

## Неуправляемый выпрямитель VF-400-NFE



## Содержание

Указания по технике безопасности .....	4
Условные обозначения.....	4
Меры обеспечения безопасности .....	4
Приёмка .....	5
Редакции документа .....	6
1 Введение .....	7
1.1 Руководство по эксплуатации .....	7
1.2 Маркировка .....	7
1.3 Типовой код.....	8
1.4 Устройство и базовый принцип работы неуправляемого выпрямителя .....	8
1.5 Устройство и принцип работы при параллельном соединении неуправляемых выпрямителей.....	10
1.6 Электрическая схема системы с общей шиной постоянного тока .....	11
1.7 Питание платы управления.....	11
2 Технические данные .....	13
2.1 Общие технические данные .....	13
2.2 Влияние окружающей среды на снижение технических характеристик .....	13
Влияние температуры окружающей среды .....	13
Влияние высоты над уровнем моря .....	14
2.3 Перегрузочная способность.....	15
Нормальная перегрузка.....	15
Высокая перегрузка.....	15
2.4 Электрические характеристики .....	16
2.5 Общие габаритные размеры, масса, потери мощности.....	17
2.6 Защитные устройства.....	18
3 Механический монтаж .....	23
3.1 Рекомендации по выполнению монтажа .....	23
3.2 Подъём и перемещение оборудования .....	23
3.3 Проверки перед монтажом.....	24
3.4 Влияние окружающей среды.....	24
3.5 Габаритные размеры, масса и монтаж модулей FR8T и 2FR8T в шкаф.....	26
Модуль FR8T .....	26
Модуль 2FR8T .....	28
Инструкция по монтажу модуля FR8T в шкаф .....	30
Инструкция по монтажу модуля 2FR8T в шкаф .....	32
3.6 Пример шкафного исполнения.....	34
4 Электрический монтаж .....	43

4.1	Меры предосторожности .....	43
	Меры предосторожности перед монтажом и техническим обслуживанием .....	43
	Проверка изоляции перед монтажом .....	44
4.2	Рекомендации по монтажу системы с соблюдением электромагнитной совместимости (ЭМС) .....	44
	Введение в ЭМС .....	44
	Рекомендации по используемым кабелям .....	45
	Рекомендации по прокладке кабелей .....	46
	Рекомендации по подключению кабелей .....	50
4.3	Силовые кабели и моменты затяжки крепежей .....	52
4.4	Кабели управления .....	53
4.5	Клеммы модуля NFE .....	53
4.6	Клеммы цепей управления модуля NFE .....	54
4.7	Подключение системы VF-400 .....	55
	Подключение входных силовых кабелей шкафа выпрямителя .....	55
4.8	Подключение вводного шкафа .....	56
4.9	Подключение модуля управления .....	59
4.10	Подключение панели управления .....	61
4.11	Проверки после монтажа .....	62
5	Модуль управления VF-400-Cxxx .....	63
5.1	Клеммы, порты и слоты модуля управления .....	63
5.2	Светодиодные индикаторы состояния модуля управления .....	74
5.3	Карта памяти Micro SD .....	74
5.4	Габаритные размеры модуля управления .....	75
5.5	Монтаж модуля управления .....	75
5.6	Опции модуля управления .....	77
	Список опций .....	77
	Слоты для подключения опций .....	79
6	Модуль параллельного подключения выпрямителей VF-400-PARxx .....	81
6.1	Клеммы и порты модуля параллельного подключения выпрямителей .....	81
6.2	Светодиодные индикаторы состояния модуля параллельного подключения выпрямителей .....	82
6.3	Электрические подключения модуля параллельного подключения выпрямителей .....	83
7	Техническое обслуживание и замена компонентов .....	84
7.1	Краткая инструкция по технике безопасности .....	84
7.2	Техническое обслуживание .....	84
	Ежедневный технический осмотр .....	85
	Регулярное обслуживание .....	85
7.3	Срок службы компонентов .....	87
7.4	Замена компонентов .....	87

---

Замена фильтра вентилятора охлаждения .....	87
Замена вентилятора охлаждения звена постоянного тока модуля неуправляемого выпрямителя.	88
Замена предохранителей .....	89
Замена модуля выпрямителя.....	90
Замена батареи и установка карты памяти Mirco SD модуля управления .....	90
Замена батареи и установка карты памяти Micro SD панели управления .....	92

## Указания по технике безопасности

Модули системы с общей шиной постоянного тока серии VF-400 – силовое преобразовательное электрооборудование низкого напряжения, на этапе проектирования которого соблюдены все требования к обеспечению безопасности персонала. Рабочее напряжение данного оборудования представляет угрозу жизни человека. Во время работы компоненты нагреваются до высокой температуры, опасной при касании. Несоблюдение правил техники безопасности при эксплуатации может привести к травмам, к повреждению оборудования и к ущербу имуществу.

Необходимо изучить правила техники безопасности перед началом эксплуатации оборудования и соблюдать их для предотвращения травматизма персонала, несчастных случаев и ущерба имуществу.

Силовое преобразовательное оборудование серии VF-400 является безопасным при проведении любых работ по монтажу, вводу в эксплуатацию, эксплуатации и техническому обслуживанию при условии неукоснительного соблюдения правил техники безопасности и приведенных в данном руководстве инструкций. ООО «ВЕДА МК» не несет ответственности за травмы, полученные персоналом, или ущерб имуществу, которые произошли вследствие нарушения правил техники безопасности.

### Условные обозначения

Описание используемых в данном руководстве предупреждающих знаков приведено ниже. Значение таких знаков остается неизменным во всем документе.



#### ОПАСНОСТЬ!

Указывает на потенциально опасную ситуацию, при которой существует риск летального исхода или серьезных травм либо указывает на инструкции, невыполнение которых может привести к летальному исходу.



#### ВНИМАНИЕ!

Указывает на потенциально опасную ситуацию, при которой существует риск получения травм средней тяжести. Используется для обозначения потенциально небезопасных действий и действий, ведущих к повреждению оборудования. Также используется для обозначения примечаний.

### Меры обеспечения безопасности

К работам по монтажу, настройке параметров, эксплуатации, осмотру, поиску и устранению неисправностей и техническому обслуживанию оборудования допускается только подготовленный персонал, имеющий надлежащую квалификацию. Квалифицированным считается персонал, который прошел обучение по определенной программе, знаком с устройством, принципами работы оборудования и действующими в электроэнергетической отрасли нормами. От данного требования зависит как безопасность при выполнении работ, так и надёжность функционирования электропривода в дальнейшем.

Параметры электродвигателя, вводимые при настройке системы VF-400, должны соответствовать реальным данным для обеспечения правильной работы защит от перегрузки. Обратитесь в ООО «ВЕДА МК» для получения консультации в случае возникновения вопросов.

Самостоятельная модификация оборудования запрещена.

Оборудование следует устанавливать в условиях, соответствующих требованиям к окружающей среде (см. разделы 2.2 и 3.4), и таким образом, чтобы обеспечить к нему доступ для проведения технического обслуживания.

Категорически запрещается устанавливать данное оборудование в месте сильного электромагнитного излучения и сильного электрического поля.

Необходим эффективный отвод тепла для поддержания требуемого температурного режима работы.

Материал шкафа, в который устанавливается оборудование, должен быть огнестойким, а его степень защиты должна соответствовать ГОСТ 14254-2015.

При подключении кабелей требуется соблюдать нормативы и стандарты, принятые в электроэнергетике. Информация по механическому и электрическому монтажу, а также меры предосторожности при монтаже представлены в главах 3 и 4.

Соблюдайте правила техники безопасности, требования нормативных документов (Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок и другие) и приведённые в данном руководстве инструкции при обслуживании электроустановок. Перед осмотром или техническим обслуживанием необходимо провести необходимые отключения, на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры вывесить запрещающие плакаты «Не включать работают люди», проверить отсутствие напряжения на токоведущих частях, наложить заземление, оградить рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, вывесить предупреждающий плакат «Стоять! Напряжение».

Повторный пуск устройства после аварийного отключения следует осуществлять только после проведения осмотра и технического обслуживания.



Запрещается монтаж и техническое обслуживание при включённом питании.

При подключении внешнего источника питания модуль неуправляемого выпрямителя находится под опасным напряжением, даже если входной автоматический выключатель отключён.

На шине постоянного тока и клеммах силовых модулей может сохраняться остаточное напряжение даже при отключённом электрическом питании. Обеспечьте надёжность отключения оборудования. После отключения необходимо подождать более 15 минут, чтобы оборудование полностью разрядилось. Перед началом технического обслуживания измерьте напряжение и убедитесь, что напряжение звена постоянного тока (DC) ниже 36 В.



Электрические устройства чувствительны к зарядам статического электричества. При монтаже, техническом обслуживании, фиксации или касании элементов неуправляемого выпрямителя и оборудования необходимо, чтобы выполняющий работы персонал использовал антистатические браслеты. Посторонние лица не должны касаться электрических компонентов.

При транспортировке и хранении электрических компонентов или печатных плат следует использовать антистатическую упаковку.

При установке или обращении с печатными платами не допускается прикасаться к размещённым на плате электрическим компонентам, следует держать плату за её края.

При транспортировке оборудования не следует держать его за переднюю крышку или крышку, закрывающую клеммную колодку. Перед транспортировкой убедитесь, что винты на корпусе затянуты.

## Приёмка

Порядок проведения осмотра при приемке оборудования:

- Убедитесь в соответствии маркировки заказанному оборудованию.
- Перед распаковкой убедитесь в отсутствии повреждений упаковки.

- Распакуйте оборудование и убедитесь в отсутствии наружных повреждений оборудования, ржавчины, следов использования.
- Сравните заказной код, указанный на паспортной табличке, с номером в заказе, чтобы убедиться в соответствии полученного оборудования заказанному.
- Убедитесь в целостности содержимого упаковки: количество изделий, дополнительных принадлежностей, запчастей, опций при наличии и т. д.



При обнаружении каких-либо повреждений выпрямителя откажитесь от подписания акта приемки и незамедлительно известите об этом поставщика.

## Редакции документа

Таблица 1. Редакции документа

Версия	Дата	История	Статус
REV1 (v1.0.0)	01.12.2023	Исходный документ	Выпущен

## 1 Введение

### 1.1 Руководство по эксплуатации

Данное руководство содержит основную информацию, необходимую для безопасного монтажа, ввода в эксплуатацию, технического обслуживания и использования неуправляемого выпрямителя (NFE) серии VF-400.

ООО «ВЕДА МК» сохраняет за собой право пересматривать настоящую публикацию в любое время и вносить изменения в её содержание без предварительного уведомления или без какой-либо обязанности уведомлять прежних и настоящих пользователей о таких изменениях.

При возникновении вопросов или сомнений в отношении каких-либо характеристик или применения оборудования, обратитесь за консультацией к сотрудникам технической поддержки.

Обзор неуправляемого выпрямителя

VF-400 — это серия силовых модулей низкого напряжения, предназначенных для реализации регулируемого привода. VF-400 представляет собой систему с общей шиной постоянного тока модульного исполнения. Она включает в себя один или несколько модулей выпрямителей и один или несколько модулей инверторов, соединённых между собой через шину постоянного тока.

NFE – это модуль базового неуправляемого выпрямителя без функции рекуперации энергии в сеть.

### 1.2 Маркировка

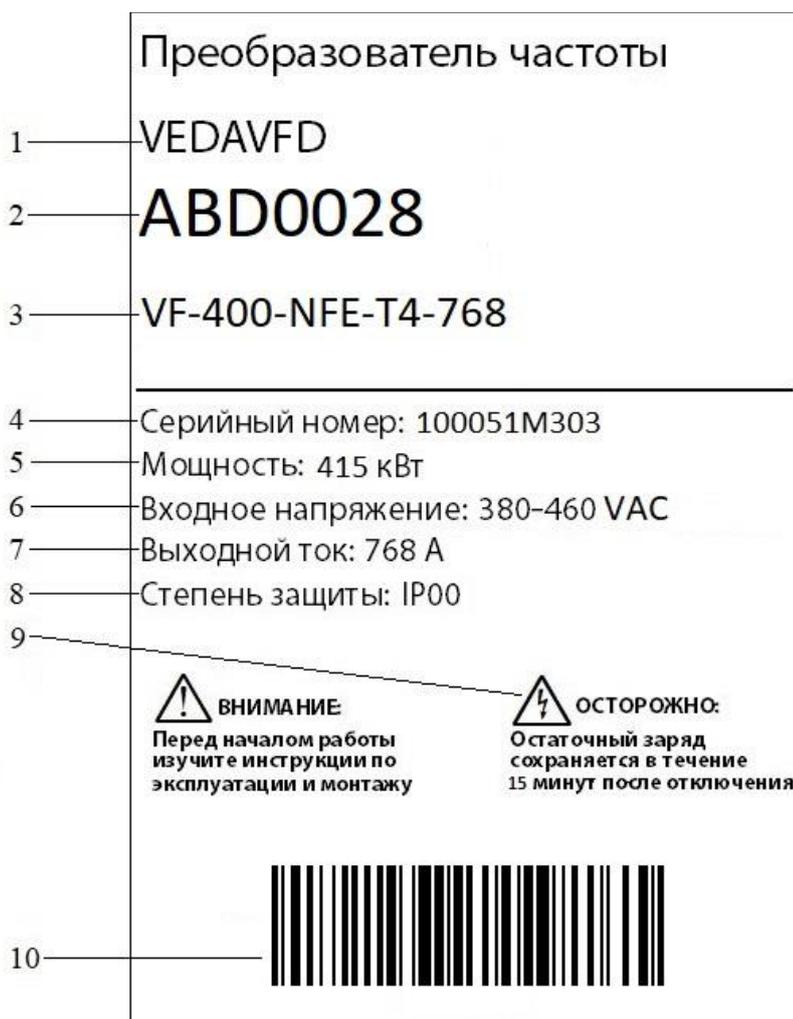


Рисунок 1.2-1 – Пример маркировки неуправляемого выпрямителя

Таблица 1.2-1. Пояснение к примеру маркировки неуправляемого выпрямителя

1	Тип изделия
2	Заказной код
3	Типовой код
4	Серийный номер
5	Мощность (кВт)
6	Входное напряжение (В)
7	Выходной ток (А)
8	Степень защиты
9	Время разрядки (предупреждение)
10	Штрих-код серийного номера

### 1.3 Типовой код

Информация о неуправляемом выпрямителе, его базовых характеристиках содержится в типовом коде.

Таблица 1.3-1. Типовой код неуправляемого выпрямителя

VF-400-NFE-TX-XXX	
VF-400	Серия продукта
NFE	Тип: NFE – Неуправляемый выпрямитель
TX	Класс напряжения (Т = 3 фазы) Т4 3×380 В Т6 3×660 В
XXX	Ток нормальной перегрузки, А

### 1.4 Устройство и базовый принцип работы неуправляемого выпрямителя

Неуправляемый выпрямитель серии VF-400 выполнен на тиристорах. Он преобразует трехфазное напряжение в напряжение постоянного тока, которое подается на общую шину постоянного тока преобразующей системы.

Модуль неуправляемого выпрямителя поставляется с входным дросселем, который подавляет броски напряжения питающей сети, снижает величину токов гармоник и увеличивает коэффициент мощности. Топология данного модуля представлена на рисунке ниже.

