в следующем порядке:

3.1. Построение диаграммы нагрузки системы оперативного постоянного тока

Диаграмма нагрузки СОПТ строится на основании информации о токах и продолжительности работы электроприемников в режиме аварийного разряда аккумуляторной батареи.

При отсутствии информации о продолжительности работы электроприемников следует строить двухступенчатую диаграмму нагрузки на интервале времени, соответствующем расчетной продолжительности режима аварийного разряда, в следующей последовательности:

1. Определяется суммарное значение тока постоянной и временной нагрузок, $I_{пт.нг.}, I_{вр.нг.}$;
2. Определяется значение тока кратковременной нагрузки $I_{кр.нг.}$;
3. Определяется максимальная продолжительность кратковременной нагрузки t_n , с;
4. На диаграмме кратковременная нагрузка располагается в конце разряда, как показано на рисунке 1.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

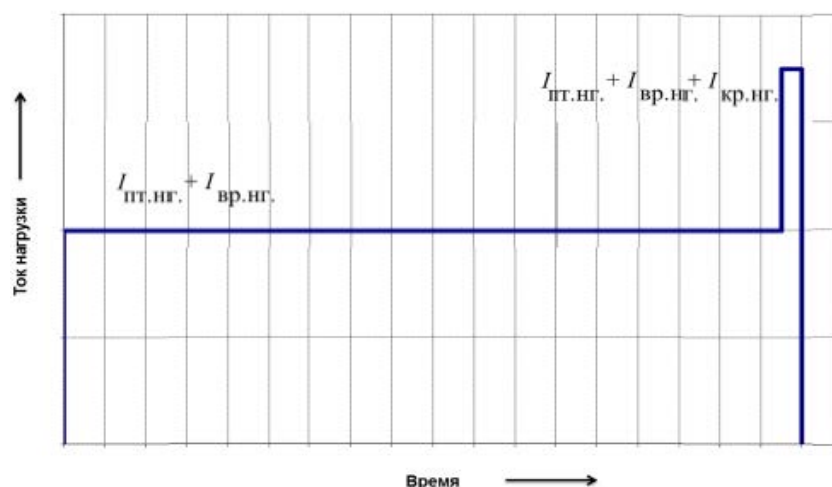


Рисунок 1 – Двухступенчатая диаграмма нагрузки СОПТ

Классификация нагрузок СОПТ:

Постоянно включенная нагрузка – аппараты устройств управления, блокировки, сигнализации, противоаварийной и режимной автоматики и релейной защиты. Соответствует току, потребляемому в нормальном режиме работы, и остающаяся неизменной в течение режима аварийного разряда;

Временная нагрузка, появляющаяся при исчезновении переменного тока собственных нужд (во время аварийного режима) – цепи аварийного и эвакуационного освещения. Соответствует току, потребляемому при аварийном исчезновении переменного напряжения в системе собственных нужд станции, и характеризует установившийся режим аварийного разряда;

Кратковременная (толчковая) нагрузка – кратковременное увеличение тока потребителей. Создается токами включения и отключения приводов высоковольтных выключателей и автоматов, токами нагрузки аппаратов управления, блокировки, сигнализации и релейной защиты, кратковременно обтекаемых током.

3.2. Выбор количества аккумуляторов

Количество элементов в аккумуляторной батарее (N) можно определить исходя из диапазона допустимого и номинального напряжения на шинах постоянного тока.

Согласно п.5.5.9 «Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации», напряжение на шинах постоянного тока, питающих цепи управления, устройства релейной защиты, сигнализации, автоматики и телемеханики, в нормальных эксплуатационных условиях допускается поддерживать на 5% выше номинального напряжения электро-приемников, что составляет 231В DC. Количество аккумуляторов в батарее требуется выбирать округлением до целого, значения, полученного по выражению:

$$N = \frac{U_{нб.норм.доп}}{U_{ак.пз.}}, \quad (1)$$

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

где $U_{\text{нб.норм.доп}}$ – наибольшее нормально допустимое напряжение на клеммах электроприемников, В, принимаемое равным 1,05 номинального напряжения;

$U_{\text{ак.пз.}}$ – напряжение поддерживающего заряда аккумуляторов, В, для свинцово-кислотных аккумуляторов открытых типов, при температуре в помещении аккумуляторного помещения 20 °С, принимают, как правило, равным 2,23 В. Значение может быть уточнено в соответствии с требованиями производителя или типом аккумулятора.

