



ИНСТРУКЦИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИТИЕВЫХ БАТАРЕЙ 12/24 В.

**Серия LFP
литий-железо-фосфат (LiFePO₄)**

Москва 2023 г

Меры безопасности

 <p>При монтаже!</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✧ Перед установкой аккумулятора отключите питание между преобразователем энергии и аккумулятором. ✧ Во время работы запрещается носить часы, браслеты, кольца и другие токопро-водящие предметы. ✧ Не подключайте полож. и отриц. электроды аккумулятора в обратном порядке. ✧ Запрещается класть на батарею инструменты или металлические предметы. Разрешается использовать инструменты с изолированной ручкой. ✧ При подключении аккумулятора к преобразователю энергии, на разъеме могут возникнуть небольшие искры, которые не причинят вреда людям и оборудованию.
 <p>При хранении!</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✧ Не бросайте аккумуляторы, чтобы не нарушить целостность корпуса. ✧ Нельзя хранить аккумулятор в условиях высокой или низкой температуры. Диапазоны рабочей температуры и температуры хранения указаны ниже. ✧ Нельзя хранить аккумулятор при влажности более 90%. ✧ Пожалуйста, не разбирайте аккумулятор и не меняйте его конструкцию.
 <p>При заряде и разряде!</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✧ Не используйте неквалифицированное оборудование для заряда и разряда батарей, руководствуйтесь инструкцией по эксплуатации. ✧ Не заряжайте и не разряжайте горячие, деформированные или протекающие батареи. ✧ Не разряжайте аккумулятор постоянно, если его емкость уже низкая.
 <p>При эксплуатации!</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✧ Не используйте одновременно разные батареи, например, батареи разных производителей, типов, моделей или сроков службы. ✧ При сроке хранения более 3-х месяцев, необходимо провести проверку емкости батарей и, в случае необходимости, выполнить дозаряд аккумуляторов. Если срок хранения превысит 1 год, то необходимо выполнить проверочный тест на емкость. ✧ Устанавливайте и используйте батарею в соответствии с правильными процедурами эксплуатации. ✧ Запрещается подключать к аккумулятору источник питания или нагрузку не соответствующие по уровню мощности. ✧ Избегайте поражения электрическим током или короткого замыкания при использовании аккумулятора.

- ✧ Аккумуляторные батареи серии LFP рекомендуется использовать в тех случаях, когда требуется высокая цикличность режимов разряда / заряда, длительный срок службы, легкий вес и т.д.
- ✧ Аккумуляторы серии LFP с номинальным напряжением 12.8В и 25.6В допускается включать последовательно до 4шт, при этом необходимо строго соблюдать требования по установке (указаны ниже).
- ✧ Аккумуляторы серии LFP с номинальным напряжением 12.8В и 25.6В допускается включать параллельно до 3-х цепочек. При параллельном подключении напряжение всех батарей должно быть одинаковым с разницей по напряжению не более 0,1В.
- ✧ При расчете необходимой емкости батарей, учитывайте фактор старения и закладывайте плюсом до 5%.
- ✧ Емкость аккумулятора увеличивается после ввода в эксплуатацию и выполнения первых 5-ти циклов разряда / заряда, допустима первоначальная емкость аккумуляторов 95%.
- ✧ При заряде батареи серии LFP убедитесь, что вы не используете зарядное устройство, предназначенное для других литий-ионных химических систем, для которых обычно установлено более высокое напряжение, чем требуется для LiFePO4 аккумуляторов.

✧ Допускается использовать зарядное устройство для свинцово-кислотных аккумуляторов, если настройки напряжения находятся в пределах параметров, подходящих для заряда LiFePO₄ батарей.