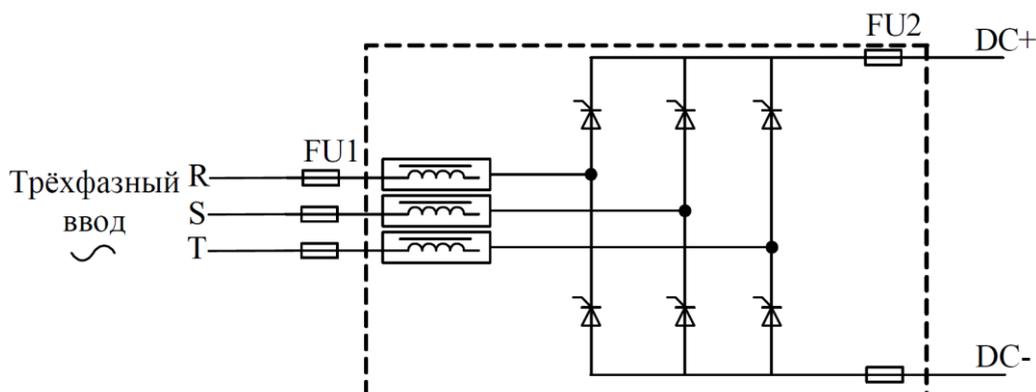


Рисунок 1.4-1 – Топология шестипульсного неуправляемого выпрямителя

Таблица 1.4-1. Описание компонентов схемы, представленной на рисунке 1.4-1

№	Компонент схемы	Описание
1	Автоматический выключатель	Защита оборудования от токов перегрузки и короткого замыкания
2	Входные предохранители, со стороны трёхфазной сети переменного тока (опционально)	Защита от аварийных и ненормальных режимов питающей сети
3	Входной дроссель	Улучшение характеристик сети, снижение влияния гармоник питающей сети
4	Модуль неуправляемого выпрямителя	Преобразование переменного тока в постоянный
5	Выходные предохранители, со стороны звена постоянного тока	Защита от аварийных и ненормальных режимов шины постоянного тока и нагрузки

Неуправляемый выпрямитель серии VF-400 может быть выполнен по шестипульсовой схеме, которая представлена на рисунке 1.4-1, или по двенадцатипульсовой схеме, которая представлена на рисунке 1.4-2. Выбор топологии выпрямителя зависит от применения.

Шестипульсный неуправляемый выпрямитель относится к электрооборудованию общего назначения, поддерживается параллельная работа до 6 таких модулей выпрямителей.

Двенадцатипульсный неуправляемый выпрямитель позволяет значительно снизить влияние гармоник питающей сети: гармонические искажения и кондуктивные помехи, что достигается благодаря устранению пятой и седьмой гармоник. Двенадцатипульсовая топология обычно используется в системах с высокими требованиями к уровню гармоник. Для работы такой системы требуется фазосдвигающий трансформатор, который должен иметь одинаковые коэффициенты трансформации для двух пар обмоток: ВН/НН1 и ВН/НН2, разность фаз между вторичными обмотками должна составлять  $30^\circ$ .

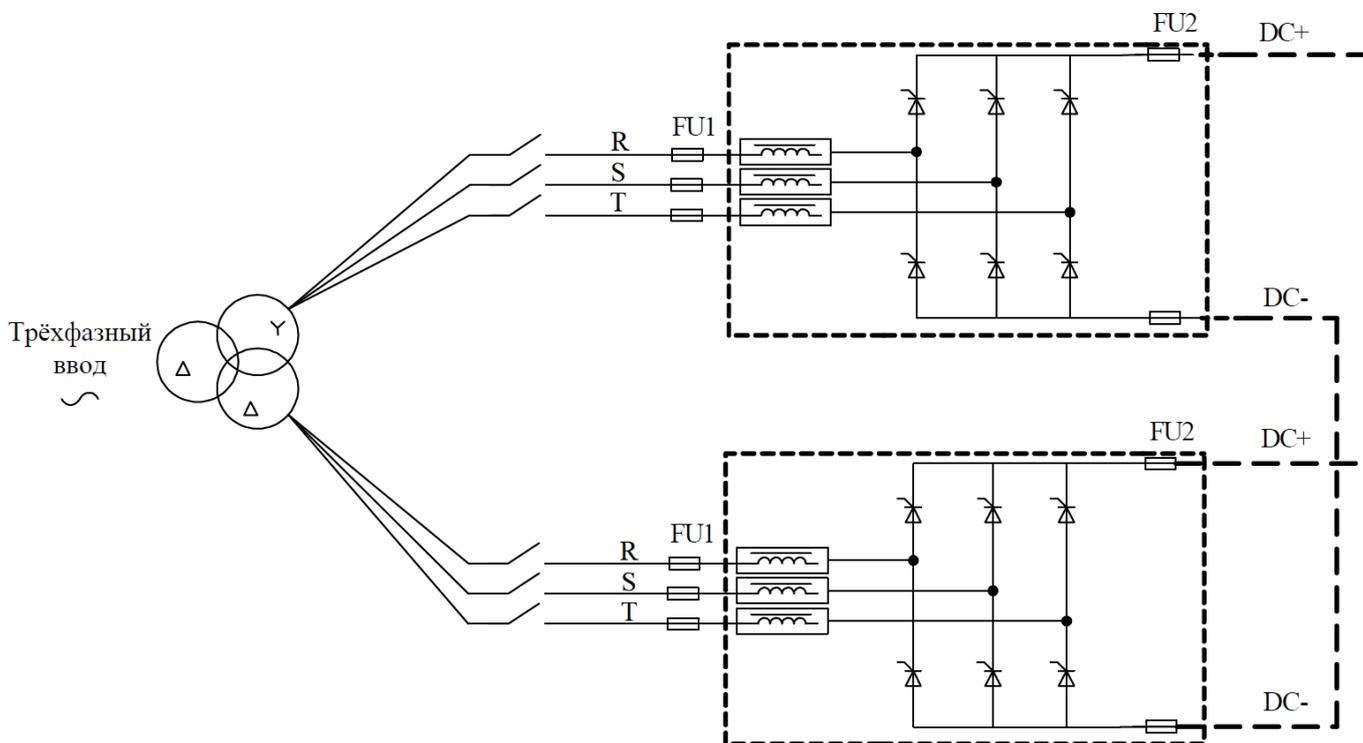


Рисунок 1.4-2 – Топология двенадцатипульсного неуправляемого выпрямителя

Таблица 1.4-2. Описание компонентов схемы, представленной на рисунке 1.4-2

№	Компонент схемы	Описание
---	-----------------	----------

1	Фазосдвигающий трансформатор	Трансформатор с разностью фаз между вторичными обмотками 30° для реализации корректной работы двенадцатипульсного выпрямителя
2	Автоматические выключатели	Защита оборудования от токов перегрузки и короткого замыкания
3	Входные предохранители, со стороны трёхфазной сети переменного тока (опционально)	Защита от аварийных и ненормальных режимов питающей сети
4	Входной дроссель	Улучшение характеристик сети, снижение влияния гармоник питающей сети
5	Модуль неуправляемого выпрямителя	Преобразование переменного тока в постоянный
6	Выходные предохранители, со стороны звена постоянного тока	Защита от аварийных и ненормальных режимов шины постоянного тока и нагрузки

### 1.5 Устройство и принцип работы при параллельном соединении неуправляемых выпрямителей

Шестипульсные неуправляемые выпрямители серии VF-400 поддерживают параллельную работу по схеме  $N \times FR8T$ , где  $N \leq 6$ . Схема подключения двух модулей для параллельной работы представлена на рисунке ниже.

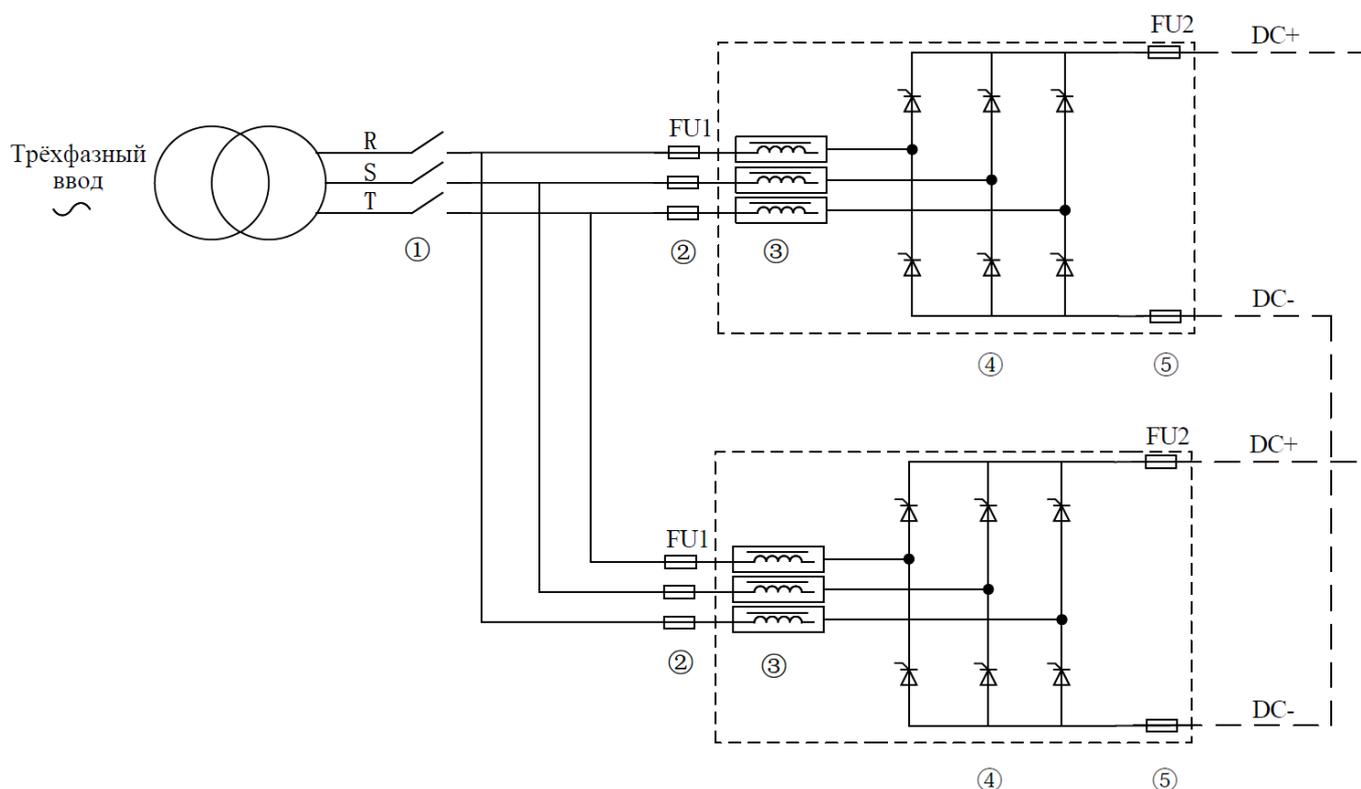


Рисунок 1.5-1 – Схема параллельного подключения двух модулей шестипульсного неуправляемого выпрямителя

Таблица 1.5-1. Описание компонентов схемы, представленной на рисунке 1.5-1

№	Компонент схемы	Описание
1	Автоматический выключатель	Защита оборудования от токов перегрузки и короткого замыкания

2	Входные предохранители, со стороны трёхфазной сети переменного тока (опционально)	Защита от аварийных и ненормальных режимов питающей сети
3	Входной дроссель	Улучшение характеристик сети, снижение влияния гармоник питающей сети
4	Модуль неуправляемого выпрямителя	Преобразование переменного тока в постоянный
5	Выходные предохранители, со стороны звена постоянного тока	Защита от аварийных и ненормальных режимов шины постоянного тока и нагрузки

## 1.6 Электрическая схема системы с общей шиной постоянного тока

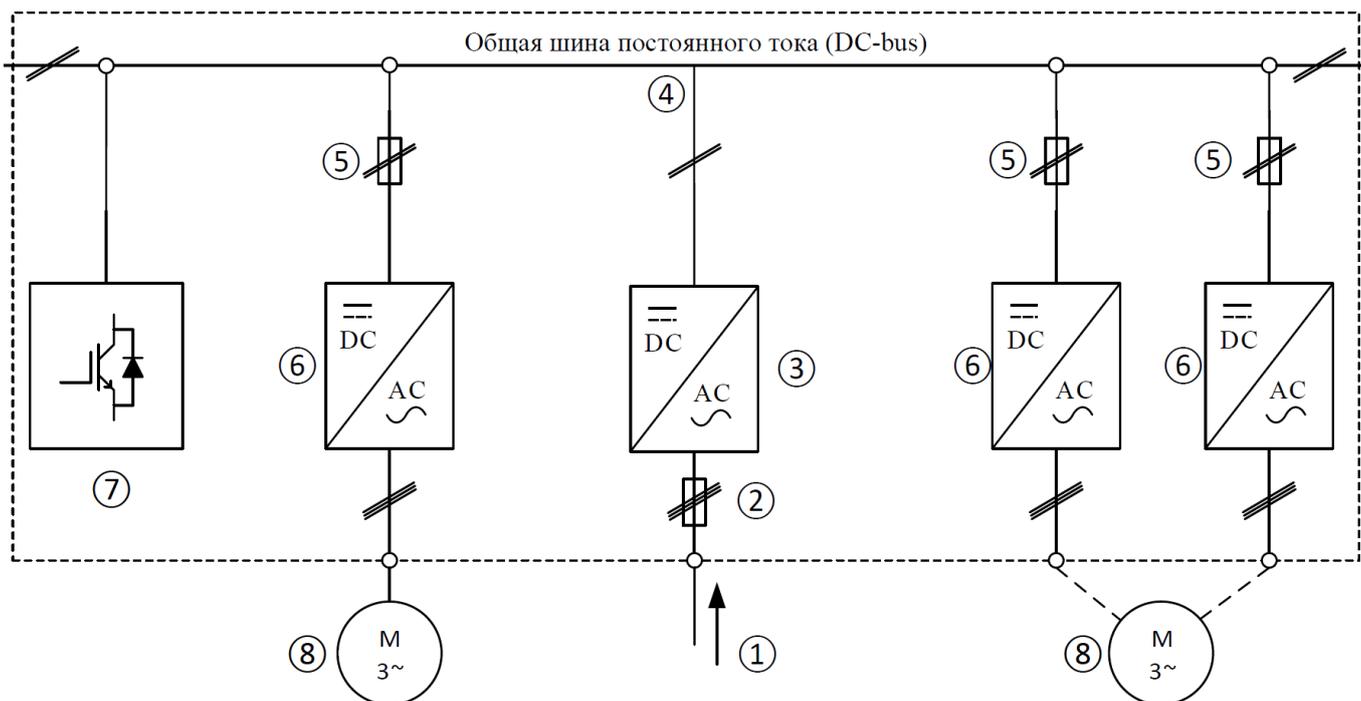


Рисунок 1.6-1 – Электрическая схема системы с общей шиной постоянного тока

Таблица 1.6-1. Обозначения схемы, представленной на рисунке 1.6-1

№	Обозначения
1	Трёхфазная сеть переменного тока
2	Входные предохранители, со стороны трёхфазной сети переменного тока (опционально)
3	Модуль выпрямителя
4	Общая шина постоянного тока
5	Предохранители со стороны звена постоянного тока для преобразовательных модулей электродвигателей переменного тока (опционально)
6	Модули инверторов для электродвигателей переменного тока
7	Тормозной прерыватель, резистор не представлен на схеме
8	Электродвигатели

## 1.7 Питание платы управления

Плата управления модуля NFE должна получать питание от внешнего источника, используется напряжение 24 В / 1 А постоянного тока. Для подключения питания используется клеммы +24VI-COM, они представлены на рисунке ниже.