Предельно допустимое отклонение напряжения, в режимах ускоренного заряда аккумуляторной батареи, на клеммах электроприемников СОПТ составляет плюс 10% от номинального напряжения. Номинальное напряжение 220 В DC. Предельно допустимое напряжение соответственно составляет – 242 В DC. Для предотвращения превышения максимально допустимого напряжения на клеммах электроприемников напряжение ускоренного заряда АБ необходимо ограничивать значением, рассчитываемым по выражению:

$$U_{\text{ак.уз.}} = \frac{U_{\text{нб.пред.доп}}}{N}, \quad (2)$$

где $U_{\text{нб.пред.доп}}$ – наибольшее предельно допустимое напряжение на клеммах электроприемников, В, принимают равным 1,1 номинального напряжения.

При наличии устройств стабилизации напряжения, количество аккумуляторов необходимо определять округлением до целого, значения, полученного по выражению:

$$N = \frac{U_{\text{нб.пред.доп}}}{U_{\text{ак.пз.}}} \quad (3)$$

Аккумуляторная батарея в системе оперативного постоянного тока работает в режиме постоянного подзаряда. Устройства стабилизации напряжения повышают коэффициент использования емкости аккумуляторной батареи. Возможность их установки может быть рассмотрена независимо от значения расчетного напряжения на аккумуляторе в конце разряда.

3.3. Предварительный выбор номинальной емкости аккумуляторов

Емкость аккумуляторной батареи определяется исходя по разрядной характеристике аккумуляторов, соответствующей напряжению в конце разряда.

Разрядная характеристика выбирается для АБ емкостью, рассчитываемой по выражению:

$$C' = k_{\text{ср}} \cdot t \cdot I_{\text{ср}} \quad (4)$$

где $I_{\text{ср}}$ – усредненное за время разряда суммарное значение тока постоянной и временной нагрузок, А

t – расчетная продолжительность разряда аккумуляторной батареи, ч

$k_{\text{ср}}$ – усредненное значение коэффициента интенсивности разряда; как правило принимается равным 1,5.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

Предварительный расчет емкости по двухступенчатой диаграмме нагрузки производится по формуле:

$$C_{\text{пр}} = k_1 \cdot (I_{\text{пт.нг.}} + I_{\text{вр.нг.}}) + k_2 \cdot I_{\text{кр.нг.}} \quad (5)$$

где k_1 и k_2 – коэффициенты интенсивности разряда при продолжительностях разряда, равных расчетной продолжительности разряда АБ и максимальной продолжительности кратковременной нагрузки соответственно.

k_1 и k_2 определяются по разрядной характеристике аккумуляторов рассматриваемого типа для выбранного напряжения на аккумуляторе в конце разряда. Если разрядная характеристика аккумуляторов представлена в виде зависимости максимального тока разряда от продолжительности разряда, то определение коэффициентов интенсивности разряда производится по формуле:

$$k_{ti} = \frac{C_{\text{ном}}}{I(t_i)} \quad (6)$$

t_i – продолжительность разряда аккумулятора, мин

$C_{\text{ном}}$ – номинальная емкость аккумулятора, А·ч

$I(t_i)$ – максимальный ток разряда при продолжительности разряда t .

Для компенсации снижения емкости под влиянием рабочей температуры и старения аккумуляторов в процессе всего срока эксплуатации, расчетную емкость батареи необходимо увеличить согласно выражению:

$$C = k_3 \cdot C_{\text{пр}} \quad (7)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий работу АБ при температуре 10 °С и снижение располагаемой емкости до 80% номинальной к концу срока службы; как правило, принимается равным 1,5.

3.4. Выбор дополнительной группы аккумуляторов, при необходимости

3.5. Выбор номинальной емкости аккумуляторов

Номинальная емкость аккумуляторной батареи принимается из ряда номинальных емкостей аккумуляторов выбранного типа больше, чем C .

Методика расчета универсальна и применима для любого энергетического объекта.

Произведем выбор литий-ионной аккумуляторной батареи для реального объекта по двухступенчатой диаграмме нагрузки СОПТ

Исходные данные: номинальное напряжение СОПТ – 220 В, тип аккумуляторов – ЛИА. Расчетная продолжительность режима аварийного разряда АБ – 2 ч.