Рекомендации по хранению и заряду аккумуляторов серии LFP

- ✧ Рекомендуется хранение аккумуляторов серии LFP в индивидуальных коробках. Не допускается хранение аккумуляторов в перевернутом состоянии.
- ✧ Будьте осторожны, не повредите силовые клеммы аккумуляторов и заглушки клемм (в случае их наличия).
- ✧ Не допускайте короткого замыкания силовых клемм, поскольку аккумулятор полностью заряжен.
- ✧ Храните аккумуляторы в сухих, чистых и проветриваемых помещениях при температуре 0~35°C. При хранении более 6-ти месяцев, рекомендуется выполнить подзаряд до уровня SOC 50-60%.
- ✧ При температурах хранения выше или ниже диапазона 0~35°C саморазряд аккумуляторов увеличивается.
- ✧ При хранении отключите аккумуляторы от нагрузки и зарядных устройств.
- ✧ Если батареи серии LFP разряжены не полностью, их не обязательно заряжать после каждого использования. Батареи LiFePO₄ не повреждаются находясь в состоянии частичного заряда (PSOC).
- ✧ Батареи серии LFP также можно заряжать сразу после использования или после их разряда до глубины DOD 80% (или 20% SOC).
- ✧ Если BMS (контроллер за работой литиевого аккумулятора - установлен внутри аккумулятора) отключит батарею по уровню минимального напряжения разряда (DOD100%) напряжения, снимите нагрузку с батареи, подключите зарядное устройство и зарядите ее.
- ✧ Рекомендуется хранить батареи при 50% -ном уровне заряда (SOC), чтобы минимизировать необратимую потерю емкости.
- ✧ При эксплуатации соблюдайте рекомендованные диапазоны температур: при заряде 0~+45°C, при разряде -20~+60°C, при хранении -20~+50°C.
- ✧ Берегите аккумуляторы от открытого огня, искр, прямого солнечного излучения и других источников повышенного тепла и т.п.
- ✧ Берегите от прямого попадания воды и от повышенной влажности. Если аккумуляторы серии LFP планируется использовать под землей или в воде, пожалуйста, выберите специальное серии аккумуляторов.
- ✧ Допускается эксплуатация и хранение аккумуляторов серии LFP при относительной влажности воздуха 5% - 95% ртутного столба.
- ✧ Батареи серии LFP не требуют температурной компенсации напряжения при заряде при высоких или низких температурах.
- ✧ Все аккумуляторы серии LFP поставляются с системами управления (BMS), которые защищают аккумуляторы от перегрева и переохлаждения. Если BMS отключается из-за высокой температуры, подождите, пока температура не снизится и BMS повторно подключит цепь батареи перед ее использованием или при ее заряде.

Требования к условиям применения аккумуляторов серии LFP

- ✧ Требования при последовательном включении батарей серии LFP 12/24 В - общее предельное напряжение системы не должно превышать номинальное напряжение 48.0/51.2 В, т.е. последовательно можно включить до 4-х аккумуляторов с номинальным напряжением 12.8В или до 2-х аккумуляторов с номинальным напряжением 24.6В. Если напряжение вашей системы

превышает этот предел, обратитесь в нашу службу технической поддержки для подбора других моделей литиевых аккумуляторов.

- ✧ Требования к параллельному подключению батарей серии LFP 12/24В - рекомендуется использовать менее трех цепочек параллельно включенных аккумуляторов. Если требуется более высокая емкость накопителя энергии (более 3-х цепочек батарей), обратитесь за инструкциями в нашу службу технической поддержки.
- ✧ Разница температур между отдельными батареями не должна превышать 3 °С.
- ✧ Для лучшего рассеивания тепла между батареями оставляйте зазор не менее 20 мм.

Заряд LiFePO4 аккумуляторов зарядными устройствами для свинцово-кислотных аккумуляторов.

- ✧ Большинство зарядных устройств для свинцово-кислотных аккумуляторов можно использовать для заряда LiFePO4 батарей, если ЗУ соответствуют требованиям по напряжению.
- ✧ Алгоритмы заряда аккумуляторов серий AGM и Gel обычно соответствуют требованиям по напряжению для LiFePO4 аккумуляторов.
- ✧ Напряжение заряда заливных батарей (Flooded) часто выше, чем требования по напряжению заряда для LiFePO4 аккумуляторов, что может привести к срабатыванию защиты BMS батареи в конце цикла заряда и, возможно к тому, что зарядное устройство отобразит код ошибки. В этом случае рекомендуется заменить зарядное устройство на ЗУ подходящее для заряда LiFePO4 аккумуляторов.
- ✧ Поскольку BMS защищает аккумулятор, использование зарядных устройств для свинцово-кислотных АКБ, как правило, не повредит LiFePO4 аккумулятор.