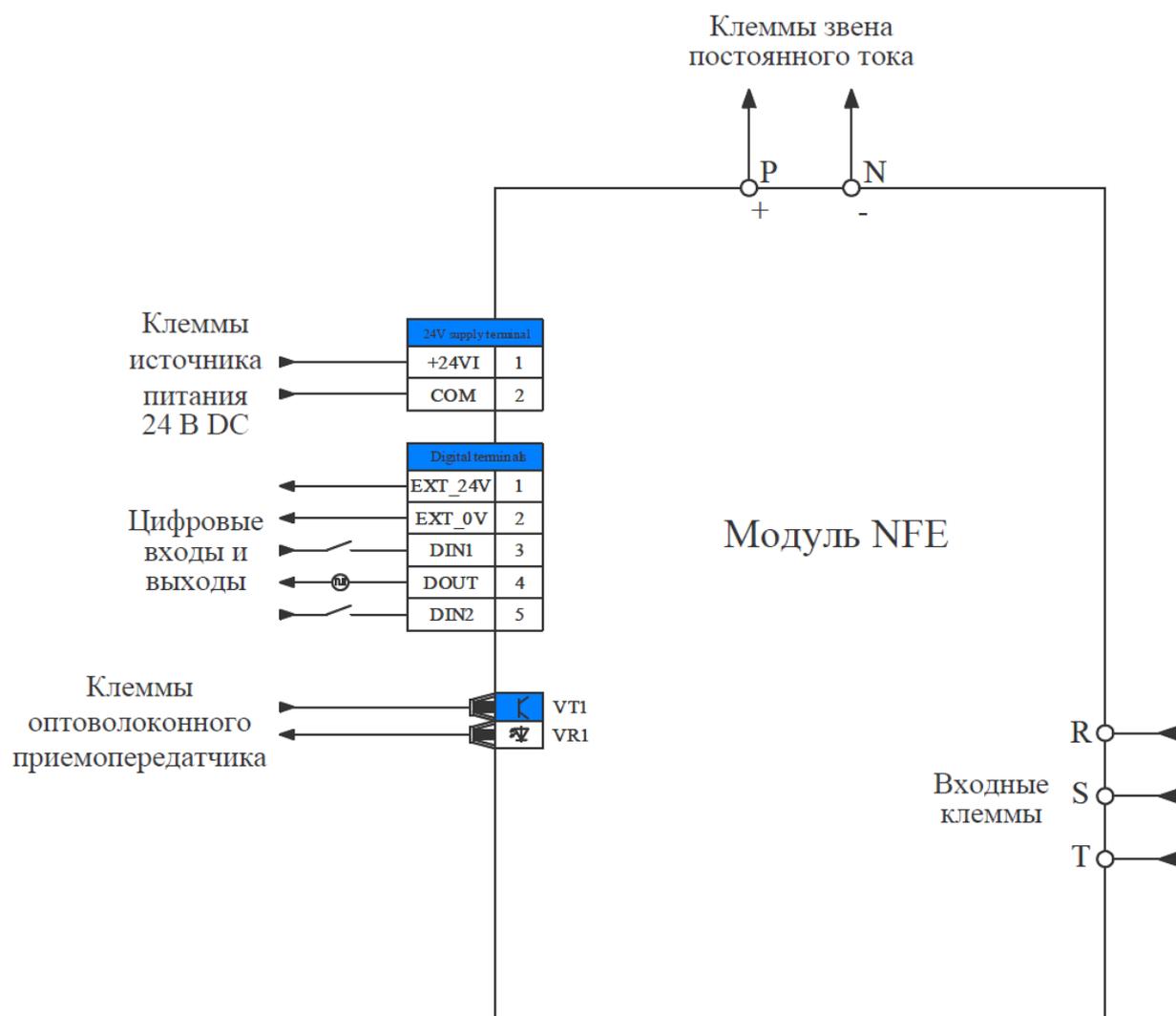


Рисунок 1.7-1 – Клеммы модуля NFE

## 2 Технические данные

### 2.1 Общие технические данные

Таблица 2.1-1. Общие технические характеристики

Напряжение питающей сети (R, S, T)	Диапазон напряжений	T4: 3×380-460 В ±10 % (допустимо -15 % при t < 1 мин.) T6: 3×525-690 В ±10 % (допустимо -15 % при t < 1 мин.)
	Частота	47-63 Гц
	Коэффициент мощности	≥ 0,95
	КПД	≥ 98 %
	Допустимые отклонения	Допустимый небаланс напряжения: ≤ 3 %
Выходные характеристики (DC+, DC-)	Выходное напряжение	T4: 540-650 В T6: 740-975 В
	Перегрузочная способность (по току)	Нормальная перегрузка: 110 % в течение 1 минуты с перерывом в 5 минут Высокая перегрузка: 150 % в течение 1 минуты с перерывом в 5 минут
Окружающая среда, исполнение привода	Степень защиты	Силовой модуль IP00 Шкафное исполнение IP20, модификация до IP42, IP54
	Рабочая температура	-10°C - +50°C. При превышении +40°C снижение номинальных характеристик на 1 % за каждый дополнительный градус Цельсия. Допускается эксплуатация при температуре от -10°C до 0°C, но без выпадения конденсата
	Температура хранения	-40°C - +70°C
	Относительная влажность	5-95 % без выпадения конденсата
	Высота над уровнем моря	Не выше 1000 м. При превышении 1000 м снижение номинальных характеристик на 1 % за каждые дополнительные 100 м высоты. При использовании на высоте более 1000 м рекомендуется использовать оборудование на типоразмер выше. Максимальная высота установки оборудования – 4000 м
Дополнительные характеристики	Уровень шума	≤ 85 дБ
	Устойчивость к вибрации	IEC 60068-2-6:2007 Испытание Fc: Вибрация (синусоидальная) Синусоидальная вибрация: 10-57 Гц, амплитуда колебаний 0,075 мм 57-150 Гц, вибрационное ускорение 10 м/с <sup>2</sup>
	Устойчивость к ударам	IEC 60068-2-27:2008 Испытание Ea: Удар Полусинусоидальный импульс: вибрационное ускорение 50 м/с <sup>2</sup> , время 30 мс
	Способ охлаждения	Принудительное воздушное охлаждение

### 2.2 Влияние окружающей среды на снижение технических характеристик

#### Влияние температуры окружающей среды

Температура в месте установки оборудования не должна резко изменяться, допустимая скорость изменения температуры < 1°C в минуту, в ином случае надёжность оборудования будет снижена.

Не используйте выпрямитель за пределами номинального диапазона температур, в противном случае он может быть поврежден. При эксплуатации оборудования в закрытом помещении, при шкафном исполнении следует использовать вентилятор охлаждения или кондиционер, чтобы исключить превышение температурой допустимого уровня. Необходимо исключить слишком низкие температуры, так как сильный холод приводит к неисправной работе и к поломкам оборудования.

При температуре ниже 40°C снижения характеристик неуправляемого выпрямителя не происходит. При превышении 40°C происходит снижение номинальных характеристик на 1 % за каждый дополнительный градус Цельсия. Вычислить рабочий ток при снижении характеристик ( $I_D$ ) можно умножением номинального тока ( $I_N$ ) на температурный коэффициент снижения характеристик ( $k_T$ ):

$$k_T = 1 - 0,01 \times (T - 40)$$

$$I_D = I_N \times k_T = I_N \times [1 - 0,01 \times (T - 40)]$$

где  $T$  – текущая температура при превышении уровня в 40 °С.

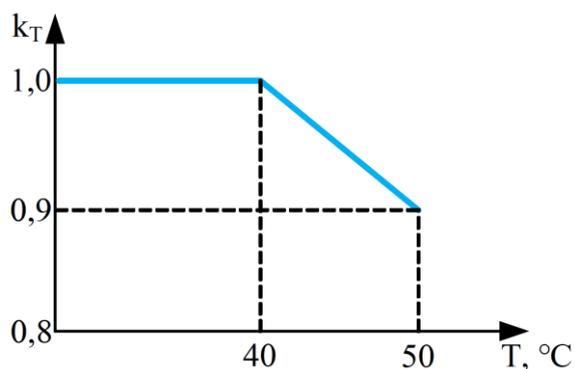


Рисунок 2.2-1 – График температурного коэффициента снижения характеристик ( $k_T$ )

### Влияние высоты над уровнем моря

При установке оборудования на высоте ниже 1000 м снижения характеристик неуправляемого выпрямителя не происходит. При превышении 1000 м снижение номинальных характеристик на 1 % за каждые дополнительные 100 м высоты. При использовании на высоте более 1000 м рекомендуется использовать оборудование на типоразмер выше. Максимальная высота установки оборудования – 4000 м. Вычислить рабочий ток при снижении характеристик ( $I_D$ ) можно умножением номинального тока ( $I_N$ ) на коэффициент снижения характеристик, учитывающий превышение допустимой высоты ( $k_A$ ):

$$k_A = 1 - 0,01 \times \left( \frac{A - 1000}{100} \right)$$

$$I_D = I_N \times k_A = I_N \times \left[ 1 - 0,01 \times \left( \frac{A - 1000}{100} \right) \right]$$

где  $A$  – текущая высота при превышении уровня в 1000 м.

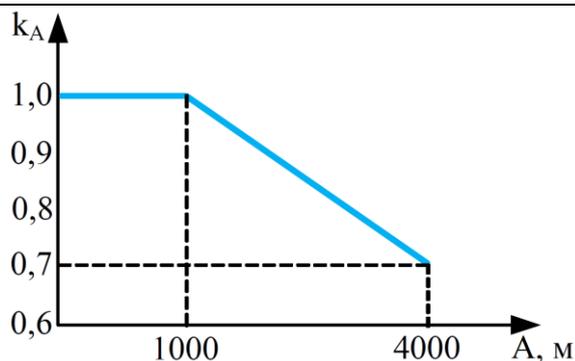


Рисунок 2.2-2 – График коэффициента снижения характеристик, учитывающий превышение допустимой высоты ( $k_A$ )

### 2.3 Перегрузочная способность

Неуправляемый выпрямитель может работать с нормальной (110 %) и высокой перегрузкой (150 %), при подборе модуля выпрямителя ориентируйтесь на номинальный ток с учётом соответствующей перегрузки. Информация о токах неуправляемого выпрямителя серии VF-400 при работе с нормальной и с высокой перегрузками представлена в разделе 2.4 «Электрические характеристики».

#### Нормальная перегрузка

В режиме работы с нормальной перегрузкой допустимая перегрузка составляет 110 %. Допускается работа с нормальной перегрузкой в течение 1 минуты с последующим перерывом в 5 минут, во время которого максимальная нагрузка составляет 96 %.

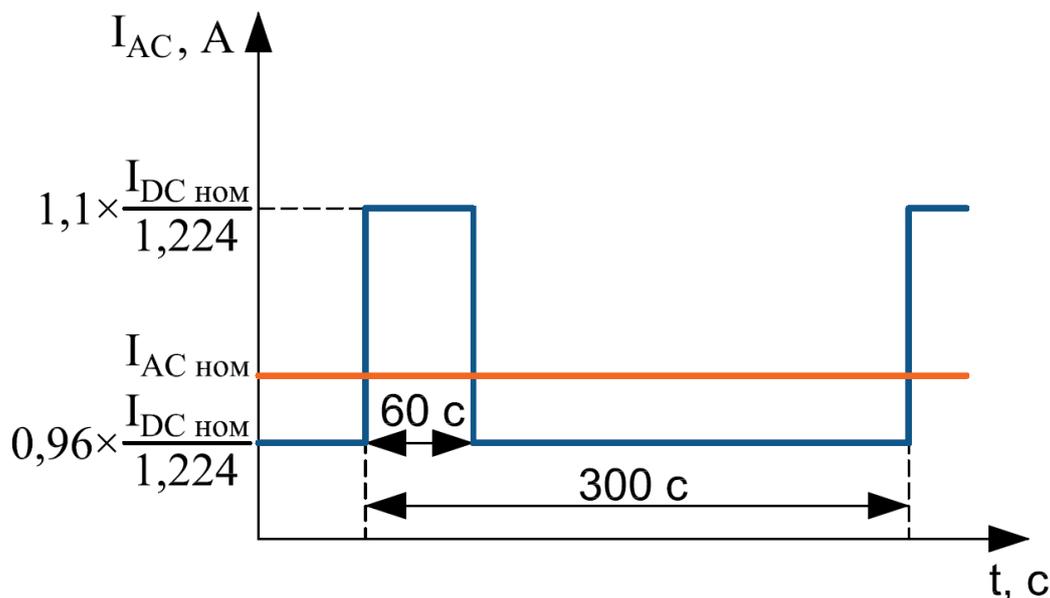


Рисунок 2.3-1 - Кривая тока при работе в режиме с нормальной перегрузкой ( $I_{AC\text{ ном}}$  и  $I_{DC\text{ ном}}$  указаны для работы с нормальной перегрузкой 110 %)

#### Высокая перегрузка

В режиме работы с высокой перегрузкой допустимая перегрузка составляет 150 % от номинального тока. Допускается работа с высокой перегрузкой в течение 1 минуты с последующим перерывом в 5 минут, во время которого максимальная нагрузка составляет 96 %.

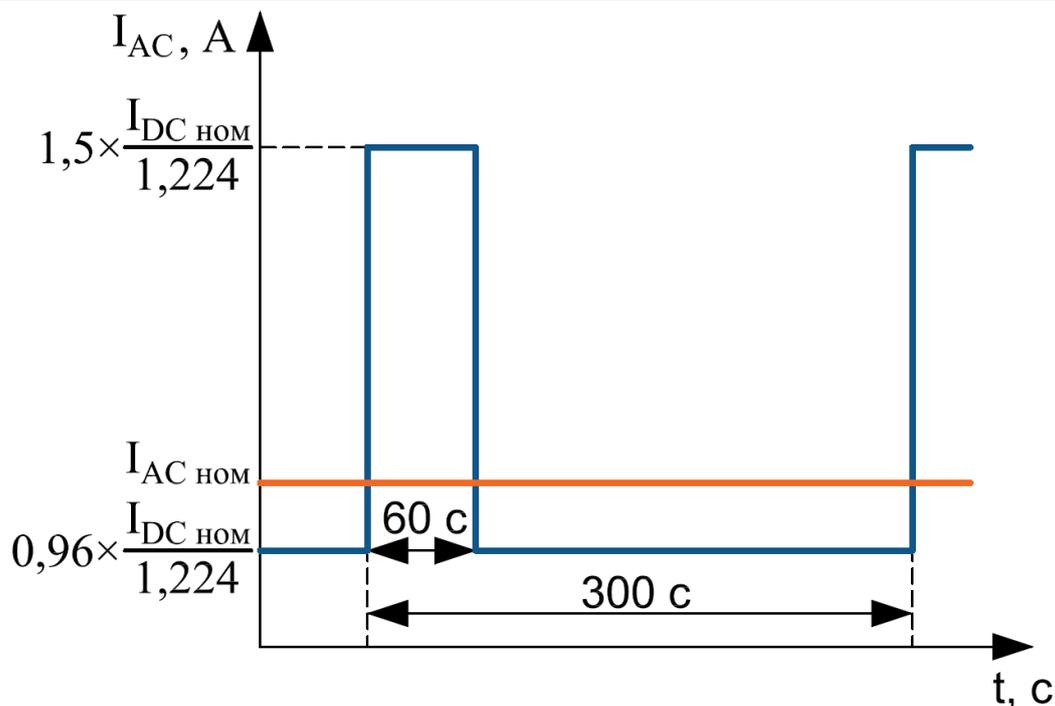


Рисунок 2.3-2 - Кривая тока при работе в режиме с высокой перегрузкой  
( $I_{AC \text{ ном}}$  и  $I_{DC \text{ ном}}$  указаны для работы с высокой перегрузкой 150 %)

## 2.4 Электрические характеристики

Таблица 2.4-1. Электрические характеристики шестипульсных выпрямителей класса напряжения T4

Модель	Работа без перегрузки (100 %)			Работа с нормальной перегрузкой (110 %)		Работа с высокой перегрузкой (150 %)		Тип
	$I_{AC \text{ ном}}$ А	$I_{DC \text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC \text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC \text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	
VF-400-NFE-T4-0844	718	879	475	844	456	659	356	FR8T
VF-400-NFE-T4-1152	980	1200	648	1152	622	898	485	FR8T
VF-400-NFE-T4-1570	1336	1635	883	1570	848	1226	662	2FR8T
VF-400-NFE-T4-2143	1822	2232	1205	2143	1157	1670	902	2FR8T
VF-400-NFE-T4-3214	2734	3348	1808	3214	1735	2505	1353	3FR8T
VF-400-NFE-T4-4285	3645	4464	2411	4285	2314	3341	1804	4FR8T
VF-400-NFE-T4-5357	4556	5580	3013	5357	2892	4176	2255	5FR8T
VF-400-NFE-T4-6428	5467	6696	3616	6428	3471	5009	2705	6FR8T

Таблица 2.4-2. Электрические характеристики двенадцатипульсных выпрямителей класса напряжения T4