Нагрузка СОПТ:

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

Суммарный ток постоянной и временной нагрузки – 20 А;

Ток кратковременной нагрузки – 720 А в течении 1/360 мин.

Расчет:

Диаграмма нагрузки системы оперативного постоянного тока приведена на рисунке 2.

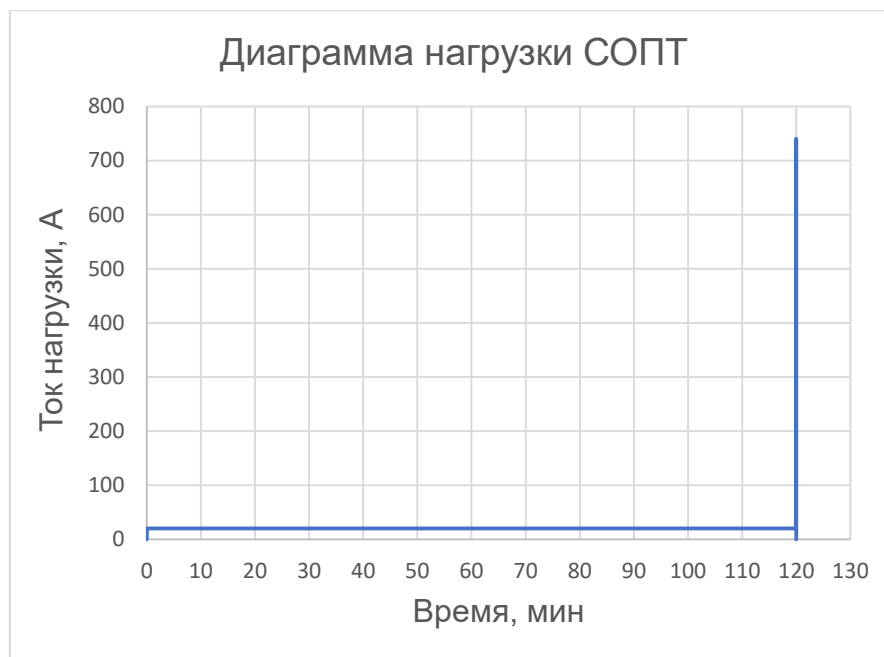


Рисунок 2 – Диаграмма нагрузки СОПТ

Устройство стабилизации напряжения на сборках ЩПТ отсутствует, следовательно, число элементов аккумуляторной батареи составит:

$$N = \frac{242}{3,56} = 68 \text{ шт}$$

Необходимая минимальная расчетная емкость для питания постоянной нагрузки:

$$C' = 1.5 \cdot 2 \cdot 20 = 60 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Ближайшее к рассчитанному значению номинальной емкости 86 А*ч (IPCoгр-86).

Определение коэффициентов интенсивности разряда по разрядным характеристикам аккумуляторной батареи IPCoгр-86, А·ч/А:

$$k_1 = \frac{86}{39} = 2,21;$$

$$k_2 = \frac{86}{287} = 0,3.$$

Предварительный расчет емкости по двухступенчатой диаграмме нагрузки производится по формуле:

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

$$C_{\text{пр}} = k_1 \cdot (I_{\text{пт.нг.}} + I_{\text{вр.нг.}}) + k_2 \cdot I_{\text{кр.нг.}} = 2,21 \cdot 20 + 740 \cdot 0,3 = 266,1 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

Увеличение расчетной емкости батареи:

$$C = k_3 \cdot C_{\text{пр}} = 1,5 \cdot 266,1 = 399,15 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

В качестве номинальной емкости аккумуляторной батареи принято 400 А·ч (2хIPСогр-200).

Таким образом, в результате расчета выбрана аккумуляторная батарея, состоящая из 68 аккумуляторов типа 2хIPСогр-200, номинальной емкостью 400 А·ч.

Расчеты для всех типов свинцово-кислотных аккумуляторов произведены аналогично. Результаты расчетов сведены в таблицу 1.

В таблице 2 приведены цены аккумуляторов и их комплектующих на 31.01.2023.