Параметры заряда аккумуляторов серии LFP 12/24В

- ✧ Полностью разряженный аккумулятор допускается заряжать током $\leq 1.0C$ (где C - номинальная емкость аккумулятора) при $t=25^{\circ}\text{C}$ до уровня заряда на ячейках $3.45 \sim 3.60\text{V}/\text{cell}$ (ячейку).
- ✧ Параметры при стадии заряда Float (25°C): ток заряда $\leq 0.5C$, напряжение на ячейках $3.4 \sim 3.45\text{V}/\text{cell}$.
- ✧ Параметры при стадии заряда Equalization (25°C): ток заряда $\leq 0.3C$, напряжение на ячейках $3.5 \sim 3.65\text{V}/\text{cell}$.
- ✧ Предпочтительная температура окружающей среды при заряде аккумуляторов для длительного срока службы составляет $25 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Срок службы батарей сокращается при повышении температуры выше $+35^{\circ}\text{C}$.
- ✧ Не смешивайте в группе аккумуляторы разных типов, разной емкости, разной даты производства, разных производителей, разного размера, разных моделей и т.п. Это может привести к выходу аккумуляторов из строя.
- ✧ Аккумулятор серии LFP 12/24В можно заряжать либо в 1-но стадийном режиме (постоянный ток (CC), т.е. Bulk Stage), либо в 2-х стадийном режиме (постоянный ток - постоянное напряжение (CC-CV), т.е. Bulk и Absorption Stages).
- ✧ При одно- стадийном режиме можно зарядить батарею на $\sim 95\%$, при 2-х стадийном режиме на 100%. Одно- стадийного режима достаточно, поскольку LiFePO4 батареи не требуют полной зарядки, это не уменьшит срок их службы, как это происходит со свинцово-кислотными аккумуляторами.

Одно- стадийный режим заряда - постоянным током (режим заряда CC)

Описание 1-но стадийного режима заряда	Стадии заряда	Описание	Параметры заряда			
Стадия 1 – заряд с постоянным током, пока батарея не достигнет напряжения полного заряда.	1	*Рекомендованный ток заряда	$\leq 0.5C$			
		**Максимальный ток заряда	1C (максимальный ток зависит от BMS)			
	Напряжение АБ		12V	24V	48V	51.2V
	Окончание заряда	Напряжение полного заряда	14.2V - 14.6V	28.4V - 29.2V	52.5V - 54.0V	56.8V - 58.4V

2-х стадийный режим заряда (постоянным током (CC) - при постоянном напряжении (CV))

Описание 1-но стадийного режима заряда	Стадии заряда	Описание	Параметры заряда			
Стадия 1 – заряд с постоянным током, пока батарея не достигнет напряжения полного заряда.	1	*Рекомендованный ток заряда	$\leq 0.5C$			
		**Максимальный ток заряда	1C (максимальный ток зависит от BMS)			
Стадия 2 – поддерживается поглощающее напряжение, пока заряд не уменьшится до тока завершения.	Напряжение АБ		12V	24V	48V	51.2V
	2	Напряжение полного заряда	14.2V - 14.6V	28.4V - 29.2V	52.5V - 54.0V	56.8V - 58.4V
	Окончание заряда	Ток завершения заряда	$\leq 0.05C$			

* Зарядный ток должен быть уменьшен при температуре $< 0^{\circ}C$. Подробности см. в разделе “Температура заряда”

** Для оптимальной жизни батареи, заряжайте ее с рекомендуемой скоростью. Некоторые модели специально разработаны для обеспечения более высокого тока заряда.