Модель	Работа без перегрузки (100 %)			Работа с нормальной перегрузкой (110 %)		Работа с высокой перегрузкой (150 %)		Тип
	$I_{AC \text{ ном}}$ А	$I_{DC \text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC \text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC \text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	
VF-400-NFE-T4-1570	1336	1635	883	1570	848	1226	662	2FR8T
VF-400-NFE-T4-2143	1822	2232	1205	2143	1157	1670	902	2FR8T
VF-400-NFE-T4-3142	2674	3273	1767	3142	1697	2455	1325	4FR8T
VF-400-NFE-T4-4285	3645	4464	2411	4285	2314	3341	1804	4FR8T

VF-400-NFE

Руководство по эксплуатации неуправляемого выпрямителя

VF-400-NFE-T4-4709	4008	4906	2777	4709	2543	3679	1987	6FR8T
VF-400-NFE-T4-6428	5467	6696	3616	6428	3471	5009	2705	6FR8T

Таблица 2.4-3. Электрические характеристики шестипульсных выпрямителей класса напряжения Т6

Модель	Работа без перегрузки (100 %)			Работа с нормальной перегрузкой (110 %)		Работа с высокой перегрузкой (150 %)		Тип
	$I_{AC\text{ ном}}$ А	$I_{DC\text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC\text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC\text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	
VF-400-NFE-T6-0670	570	698	650	670	624	523	487	FR8T
VF-400-NFE-T6-0958	815	998	929	958	892	748	697	FR8T
VF-400-NFE-T6-1247	1061	1299	1688	1247	1161	974	907	2FR8T
VF-400-NFE-T6-1780	1515	1854	1727	1780	1658	1391	1295	2FR8T
VF-400-NFE-T6-2671	2273	2782	2591	2671	2488	2087	1944	3FR8T
VF-400-NFE-T6-3561	3031	3710	3456	3561	3317	2782	2592	4FR8T
VF-400-NFE-T6-4451	3788	4636	4319	4451	4146	3477	3239	5FR8T
VF-400-NFE-T6-5341	4546	5564	5183	5341	4976	4173	3887	6FR8T

Таблица 2.4-4. Электрические характеристики двенадцатипульсных выпрямителей класса напряжения Т6

Модель	Работа без перегрузки (100 %)			Работа с нормальной перегрузкой (110 %)		Работа с высокой перегрузкой (150 %)		Тип
	$I_{AC\text{ ном}}$ А	$I_{DC\text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC\text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	$I_{DC\text{ ном}}$ А	$P_{\text{ном}}$ кВт	
VF-400-NFE-T6-1247	1061	1299	1688	1247	1161	974	907	2FR8T
VF-400-NFE-T6-1780	1515	1854	1727	1780	1658	1391	1295	2FR8T
VF-400-NFE-T6-2493	2122	2597	2419	2493	2323	1948	1814	4FR8T
VF-400-NFE-T6-3561	3031	3710	3456	3561	3317	2782	2592	4FR8T
VF-400-NFE-T6-5341	4546	5564	5183	5341	4976	4173	3887	6FR8T

## 2.5 Общие габаритные размеры, масса, потери мощности

Таблица 2.5-1. Общие габаритные размеры, масса, потери мощности шестипульсных выпрямителей класса напряжения Т4

Модель	Тип	Размер Ш*Г*В	Масса кг	Потери кВт	Объем воздуха м <sup>3</sup> /ч	Модель модуля	Размер модуля Ш*Г*В	Масса модуля кг
VF-400-NFE-T4-0844	FR8T	230*584*1380	≤ 165	4,75	1100	VF-400-NFE-T4-0844	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T4-1152	FR8T	230*584*1380	≤ 165	6,48	1100	VF-400-NFE-T4-1152	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T4-1570	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	8,83	2200	VF-400-NFE-T4-0844	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T4-2143	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	12,05	2200	VF-400-NFE-T4-1152	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T4-3214	3FR8T	755*584*1380	≤ 495	18,08	3300	VF-400-NFE-T4-1152	230*584*1380	≤ 165

Таблица 2.5-2. Общие габаритные размеры, масса, потери мощности двенадцатипульсных выпрямителей класса напряжения Т4

Модель	Тип	Размер Ш*Г*В	Масса кг	Потери кВт	Объем воздуха м <sup>3</sup> /ч	Модель модуля	Размер модуля Ш*Г*В	Масса модуля кг
VF-400-NFE-T4-1570	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	8,83	2200	VF-400-NFE-T4-0844	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T4-2143	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	12,05	2200	VF-400-NFE-T4-1152	230*584*1380	≤ 165

Таблица 2.5-3. Общие габаритные размеры, масса, потери мощности шестипульсных выпрямителей класса напряжения Т6

Модель	Тип	Размер Ш*Г*В	Масса кг	Потери кВт	Объем воздуха м <sup>3</sup> /ч	Модель модуля	Размер модуля Ш*Г*В	Масса модуля кг
VF-400-NFE-T6-0670	FR8T	230*584*1380	≤ 165	6,50	1100	VF-400-NFE-T6-0670	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T6-0958	FR8T	230*584*1380	≤ 165	9,29	1100	VF-400-NFE-T6-0958	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T6-1247	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	12,10	2200	VF-400-NFE-T6-0670	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T6-1780	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	17,27	2200	VF-400-NFE-T6-0958	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T6-2671	3FR8T	755*584*1380	≤ 495	25,91	3300	VF-400-NFE-T6-0958	230*584*1380	≤ 165

Таблица 2.5-4. Общие габаритные размеры, масса, потери мощности двенадцатипульсных выпрямителей класса напряжения Т6

Модель	Тип	Размер Ш*Г*В	Масса кг	Потери кВт	Объем воздуха м <sup>3</sup> /ч	Модель модуля	Размер модуля Ш*Г*В	Масса модуля кг
VF-400-NFE-T6-1247	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	12,10	2200	VF-400-NFE-T6-0670	230*584*1380	≤ 165
VF-400-NFE-T6-1780	2FR8T	475*584*1380	≤ 330	17,27	2200	VF-400-NFE-T6-0958	230*584*1380	≤ 165

## 2.6 Защитные устройства

Таблица 2.6-1. Входные предохранители (переменного тока) для выпрямителей класса напряжения Т4

Модель	Тип	Входной ток при работе без перегрузки I <sub>AC ном</sub> (А)	Входные предохранители			
			Вариант 1 BUSSMANN	Вариант 2 Melting	Номинальные параметры	Количество
VF-400-NFE-T4-0844	FR8T	718	170M6415	RS306-3-S1P-1100A690V-T	1100 А, 690 В, Типоразмер: 3	3

VF-400-NFE

Руководство по эксплуатации неуправляемого выпрямителя

VF-400-NFE-T4-1152	FR8T	980	170M6418	RS306-3-S1P-1500A690V-T	1500 А, 690 В, Типоразмер: 3	3
VF-400-NFE-T4-1570	2FR8T	1336	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	3
VF-400-NFE-T4-2143	2FR8T	1822	170M6418	RS306-3-S1P-1500A690V-T	1500 А, 690 В, Типоразмер: 3	6
VF-400-NFE-T4-3142	4FR8T	2674	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	6
VF-400-NFE-T4-3214	3FR8T	2734	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	6
VF-400-NFE-T4-4285	4FR8T	3645	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	9
VF-400-NFE-T4-4709	6FR8T	4008	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	9
VF-400-NFE-T4-5357	5FR8T	4556	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	12
VF-400-NFE-T4-6428	6FR8T	5467	170M6421	RS306-3-Y1P-2000A690V-T	2000 А, 690 В, Типоразмер: 3	12

Таблица 2.6-2. Входные предохранители (переменного тока) для выпрямителей класса напряжения Т6

Модель	Тип	Входной ток при работе без перегрузки $I_{AC\text{ном}}$ (А)	Входные предохранители			
			Вариант 1 BUSSMANN	Вариант 2 Melting	Номинальные параметры	Количество
VF-400-NFE-T6-0670	FR8T	570	170M6547	RS306-3-S5P-900A1250V-D	900 А, 1250 В, Типоразмер: 3	3
VF-400-NFE-T6-0958	FR8T	815	170M6500	RS306-3-S5P-1250A1250V-D	1250 А, 1250 В, Типоразмер: 3	3
VF-400-NFE-T6-1247	2FR8T	1061	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400 А, 1250 В, Типоразмер: 3	3

VF-400-NFE

Руководство по эксплуатации неуправляемого выпрямителя

VF-400-NFE-T6-1780	2FR8T	1515	170M6500	RS306-3-S5P-1250A1250V-D	1250 А, 1250 В, Типоразмер: 3	6
VF-400-NFE-T6-2493	4FR8T	2122	170M6499	RS306-3-S5P-1100A1250V-D	1100 А, 1250 В, Типоразмер: 3	9
VF-400-NFE-T6-2671	3FR8T	2273	170M6500	RS306-3-S5P-1250A1250V-D	1250 А, 1250 В, Типоразмер: 3	9
VF-400-NFE-T6-3561	4FR8T	3031	170M6500	RS306-3-S5P-1250A1250V-D	1250 А, 1250 В, Типоразмер: 3	12
VF-400-NFE-T6-4451	5FR8T	3788	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400 А, 1250 В, Типоразмер: 3	12
VF-400-NFE-T6-5341	6FR8T	4546	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400 А, 1250 В, Типоразмер: 3	15

Таблица 2.6-3. Выходные предохранители (постоянного тока) для выпрямителей класса напряжения Т4

Модель	Тип	Входной ток при работе без перегрузки $I_{AC\text{ном}}$ (А)	Входные предохранители			
			Вариант 1 BUSSMANN	Вариант 2 Melting	Номинальные параметры	Количество
VF-400-NFE-T4-0844	FR8T	718	170M5497	RS306-3-S5P-700A1250V-D	700А, 1250V, Типоразмер: 2	4
VF-400-NFE-T4-1152	FR8T	980	170M5499	RS306-3-S5P-900A1250V-D	900А, 1250V, Типоразмер: 2	4
VF-400-NFE-T4-1570	2FR8T	1336	170M6500	RS306-3-S5P-1250A1250V-D	1250А, 1250V, Типоразмер: 3	4
VF-400-NFE-T4-2143	2FR8T	1822	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400А, 1250V, Типоразмер: 3	4
VF-400-NFE-T4-3142	4FR8T	2674	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400А, 1250V, Типоразмер: 3	8
VF-400-NFE-T4-3214	3FR8T	2734	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400А, 1250V, Типоразмер: 3	8

VF-400-NFE

Руководство по эксплуатации неуправляемого выпрямителя

VF-400-NFE-T4-4285	4FR8T	3645	170M5498	RS306-3-S5P-800A1250V-D	800A, 1250V, Типоразмер: 2	16
VF-400-NFE-T4-4709	6FR8T	4008	170M5498	RS306-3-S5P-800A1250V-D	800A, 1250V, Типоразмер: 2	16
VF-400-NFE-T4-5357	5FR8T	4556	170M5499	RS306-3-S5P-900A1250V-D	900A, 1250V, Типоразмер: 2	16
VF-400-NFE-T4-6428	6FR8T	5467	170M6499	RS306-3-S5P-1100A1250V-D	1100A, 1250V, Типоразмер: 3	16

Таблица 2.6-4. Выходные предохранители (постоянного тока) для выпрямителей класса напряжения T6

Модель	Тип	Входной ток при работе без перегрузки $I_{AC\text{ном}}$ (A)	Входные предохранители			
			Вариант 1 BUSSMANN	Вариант 2 Melting	Номинальные параметры	Количество
VF-400-NFE-T6-0670	FR8T	570	170M5495	RS306-3-S5P-550A1250V-D	550 A, 1250 В, Типоразмер: 2	4
VF-400-NFE-T6-0958	FR8T	815	170M5498	RS306-3-S5P-800A1250V-D	800 A, 1250 В, Типоразмер: 2	4
VF-400-NFE-T6-1247	2FR8T	1061	170M5500	RS306-3-S5P-1000A1250V-D	1000 A, 1250 В, Типоразмер: 2	4
VF-400-NFE-T6-1780	2FR8T	1515	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400 A, 1250 В, Типоразмер: 3	4
VF-400-NFE-T6-2493	4FR8T	2122	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400 A, 1250 В, Типоразмер: 3	8
VF-400-NFE-T6-2671	3FR8T	2273	170M6501	RS306-3-S5P-1400A1250V-D	1400 A, 1250 В, Типоразмер: 3	8
VF-400-NFE-T6-3561	4FR8T	3031	170M5497	RS306-3-S5P-700A1250V-D	700 A, 1250 В, Типоразмер: 2	16
VF-400-NFE-T6-4451	5FR8T	3788	170M5498	RS306-3-S5P-800A1250V-D	800 A, 1250 В, Типоразмер: 2	16

VF-400-NFE

Руководство по эксплуатации неуправляемого выпрямителя

VF-400-NFE- T6-5341	6FR8T	4546	170M5499	RS306-3-S5P- 900A1250V-D	900 А, 1250 В, Типоразмер: 2	16
------------------------	-------	------	----------	-----------------------------	------------------------------------	----

## 3 Механический монтаж

### 3.1 Рекомендации по выполнению монтажа

Монтаж и демонтаж оборудования следует выполнять с использованием профессиональных инструментов.

Запрещается устанавливать оборудование серии VF-400 вблизи влажных, легковоспламеняющихся или взрывоопасных материалов.

Накройте верхнюю часть выпрямителя тканью или бумагой, чтобы предотвратить попадание металлической стружки, масла или другого мусора во время монтажа и сверления. Осторожно снимите защитный чехол после завершения работ.

Если повреждены или отсутствуют какие-либо компоненты или модули системы VF-400, подключение питания и эксплуатация запрещены.

### 3.2 Подъём и перемещение оборудования

Подъём и перемещение оборудования возможно осуществлять следующими способами:

- Вручную, если вес оборудования не превышает 30 кг.
- С помощью вилочного погрузчика. Оборудование должно быть надёжно закреплено на поддоне, оператор погрузчика должен быть обучен и сертифицирован для выполнения такой работы.
- С помощью кран-балки. Оборудование должно быть надёжно закреплено на поддоне, грузоподъёмность кран-балки должна быть больше массы поднимаемого оборудования.



Соблюдайте осторожность для исключения повреждения и деформации оборудования.

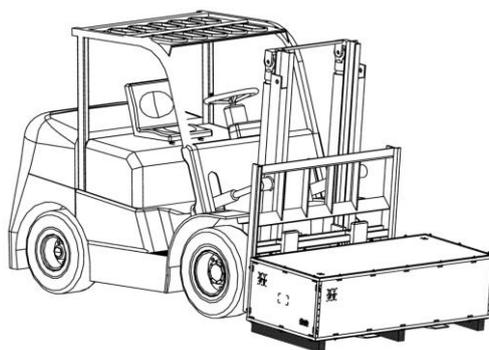


Рисунок 3.2-1 – Подъём и перемещение груза при помощи вилочного погрузчика

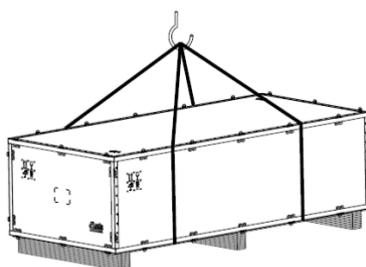


Рисунок 3.2-2 – Подъём и перемещение груза при помощи кран-балки

### 3.3 Проверки перед монтажом

Проверки перед монтажом оборудования:

- Убедитесь, что всё оборудование рассчитано на одинаковое напряжение: входные устройства, компоненты системы с общей шиной постоянного тока VF-400, электродвигатель. В случае если напряжение питающей сети ниже требуемого входного напряжения, система будет работать со сниженными характеристиками либо возникнет ошибка. Подключение системы к питающей сети с напряжением, превышающим требуемое входное напряжение, указанное на информационной табличке, не допускается! Номинальное напряжение электродвигателя в большинстве случаев определяется схемой соединения, поэтому убедитесь, подключен электродвигатель звездой или треугольником и какие значения напряжения соответствуют данной схеме подключения (информация указана на паспортной табличке электродвигателя).
- Убедитесь, что неуправляемый выпрямитель системы VF-400 совместим с требуемым методом связи.
- Убедитесь, что реальная нагрузка неуправляемого выпрямителя соответствует номинальным характеристикам, нет перегрузки и не требуется ли выпрямитель большей мощности или распараллеливание.
- Убедитесь, что выходной номинальный ток системы VF-400 равен или превышает ток полной нагрузки электродвигателя, в противном случае привод не сможет развить номинальный момент.