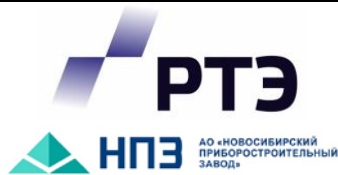
	НАИМЕНОВАНИЕ		
	Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей		
	АВТОР	Сидоров	2023-04-08
	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ	СТРАНИЦА
	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1	12 ИЗ 16

Таблица 1 – Выбор номинальной емкости аккумуляторов для СОПТ

Тип АБ, ближайшая к расчетной емкости	Ток разряда по разрядной характеристике, А		k2 (1/360 мин), А*ч/А	k1 (120 мин), А*ч/А	С10 без учета повышающих коэффициентов, А*ч	С10 с учетом повышающего коэффициента 1,5, А*ч	АБ из стандартного типового ряда	Количество элементов АБ исходя из условия соблюдения максимального напряжения на нагрузке 242V
	1/360 мин	120 мин						
2 OGi 55 (C ₁₀ =55 А*ч)	103,3	19,6	0,53	2,81	450,12	675,18	2 OGi 680 (C ₁₀ =680Ач)	120
3 GroE 75 (C ₁₀ =75 А*ч)	135,6	28,8	0,55	2,60	461,38	692,06	7 GroE 700 (C ₁₀ =700Ач)	120
2 OPzS 100 (C ₁₀ =105 А*ч)	97,6	34,3	1,08	3,06	857,33	1286,00	12 OPzS 1200 (C ₁₀ =1380Ач)	120
OP3 (C ₁₀ =73 А*ч)	98,9	23,7	0,74	3,08	607,81	911,72	OP36 (C ₁₀ =960Ач)	120
АГН 2-200Д (C ₁₀ =200 А*ч)	289	106	0,69	1,89	549,85	824,77	АГН 2-800Д (C _н =800Ач)	120
IPCorp-86 (C ₁₀ =86 А*ч)	287	39	0,30	2,21	266,10	399,15	2хIPCorp-200 (C _н =400Ач)	68

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.rimteh.com, rimtehenergo@mail.ru

	НАИМЕНОВАНИЕ		
	Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей		
	АВТОР	Сидоров	2023-04-08
	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ	СТРАНИЦА
	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1	13 ИЗ 16

Таблица 2 – Стоимость АКБ для СОПТ

АБ из стандартного типового ряда	Цена на 31.01.23		
	Цена за партию с НДС, руб.	Цена стеллажа с НДС, руб.	Итого, руб.
2 OGi 680 (C10=680Ач)	7 947 300,00 Р	257 175,00 Р	8 204 475,00 Р
7 GroE 700 (C10=700Ач)	18 567 750,00 Р	456 435,00 Р	19 024 185,00 Р
12 OPzS 1200 (C10=1380Ач)	12 759 300,00 Р	342 180,00 Р	13 101 480,00 Р
OP36 (C10=960Ач)	11 325 706,50 Р	320 917,50 Р	11 646 624,00 Р
АГН 2-800Д (Сн=800Ач)	10 921 000,50 Р	330 092,94 Р	11 251 093,44 Р
2хIPCorp-200 (Сн=400Ач)	7 001 708,90 Р	*	7 001 708,90 Р

* - цена за партию включает в себя стоимость стеллажа, электроники и оборудования

Таким образом, результаты расчета показали, что литий-ионная аккумуляторная батарея является наиболее предпочтительным вариантом для СОПТ на данном объекте, вследствие высоких значений кратковременных токов нагрузки.

Произведем аналогичные расчеты при изменении кратковременной составляющей тока нагрузки ($I_{кр.нг}$). Нагрузка изменяется в соответствии с таблицей 3. Результаты расчетов сведены в таблицу 4. На основе проделанных расчетов построим график зависимости стоимости АКБ для СОПТ от величины кратковременной составляющей тока нагрузки (рисунок 2).

Таблица 3 – Изменение нагрузки

Данные нагрузки		
Ипост, А	Икр, А	Икр/Ипост, о.е.
20	60	3
20	440	22
20	720	36

	НАИМЕНОВАНИЕ		
	Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей		
	АВТОР	Сидоров	2023-04-08
	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ	СТРАНИЦА
	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1	14 ИЗ 16

Таблица 4 – Расчет емкости АКБ при изменении кратковременной составляющей тока нагрузки