Заряд группы батарей. Параллельные системы.

- ✧ Допускается последовательное подключение до 4-х аккумуляторных батарей серии LFP с номинальным напряжением 12.8В DC и до 2-х аккумуляторных батарей серии LFP с номинальным напряжением 24.6В.
- ✧ Допускается подключению батарей серии LFP 12/24В параллельно до 3-х групп, при этом убедитесь, что разница по напряжениям между отдельными аккумуляторами находится в пределах не более 50 мВ (0,05В). Обязательно убедитесь в этом, прежде чем подключать их в группу и вводить в эксплуатацию. Это минимизирует вероятность дисбаланса между батареями. Если ваши батареи вышли из равновесия, напряжение какой-либо батареи составляет > 50 мВ (0,05 В) и отличается от других батарей в комплекте, вы должны проверить эту батарею и зарядить каждую батарею отдельно для их балансировки.
- ✧ Вы можете периодически заряжать каждую батарею отдельно, чтобы избежать дисбаланса.
- ✧ Если вы заряжаете батареи параллельно с помощью одного зарядного устройства (один комплект зарядных проводов) для всей системы, следуйте приведенным ниже инструкциям.

Одно- стадийный режим заряда (постоянным током (CC))

Описание 1-но стадийного режима заряда	Стадии заряда	Описание	Параметры заряда			
Стадия 1 – заряд с постоянным током, пока батарея не достигнет напряжения полного заряда.	1	*Рекомендованный ток заряда	≤0.5C			
		**Максимальный ток заряда	1C (максимальный ток зависит от BMS)			
	Напряжение АБ		12V	24V	48V	51.2V
	Окончание заряда	Напряжение полного заряда	14V	28V	52V	56V

* Зарядный ток должен быть уменьшен при температуре < 0°C. Подробности см. В разделе «Температура зарядки».

** Для оптимальной жизни батареи, заряжайте ее с рекомендуемой скоростью. Некоторые модели специально разработаны для обеспечения более высокого тока заряда.

✧ Если напряжение вашего зарядного устройства ниже, чем указано в приведенных выше таблицах, оно не повредит вашу батарею, однако батарея будет недостаточно заряжена и не обеспечит полную номинальную емкость батареи.

✧ Если напряжение вашего зарядного устройства выше, чем указано в приведенных выше таблицах, BMS отключит цепь батареи при завершающей стадии заряда, и вам придется снять нагрузку для повторного подключения. Мы рекомендуем вам заменить зарядное устройство, чтобы избежать этого неудобства.

Индикаторы параметров батареи.

✧ Если в своих системах вы используете индикаторы напряжения, которые предназначены для измерения напряжения свинцово-кислотных аккумуляторов, такие индикаторы будут не точно показывать уровень заряда батареи (SOC). Пожалуйста, замените свои индикаторы на те, которые измеряют ток (или мощность), а не напряжение.

Заряд с помощью зарядного устройства гибридного инвертора или контроллера заряда.

Параметры инвертора и контроллера заряда

✧ В таблицах ниже приведены типичные настройки зарядного устройства при использовании инвертора или контроллера заряда для систем с LiFePO4 батареями.

✧ Батареи серии LFP не требуют режимов выравнивания, как свинцово-кислотные аккумуляторы и не требуют температурной компенсации напряжения при заряде при высоких или низких температурах.

Параметры заряда	12V SYSTEM	24V SYSTEM	48V SYSTEM	51.2V SYSTEM
Bulk Voltage	14V - 14.6V	28V - 29.2V	52.5V - 54V	56V - 58.4V
Absorption Voltage	14V - 14.6V	28V - 29.2V	52.5V - 54V	56V - 58.4V
Absorption Time	0- 15 min	0- 15 min	0- 15 min	0- 15 min
Float Voltage	13.3V - 13.8V	26.6V - 27.6V	50V - 51.7V	53.2V - 55.2V