### 3.4 Влияние окружающей среды

Условия окружающей среды очень важны для обеспечения полной производительности данного оборудования и поддержания его работоспособности в течение длительного времени. Устанавливайте оборудование в условиях, соответствующих требованиям, указанным в таблице ниже.

Таблица 3.4-1. Условия окружающей среды, необходимые для надежной работы системы с общей шиной постоянного тока VF-400

Параметр	Требование
Место установки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Установка внутри помещения, без воздействия прямых солнечных лучей. Внешние условия должны соответствовать степени защиты корпуса. Исполнение силового модуля IP00 и стандартное шкафное исполнение IP20 не защищают от попадания пыли или капель жидкости внутрь устройства</li> <li>• Шкаф, в который устанавливается неуправляемый выпрямитель должен быть огнестойким и соответствовать ГОСТ 14254-2015</li> <li>• Оборудование необходимо устанавливать вертикально, не горизонтально, и надежно закреплять при помощи болтов</li> <li>• Оборудование необходимо устанавливать на огнестойкой поверхности</li> <li>• Вокруг оборудования не должны находиться легковоспламеняющиеся или взрывоопасные материалы</li> </ul>
Среда установки	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Отсутствие резких изменений температуры</li> <li>• Отсутствие масляного тумана, коррозионных и агрессивных газов, легковоспламеняющихся газов и пыли</li> <li>• Отсутствие металлического порошка, горючих жидкостей, воды и других посторонних предметов, которые могут попасть в неуправляемый выпрямитель (не устанавливайте его на легковоспламеняющиеся материалы, например, на деревянные поверхности)</li> <li>• Отсутствие радиоактивных материалов и легковоспламеняющихся материалов</li> <li>• Отсутствие вредных газов и жидкостей</li> <li>• Отсутствие условий, приводящих к солевой эрозии</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Отсутствие прямых солнечных лучей</li> </ul>
Условия хранения	<ul style="list-style-type: none"> <li>Место хранения должно быть чистым и сухим, без воздействия прямых солнечных лучей, также необходимо исключить попадание влаги</li> <li>Диапазон допустимых температур окружающей среды при хранении от -40°C до +70°C, скорость изменения температуры должна быть меньше 1°C в минуту</li> <li>При длительном хранении следует использовать пылезащитный чехол или принимать меры для исключения загрязнения оборудования</li> </ul>
Температура окружающей среды	<ul style="list-style-type: none"> <li>Допустимый диапазон: -10°C - +50°C. При превышении +40°C снижение номинальных характеристик на 1 % за каждый дополнительный градус Цельсия. Допускается эксплуатация при температуре от -10°C до 0°C, но без выпадения конденсата</li> <li>Более подробная информация о влиянии температуры окружающей среды на характеристики оборудования указана в разделе 2.2</li> </ul>
Относительная влажность	Не выше 95 % без выпадения конденсата
Высота над уровнем моря	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не выше 1000 м. При превышении 1000 м снижение номинальных характеристик на 1 % за каждые дополнительные 100 м высоты. При использовании на высоте более 1000 м рекомендуется использовать оборудование на типоразмер выше. Максимальная высота установки оборудования – 4000 м</li> <li>Более подробная информация о влиянии высоты над уровнем моря на характеристики оборудования указана в разделе 2.2</li> </ul>
Вибрация	<p>Ниже 10-20 Гц: вибрационное ускорение 9,8 м/с<sup>2</sup></p> <p>Ниже 20-55 Гц: вибрационное ускорение 5,9 м/с<sup>2</sup></p>
Устойчивость к ударам	<p>IEC 60068-2-27:2008</p> <p>Испытание Ea: Удар</p> <p>Полусинусоидальный импульс: вибрационное ускорение 50 м/с<sup>2</sup>, время 30 мс</p>
Охлаждение	<ul style="list-style-type: none"> <li>Вокруг оборудования должно быть зарезервировано достаточно пространства для отвода тепла. Подробная информация о требуемом для монтажа и охлаждения пространстве представлена в разделах 3.5, 5.5</li> <li>Следует использовать принудительное воздушное охлаждение (вентилятор или кондиционер) при установке оборудования в закрытом помещении или при шкафном исполнении</li> <li>Тормозные резисторы и другие устройства с высоким уровнем нагрева необходимо устанавливать отдельно, не рекомендуется устанавливать их в одном шкафу с выпрямителем или инвертором. Категорически запрещается устанавливать устройства с высоким уровнем нагрева, такие как тормозные резисторы, на входе потока воздуха, например, возле вентиляционных решеток</li> </ul>

### 3.5 Габаритные размеры, масса и монтаж модулей FR8T и 2FR8T в шкаф

#### Модуль FR8T

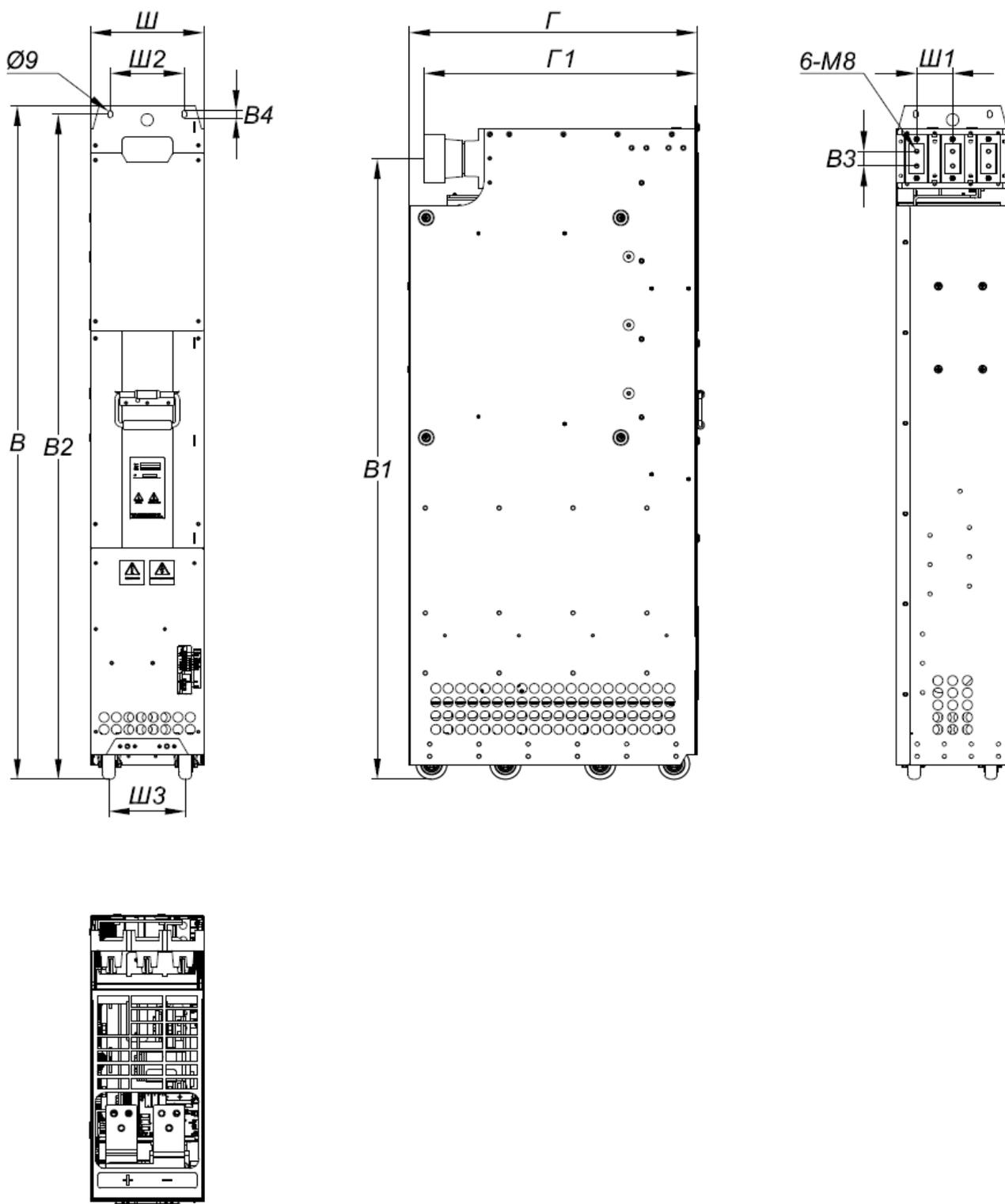


Рисунок 3.5-1 – Габаритный чертеж модуля неуправляемого выпрямителя FR8T

Таблица 3.5-1. Размеры и масса модуля неуправляемого выпрямителя FR8T

Габаритные размеры мм			Установочные размеры мм								Масса кг
Ш	Г	В	Ш1	Г1	В1	В3	Ш2	В2	В4	Ш3	
230	583,5	1379,5	73	553,5	1270,5	30	150	1361,5	15	155,5	≤ 165

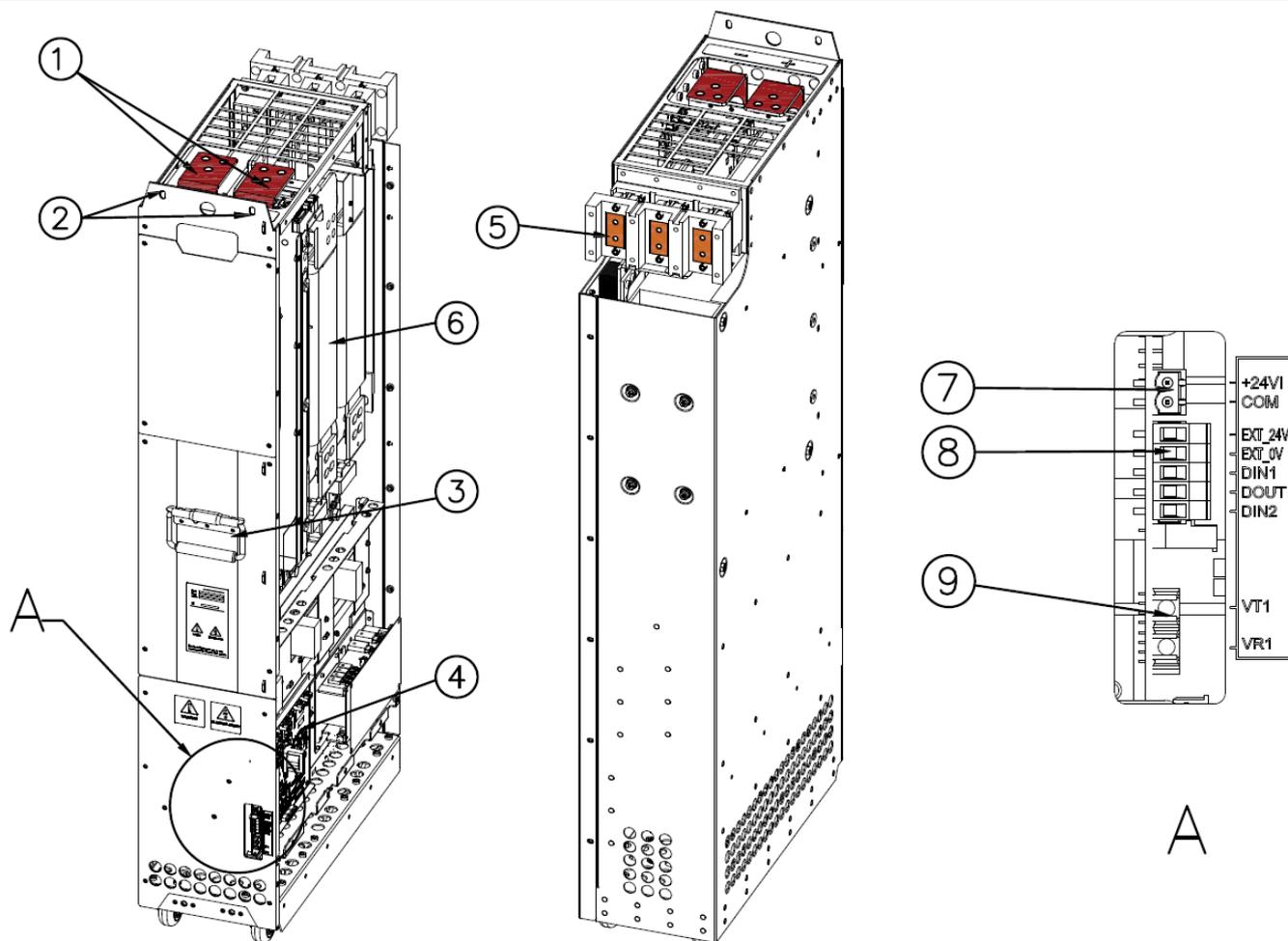


Рисунок 3.5-2 – Структура модуля неуправляемого выпрямителя FR8T

Таблица 3.5-2. Компоненты, представленные на рисунке 3.5-2

№	Компонент
1	Клеммы звена постоянного тока
2	Крепежи верхней защитной пластины
3	Ручка для вытягивания модуля с места установки
4	Плата управления
5	Входные медные клеммы R/S/T
6	Входной дроссель
7	Входные клеммы источника питания 24 В
8	Клеммы цифровых входов/выходов
9	Клеммы оптоволоконного приемопередатчика

## Модуль 2FR8T

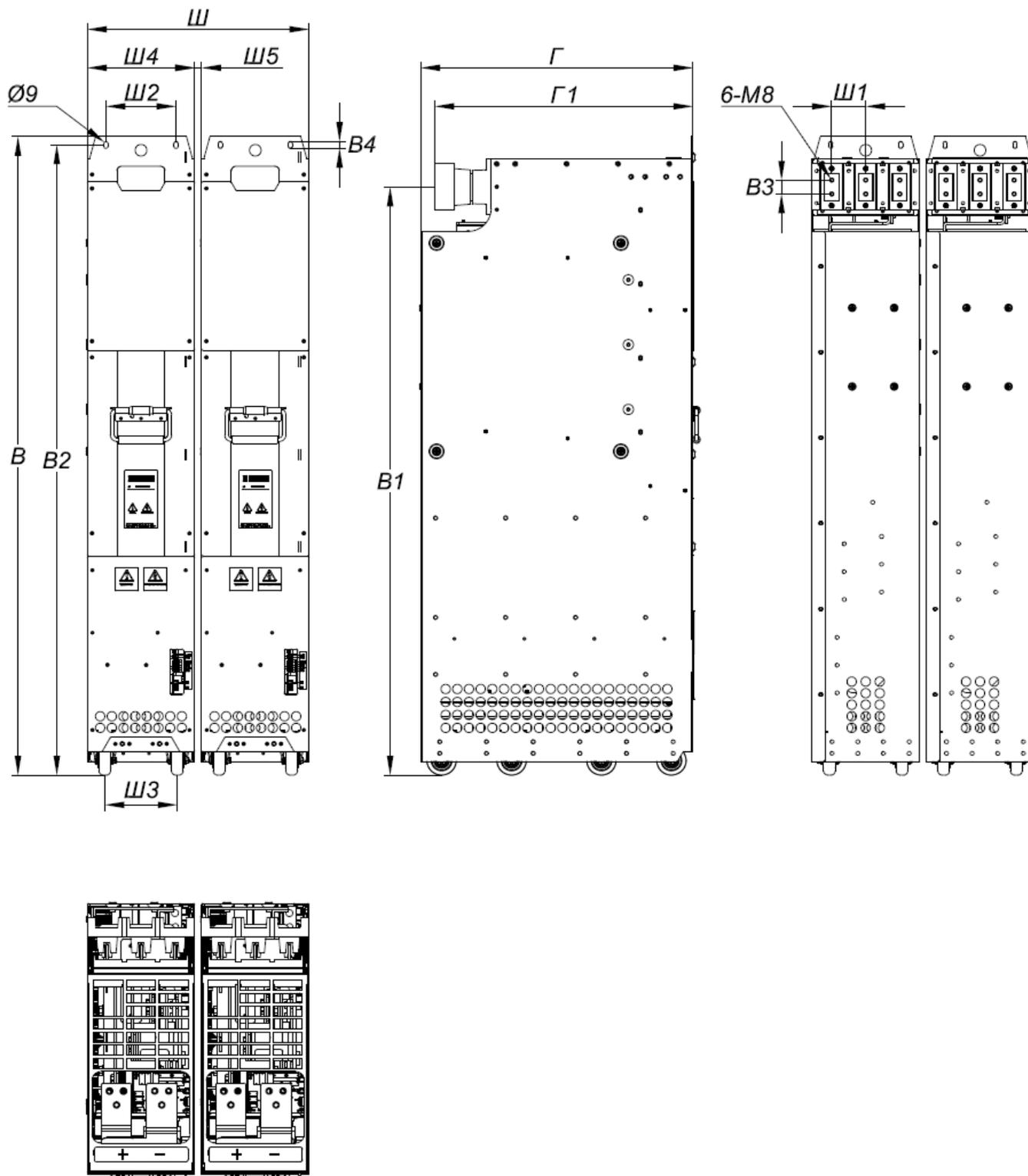


Рисунок 3.5-3 – Габаритный чертеж модуля неуправляемого выпрямителя 2FR8T

Таблица 3.5-3. Размеры и масса модуля неуправляемого выпрямителя 2FR8T

Габаритные размеры мм			Установочные размеры мм									Масса кг	
Ш	Г	В	Ш1	Г1	В1	В3	Ш2	В2	В4	Ш3	Ш4		Ш5
475	583,5	1379,5	73	553,5	1270,5	30	150	1361,5	15	155,5	230	15	≤ 330