Тип ближайшая к расчетной емкости	C ₁₀ без учета повышающих коэффициентов	C ₁₀ с учетом повышающего коэффициента 1,5	АБ из стандартного типового ряда	Количество элементов АБ исходя из условия соблюдения максимального напряжения на нагрузке 242V	Цены на 31.01.23		
					Цена за партию с НДС, руб	Цена стеллажа с НДС, руб	Итого, руб
2 OGi 55	98,72	148,08	6 OGi 160 (C10=160Ач)	120	2 122 560,00	205 740,00	2 328 300,00
	301,04	451,56	6 OGi 510 (C10=510Ач)	120	5 147 280,00	205 740,00	5 353 020,00
	450,12	675,18	8 OGi 680 (C10=680Ач)	120	7 947 300,00	257 175,00	8 204 475,00
3 GroE 75	96,33	144,50	6 GroE 150 (C10=150Ач)	120	4 594 800,00	365 148,00	4 959 948,00
	306,51	459,76	5 GroE 500 (C10=500Ач)	120	10 826 760,00	365 148,00	11 191 908,00
	461,38	692,06	7 GroE 700 (C10=700Ач)	120	18 567 750,00	456 435,00	19 024 185,00
2 OPzS 100	147,29	220,94	5 OPzS 250 (C10=250Ач)	120	2 649 360,00	273 744,00	2 923 104,00
	556,10	834,15	9 OPzS 900 (C10=900Ач)	120	6 622 320,00	273 744,00	6 896 064,00
	857,33	1286,00	12 OPzS 1200 (C10=1380Ач)	120	12 759 300,00	342 180,00	13 101 480,00
OP3	120,65	180,98	OP8 (C10=195Ач)	120	2 664 154,80	243 744,00	2 907 898,80
	401,14	601,71	OP25 (C10=610Ач)	120	6 785 419,20	243 744,00	7 029 163,20
	607,81	911,72	OP36 (C10=960Ач)	120	11 325 706,50	320 917,50	11 646 624,00
АГН 2-200Д	93,10	139,65	АГН 2-200Д (Сн=200Ач)	120	4 679 280,00	543 744,00	5 223 024,00
	356,07	534,11	АГН 2-600Д (Сн=600Ач)	120	10 377 000,00	543 744,00	10 920 744,00
	549,85	824,77	АГН 2-800Д (Сн=800Ач)	120	16 060 565,20	543 744,00	16 604 309,20
IPCorp-86	73,66	110,48	1хIPCORP-100 (Сн=100Ач)	68	*	*	3 967 805,30
	187,66	281,48	1хIPCORP-280 (Сн=280Ач)	68	*	*	5 698 924,24
	271,66	407,48	2хIPCORP-200 (Сн=400Ач)	68	*	*	7 001 708,90

* - цена за партию включает в себя стоимость стеллажа, электроники и оборудования

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.rimteh.com, rimtehenergo@mail.ru

	НАИМЕНОВАНИЕ		
	Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей		
	АВТОР	Сидоров	2023-04-08
	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ	СТРАНИЦА
	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1	15 ИЗ 16