Пороговые напряжения инвертора и/или контроллера заряда

Пороги напряжений	12V SYSTEM	24V SYSTEM	48V SYSTEM	51.2V SYSTEM
Порог отключения по низкому напряжению	11V - 12V	22V - 24V	42V - 45V	44V - 48V
Порог отключения по высокому напряжению	14.6V	29.2V	54V	58.4V

Меры предосторожности перед установкой аккумуляторов серии LFP

- ✧ Напряжение аккумуляторов должно быть в пределах нормы. Если аккумуляторы устанавливаются в группу, то проверьте напряжение на каждом аккумуляторе и убедитесь, что разница их напряжений находится в пределах 0.05V.
- ✧ Под аккумуляторы следует установить изоляционную прокладку.
- ✧ Начинайте установку только после того, как не будет обнаружено никаких отклонений.
- ✧ Очистите или отполируйте клеммы перед подключением батарей.
- ✧ Будьте осторожны, чтобы не допустить короткого замыкания положительных и отрицательных клемм батареи металлическими предметами.

- ✧ Прежде чем подключать батареи к оборудованию, убедитесь, что батареи подключены правильно. Подключите положительный электрод аккумуляторов к положительному выходному разъему зарядного устройства (инверторного оборудования), подключите отрицательный электрод аккумуляторов к отрицательному выходному разъему ЗУ (инвертор), после этого включите ЗУ (инвертор).
- ✧ Используйте динамометрический ключ для обеспечения достаточной затяжки соединения. Рекомендуемое значение крутящего момента указано в таблице.

Таблица 1. Настройка крутящего момента

	Диаметр терминала	Момент затяжки
1	M5	6.2N*m
1	M6	8.5N*m
2	M8	12.4N*m

- ✧ Безопасное значение тока, протекающего в перемычках в течение длительного времени, следующее:

Кабель сечением 70 мм² - 220 А.

Кабель сечением 50 мм² - 170 А.

Кабель сечением 35 мм² - 130 А.

При подключении оборудования, убедитесь, что сечения межаккумуляторных перемычек и кабелей между блоком батарей и ЗУ (инвертором) выбраны верно.

Подключение аккумуляторов

- ✧ Сначала соедините батареи в цепочки, затем соедините цепочки параллельно.
- ✧ Зазор между батареями не менее 20 мм для лучшего отвода тепла.
- ✧ Перед подключением к источнику питания измерьте общее напряжение группы батарей.
- ✧ Перед вводом в эксплуатацию, зарядите батареи, чтобы компенсировать саморазряд во время их транспортировки и хранения.
- ✧ Если аккумуляторы не обслуживались в течение длительного периода времени, зарядите их по графику, представленному в таблице ниже:

Темп. диапазон	Интервал подзаряда	Параметры заряда
Менее 20 °С	каждые 9 месяцев	а) Постоянное напряжение 3,5 В/ячейку, начальный ток 0,1 С (А), в течение 12 часов.
20°С ~30°С	каждые 6 месяцев	б) Постоянное напряжение 3,5 В/ячейку, начальный ток 0,25 С (А) в течение 6 часов.
30°С ~40°С	каждые 3 месяца	в) Постоянный ток 0,1С(А) в течение 12 часов.

Примечание:

С означает номинальную емкость аккумулятора. Например: номинальная емкость аккумулятора LF12-100 составляет 100Ач, 0,1С (А) = 0,1х100 = 10 А.

Напряжение заряда:

- аккумулятор 12В - 3,6х4 = 14,4 В;

- аккумулятор 24В - 3,6х8 = 28.8 В;

Smart BMS аккумулятора.

Большинство литиевых аккумуляторов Vektor Energy с номинальным напряжением 12В / 24В имеют Smart BMS. Наличие такой BMS позволяет контролировать параметры литиевого аккумулятора с любого гаджета через Bluetooth подключение. Как осуществляется подключение к BMS аккумулятора, читайте в руководстве по подключению к BMS литиевого аккумулятора через Bluetooth или запросите видео инструкцию по подключению у технической службы компании Vektor Energy.