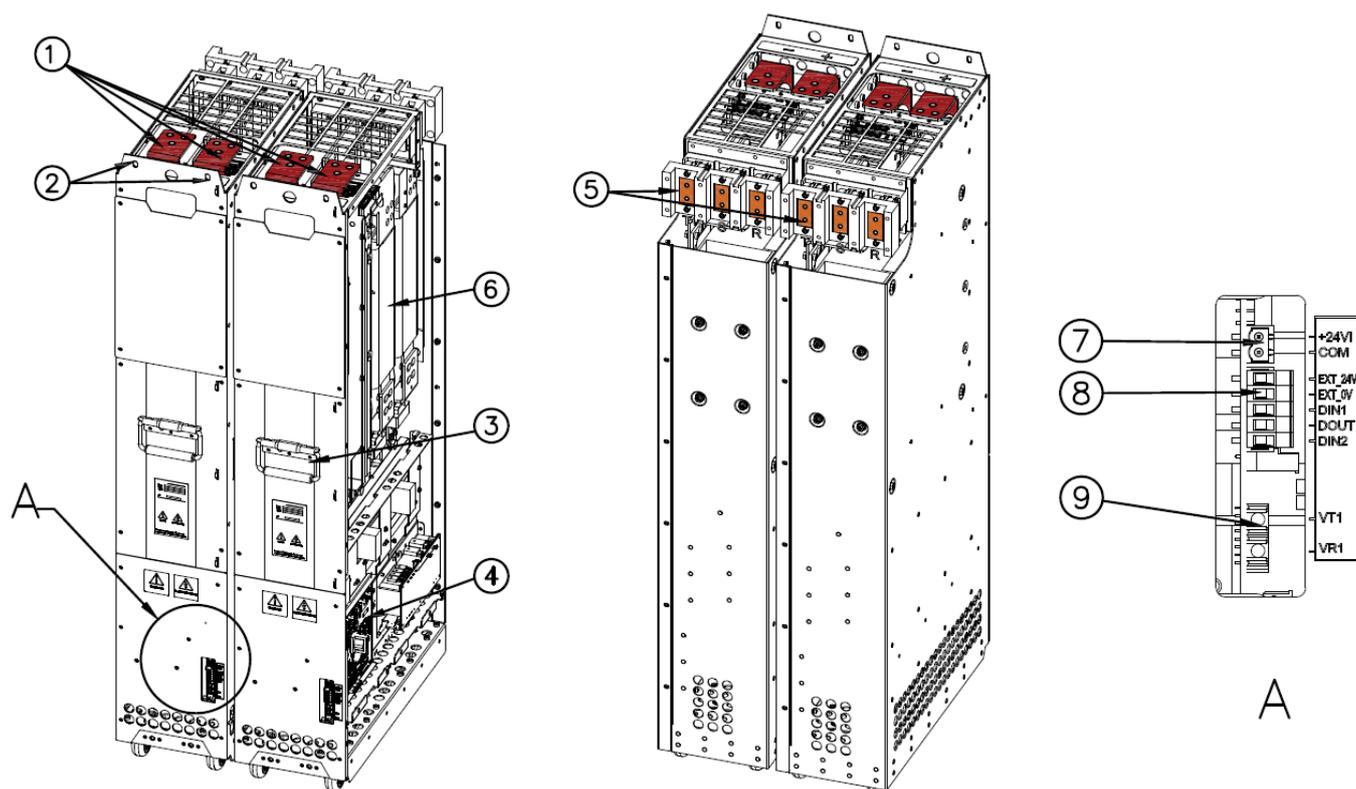


Рисунок 3.5-4 – Структура модуля неуправляемого выпрямителя 2FR8T

Таблица 3.5-4. Компоненты, представленные на рисунке 3.5-4

№	Компонент
1	Клеммы звена постоянного тока
2	Крепежи верхней защитной пластины
3	Ручка
4	Плата управления
5	Входные медные клеммы R/S/T
6	Входной дроссель
7	Входные клеммы источника питания 24 В
8	Клеммы цифровых входов/выходов
9	Клеммы оптоволоконного приемопередатчика

## Инструкция по монтажу модуля FR8T в шкаф

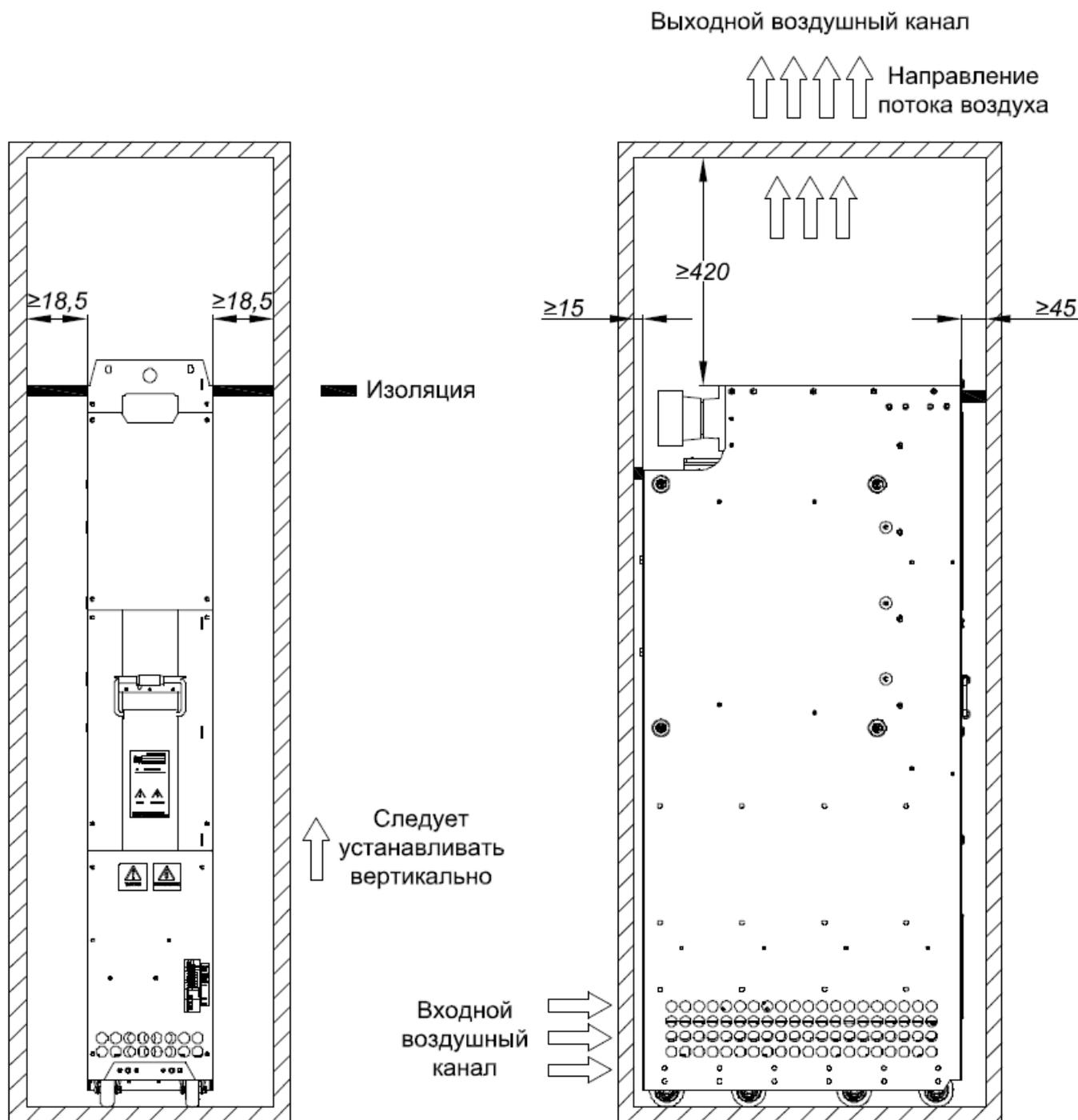


Рисунок 3.5-5 – Минимальное пространство, требуемое для монтажа модуля FR8T

Порядок проведения монтажа модуля неуправляемого выпрямителя FR8T:

1. Подготовьте шкаф к установке модуля, зафиксируйте направляющие (A) на передней части шкафа.
2. Установите модуль FR8T при помощи направляющих. Передний край модуля должен быть ограничен внутренним краем шкафа.
3. Установите ограничительную пластину (B) и закрепите её винтами, также закрепите винтами модуль в верхней части.

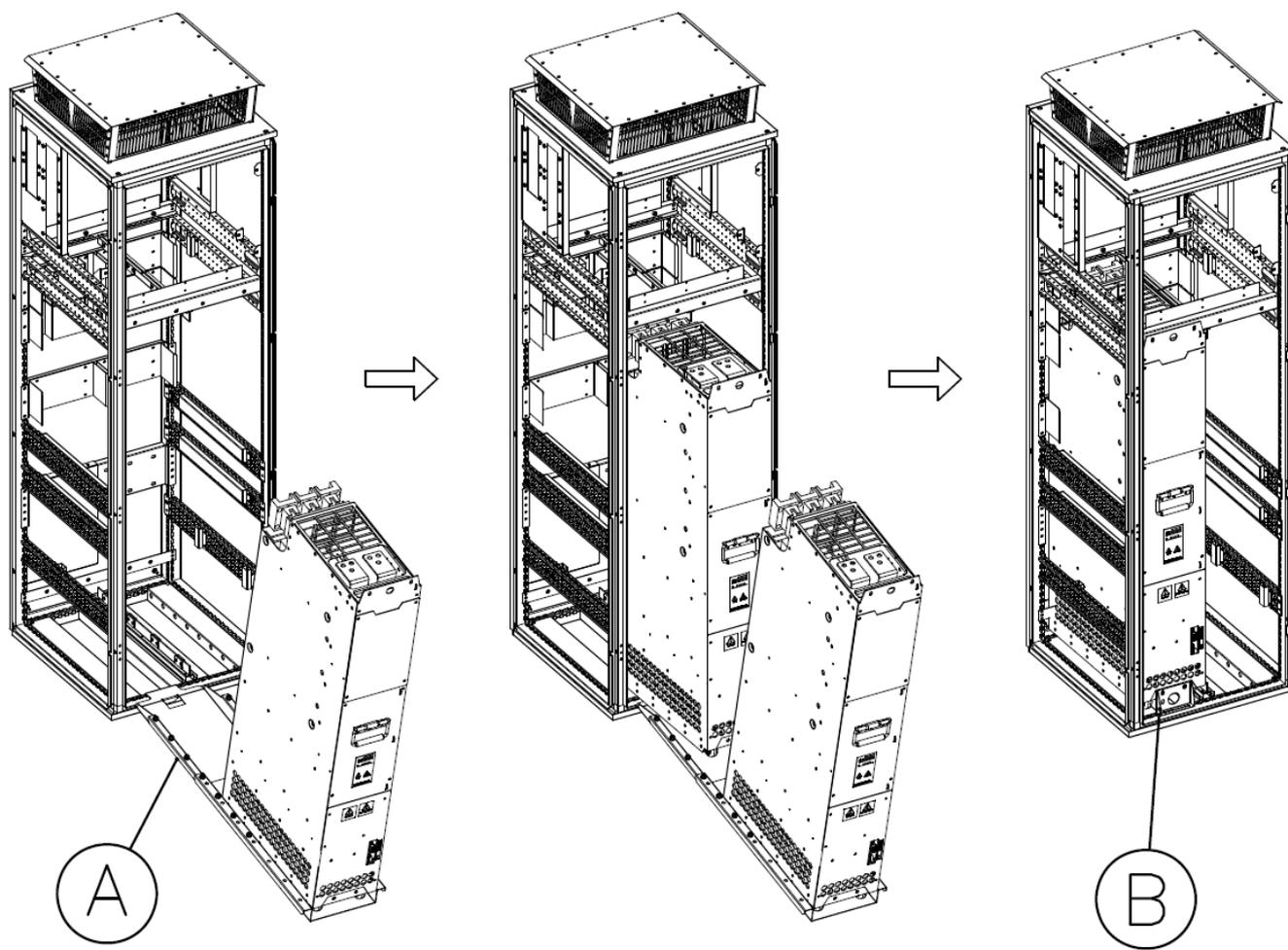


Рисунок 3.5-6 – Установка модуля FR8T

## Инструкция по монтажу модуля 2FR8T в шкаф

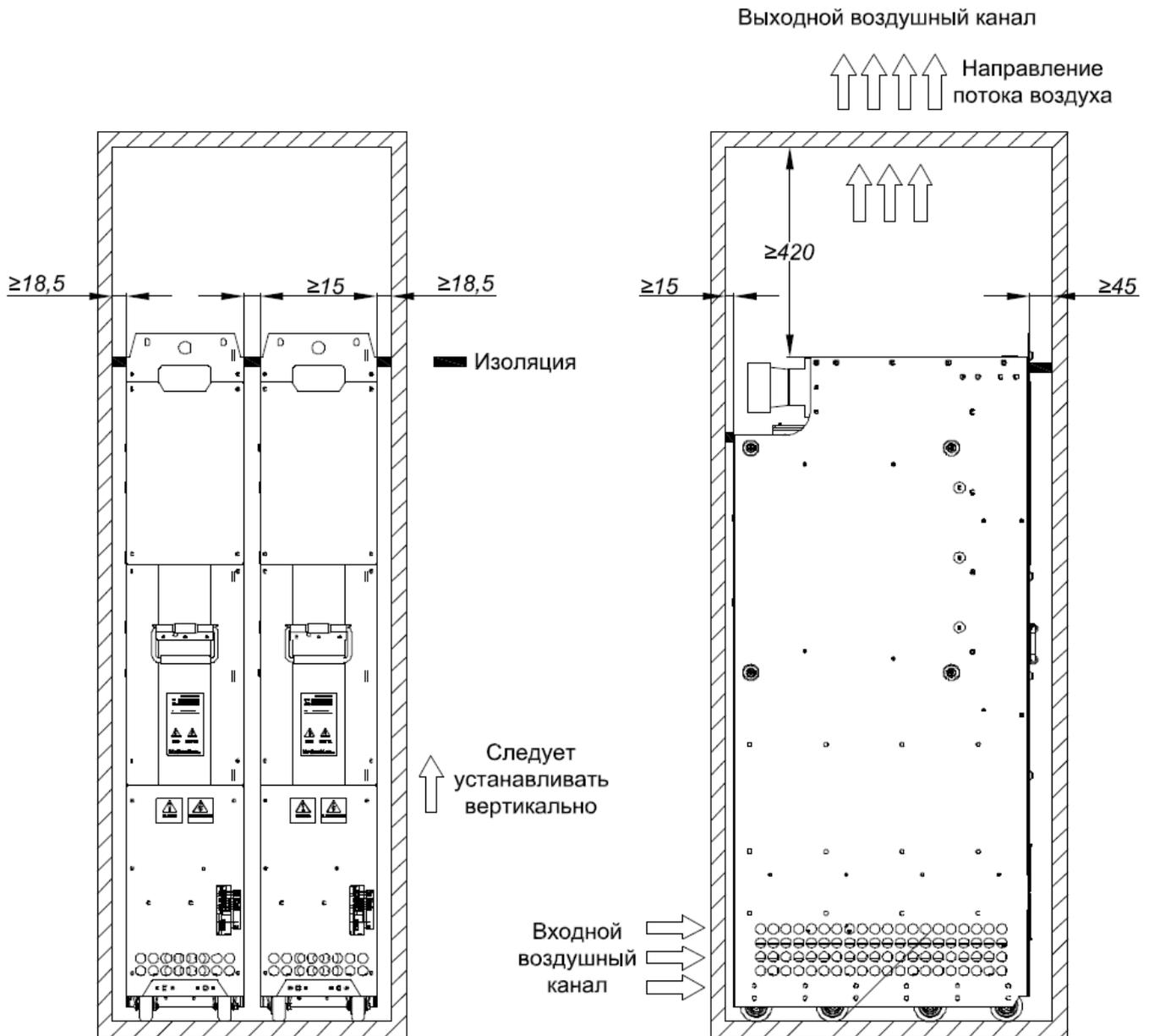


Рисунок 3.5-7 – Минимальное пространство, требуемое для монтажа модуля 2FR8T

Порядок проведения установки модуля неуправляемого выпрямителя 2FR8T:

1. Подготовьте шкаф к установке модуля, зафиксируйте направляющие (А) на передней части шкафа.
2. Установите первый модуль FR8T при помощи направляющих. Передний край модуля должен быть ограничен внутренним краем шкафа.
3. Переместите направляющие (А) к соседней ячейке (справа от установленного модуля)
4. Установите ограничительную пластину (В) первого модуля FR8T и закрепите её винтами, также закрепите винтами модуль в верхней части.
5. Установите второй модуль FR8T при помощи направляющих. Передний край модуля должен быть ограничен внутренним краем шкафа.
6. Установите ограничительную пластину (В) второго модуля FR8T и закрепите её винтами, также закрепите винтами модуль в верхней части.

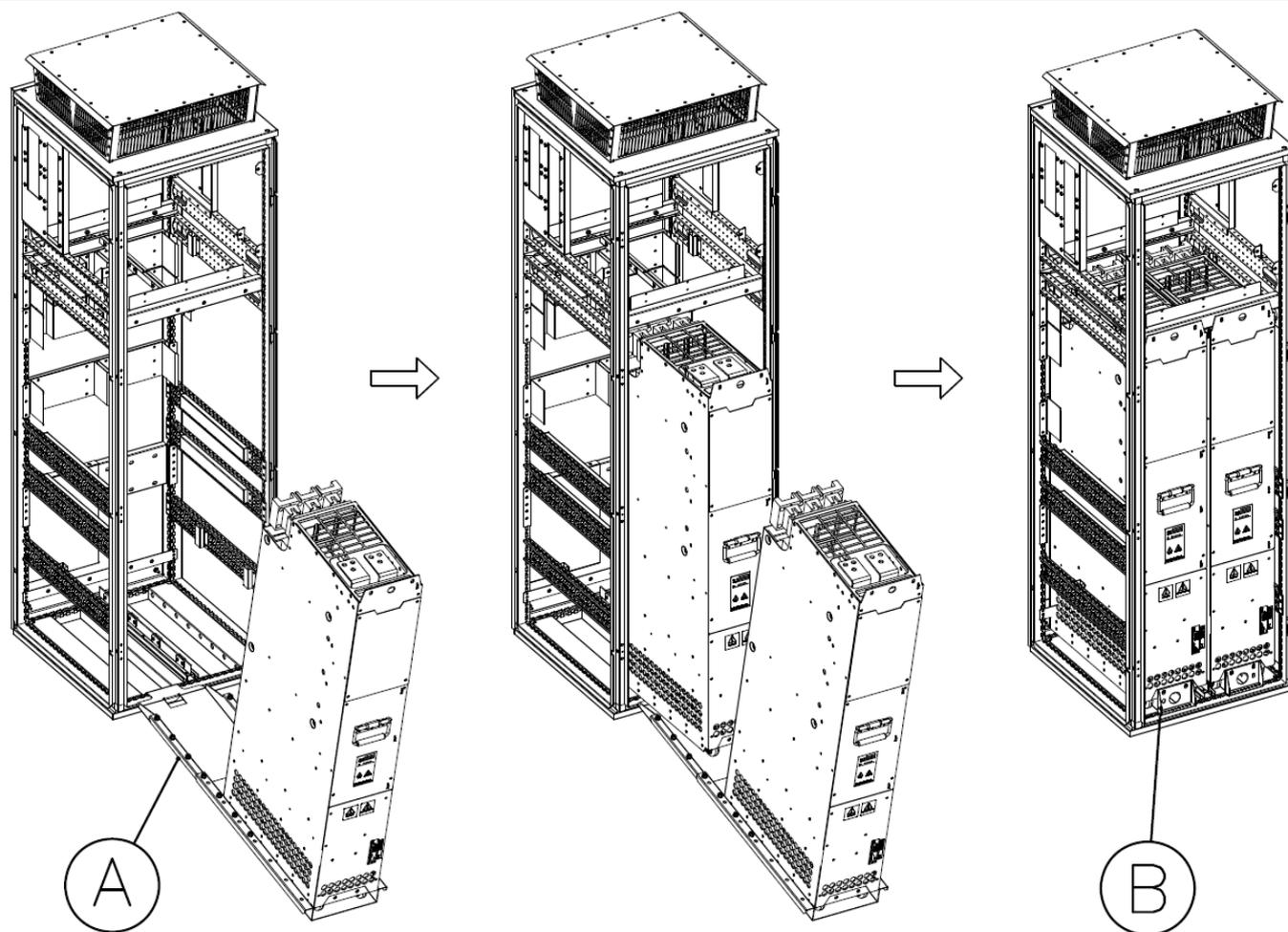


Рисунок 3.5-8 – Установка модуля 2FR8T

### 3.6 Пример шкафного исполнения

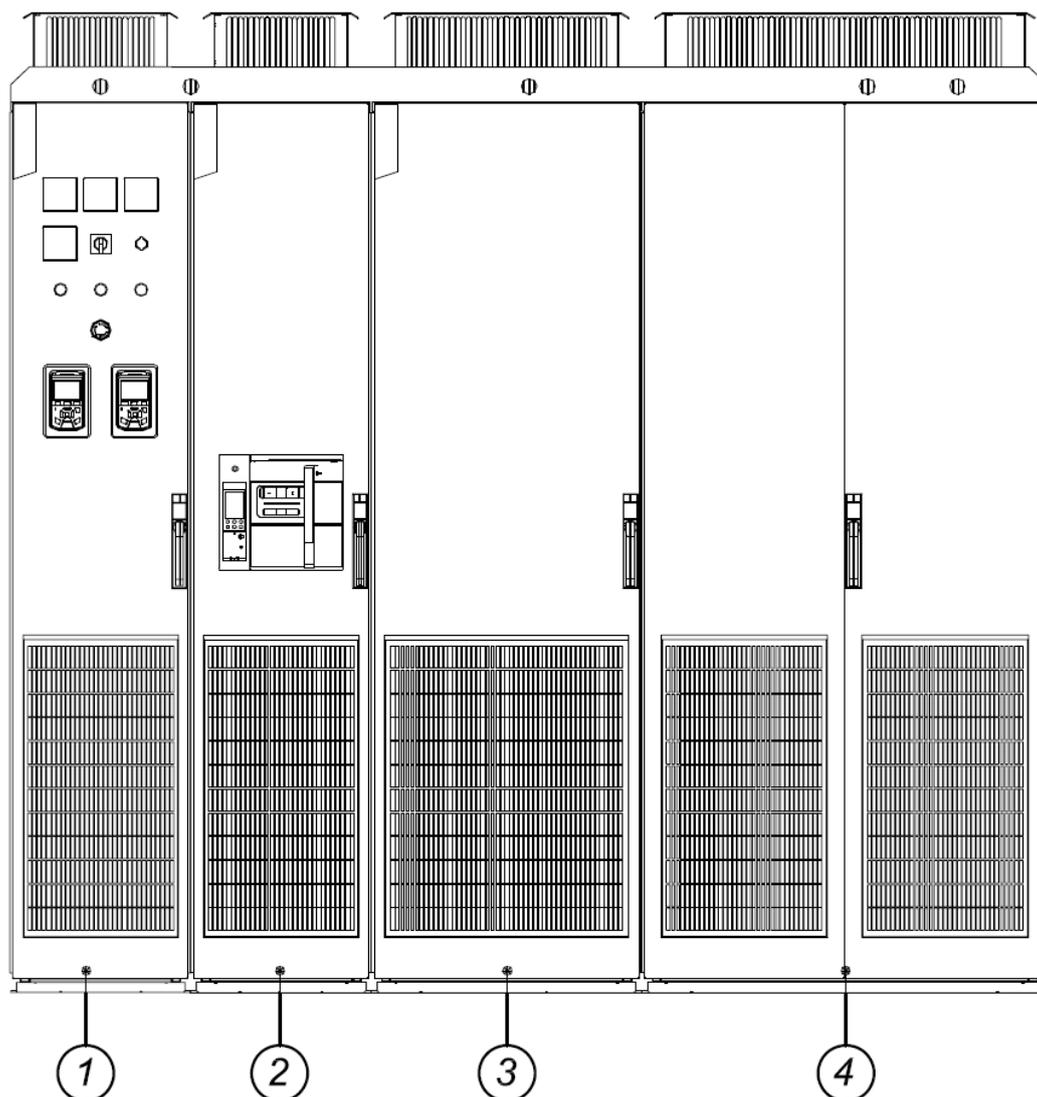


Рисунок 3.6-1 – Пример шкафного исполнения системы VF-400

Таблица 3.6-1. Шкафы системы VF-400, представленные на рисунке 3.6-1

№	Название	Функция
1	Шкаф управления	Централизованное управление системой, интерфейс входов/выходов в соответствии с требованиями клиента, модуль управления VF-400-CXXX, источник питания цепей управления, амперметр, вольтметр, панели управления и т.д.
2	Вводной шкаф	Содержит вводное оборудование для подключения выпрямителя к питающей сети, включая входные клеммы для подключения силовых кабелей и коммутационную аппаратуру
3	Шкаф выпрямителя	Содержит модуль выпрямителя, входной дроссель и предохранители звена постоянного тока
4	Шкаф инвертора	Содержит модули инверторов, предохранители звена постоянного тока, аппаратура для отключения инвертора от звена постоянного тока (опция)

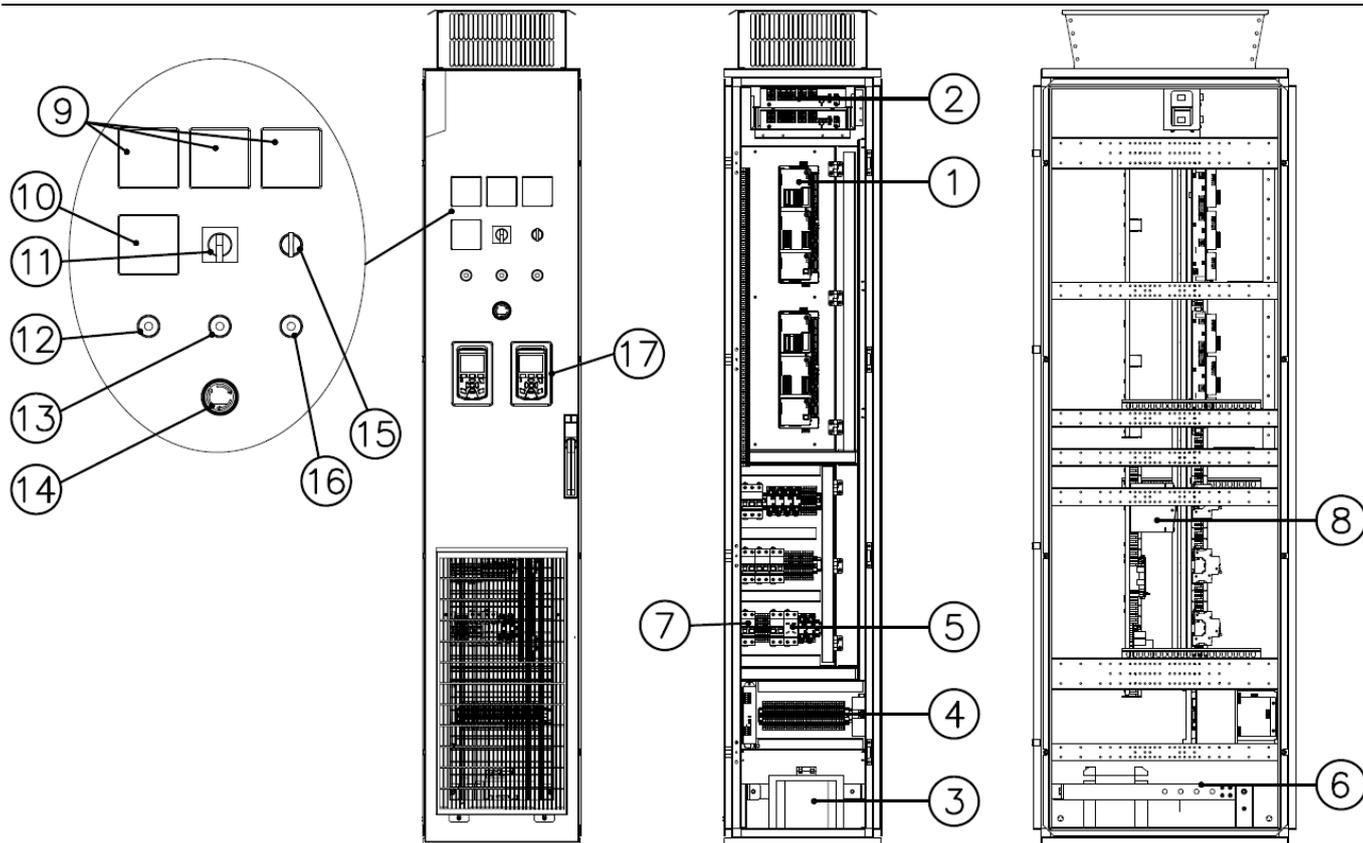


Рисунок 3.6-2 – Структура шкафа управления системы VF-400

Таблица 3.6-2. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-2

№	Название	Функция
1	Модуль управления VF-400-Cxxx	Управление модулем NFE
2	Модуль параллельного подключения VF-400-PARxx	Управление модулями NFE, подключенными параллельно
3	Трансформатор цепей управления	Питание цепей управления
4	Клеммный блок	Входы/выходы цепи управления
5	Розетка	Обеспечение питания 220 В переменного тока для технического обслуживания, сервиса и диагностики
6	Медная заземляющая шина PE	Обеспечение защитного заземления
7	Автоматический выключатель цепи управления	Включение/выключение питания цепи управления и защита от короткого замыкания
8	Импульсный источник питания	Обеспечение питания 24 В постоянного тока цепей управления
9	Амперметр переменного тока	Измерение входного тока
10	Вольтметр переменного тока	Измерение входного межфазного напряжения