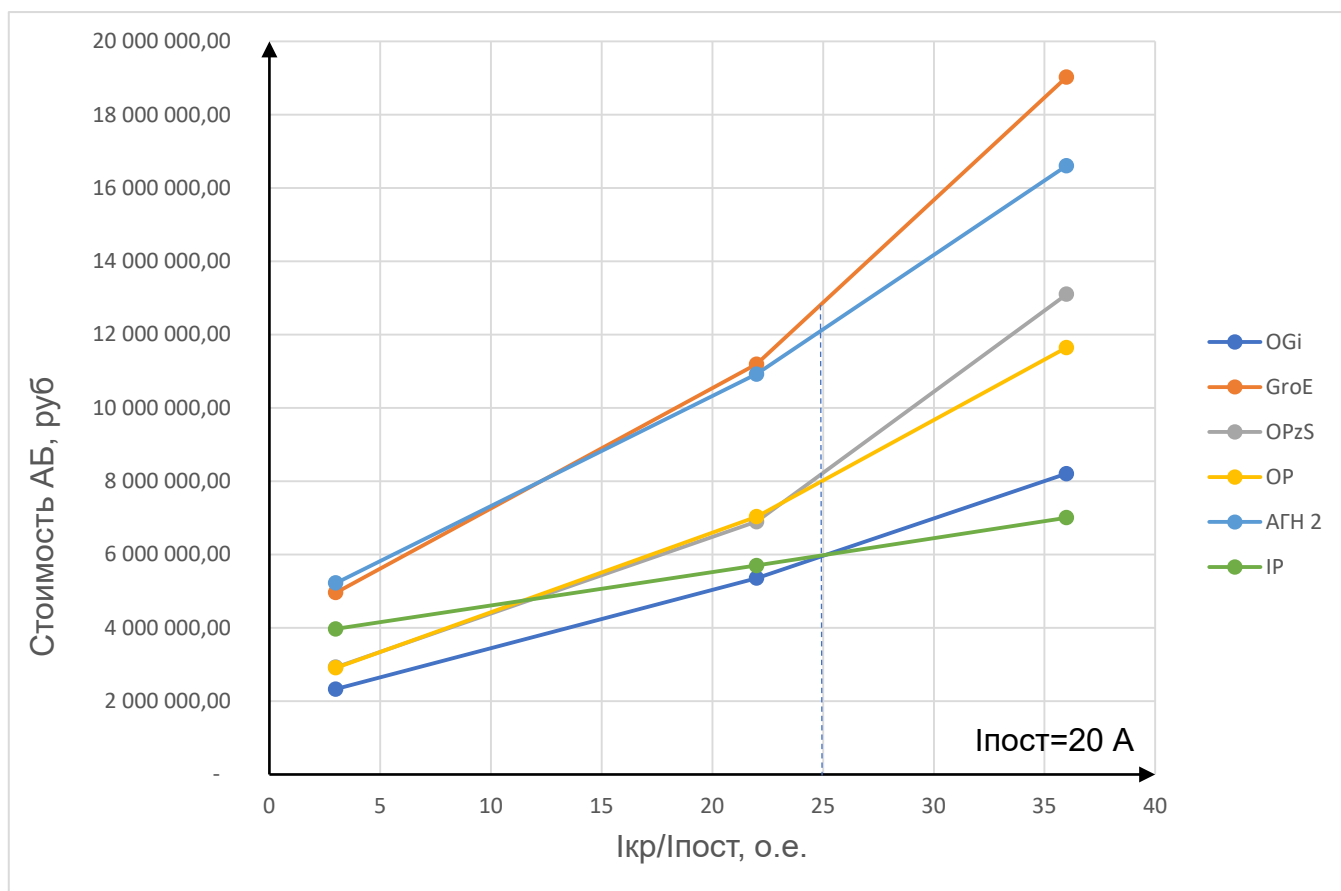


Рисунок 3 – Зависимость стоимости АБ от величины кратковременной составляющей тока нагрузки

Результаты расчетов позволяют сделать вывод, что при соотношении токов нагрузки $\frac{I_{кр}}{I_{пост}} = 25$ установка литий-ионной аккумуляторной батареи для СОПТ становится экономически обоснованной.

НАИМЕНОВАНИЕ	НОМЕР ДОКУМЕНТА	РЕДАКЦИЯ
Технико-экономическое обоснование применения систем оперативного постоянного тока (СОПТ) на базе литий-ионных аккумуляторных батарей	РИМТЭ-002.000.00 ТО	1

4. Выводы

- При выраженной толчковой нагрузке экономический эффект установки СОПТ на ЛИА более очевиден за счет хороших токовых характеристик аккумуляторов.
- СОПТ на ЛИА имеет аналогичные с СОПТ на базе необслуживаемых аккумуляторов (AGM, GEL) преимущества в плане компактности, отсутствия потребности в оборудовании аккумуляторных помещений, возможности размещения в непосредственной близости с нагрузкой. Однако выигрывает у них за счет лучших разрядных характеристик и большего ресурса.
- СОПТ на базе намазных и трубчатых аккумуляторов (OCSM, OGi, OP, OPzS) требуют оснащения аккумуляторного помещения. Кроме того, обслуживание данных СОПТ также является более сложным и дорогим.
- СОПТ на базе аккумуляторов GroE также, как и СОПТ на ЛИА, имеет хорошие токовые характеристики, но при этом, также как и другие малообслуживаемые аккумуляторы, должен размещаться в специальном помещении.
- В настоящем сравнении не учтен ряд преимуществ СОПТ на ЛИА:
 - меньшая зависимость ресурса ЛИА от температуры, нежели у СКА;
 - повышение уровня цифровизации при установке СОПТ на ЛИА. Возможность мониторинга состояния АКБ, накопления архивной информации.