11	Коммутирующее устройство вольтметра	Переключение вольтметра между фазами
12	Силовой выключатель	Подача и отключение питания
13	Размыкатель	Размыкатель цепи управления
14	Аварийный выключатель	Аварийное отключение выхода инвертора
15	Переключатель управления «Местное/ Дистанционное»	Переключение между местными и дистанционным управлением
16	Кнопка сброса неисправности	Сброс состояния «Авария»
17	Панели управления	Управление выпрямителем, инвертором и отображение параметров

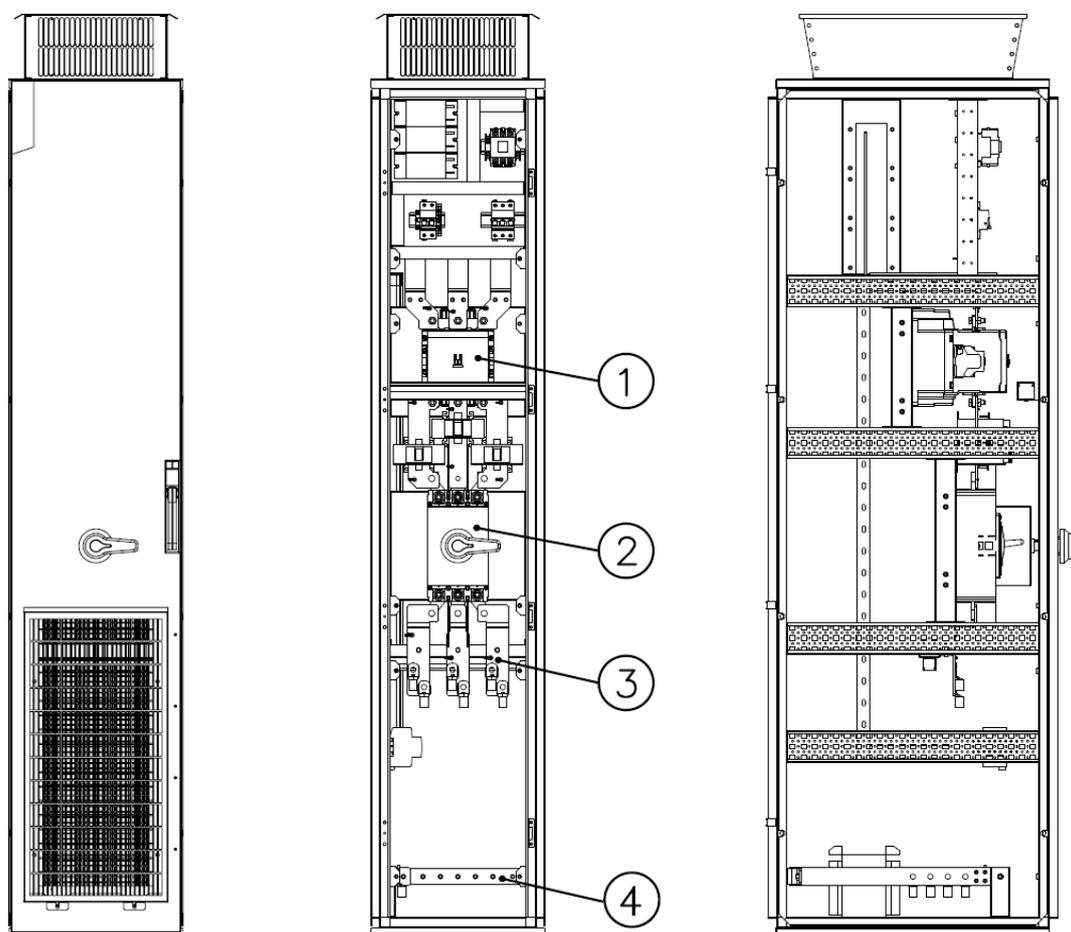


Рисунок 3.6-3 – Структура вводного шкафа с входным автоматическим выключателем с ручным приводом системы VF-400 с шестипульсным выпрямителем FR8T

Таблица 3.6-3. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-3

№	Название	Функция
1	Главный контактор	Включение и выключение главной цепи
2	Автоматический выключатель с ручным приводом	Включение и выключение главной цепи, а также защита от перегрузки и короткого замыкания

3	Медные шины R/S/T	Ввод питания переменного тока
4	Медная заземляющая шина PE	Обеспечение защитного заземления

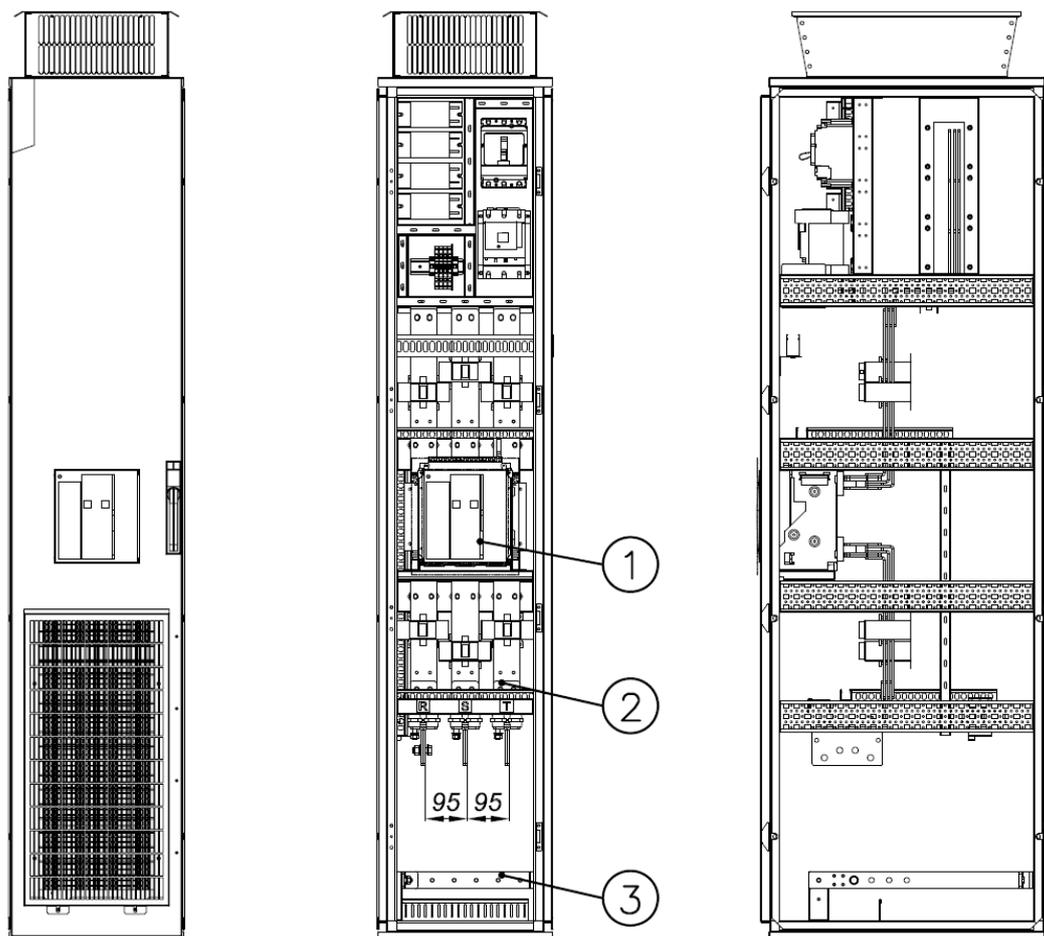


Рисунок 3.6-4 – Структура вводного шкафа системы VF-400 с шестипульсным выпрямителем FR8T

Таблица 3.6-4. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-4

№	Название	Функция
1	Автоматический выключатель	Включение и выключение главной цепи, а также защита от перегрузки и короткого замыкания
2	Медные шины R/S/T	Ввод питания переменного тока
3	Медная заземляющая шина PE	Обеспечение защитного заземления

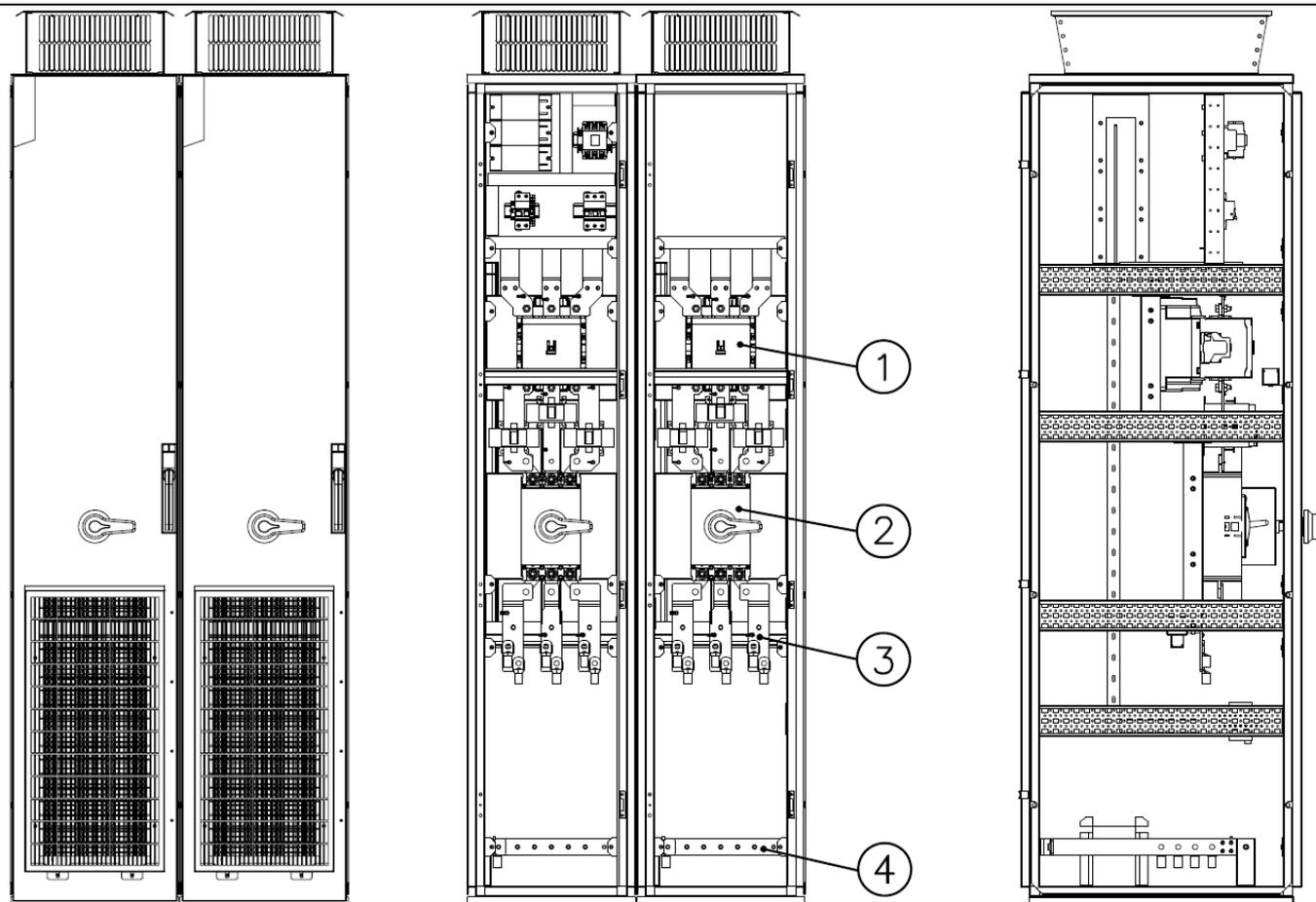


Рисунок 3.6-5 – Структура вводного шкафа с входным автоматическим выключателем с ручным приводом системы VF-400 с двенадцатипульсным выпрямителем 2FR8T

Таблица 3.6-5. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-5

№	Название	Функция
1	Главный контактор	Включение и выключение главной цепи
2	Автоматический выключатель с ручным приводом	Включение и выключение главной цепи, а также защита от перегрузки и короткого замыкания
3	Медные шины R/S/T	Ввод питания переменного тока
4	Медная заземляющая шина PE	Обеспечение защитного заземления

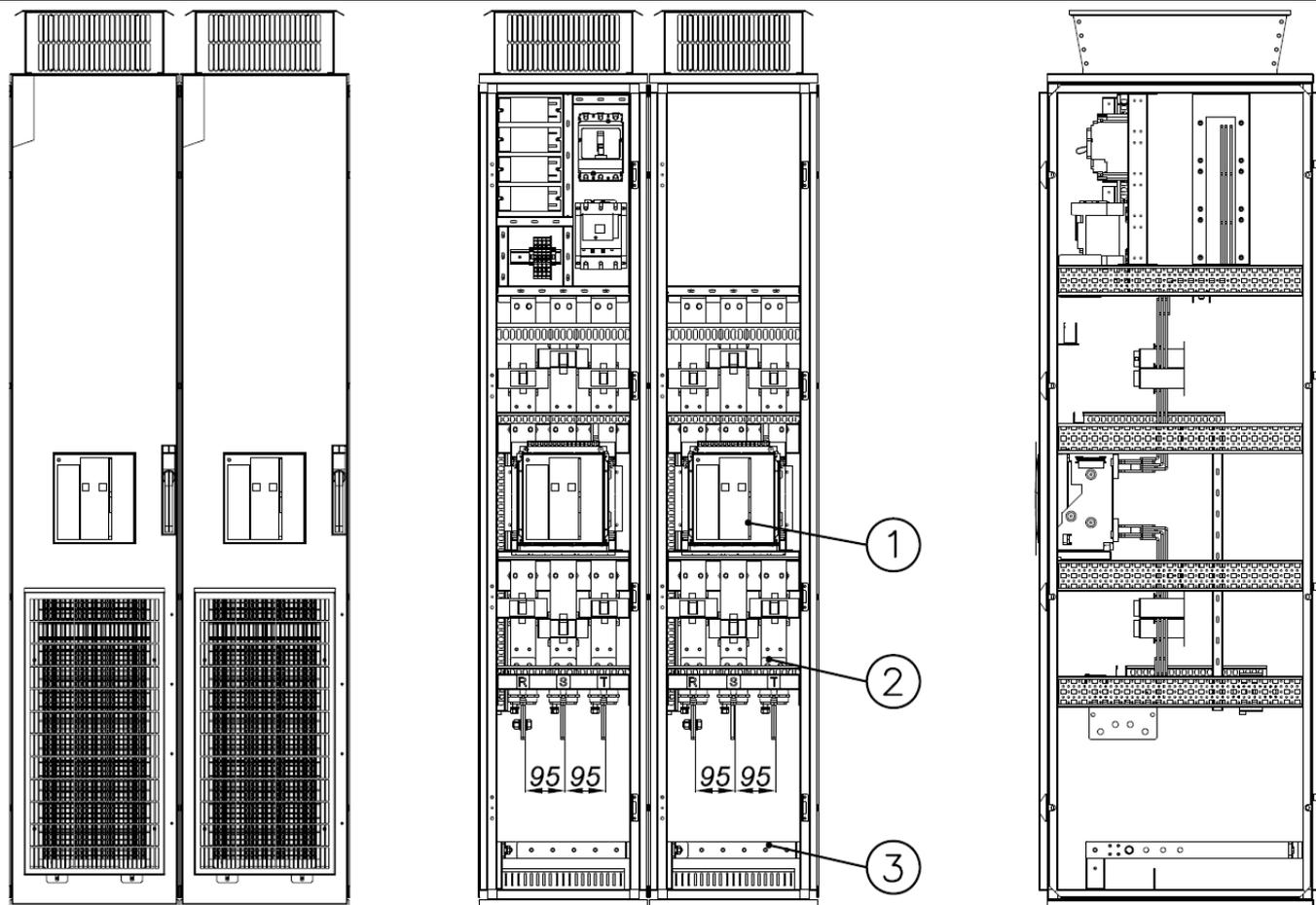


Рисунок 3.6-6 – Структура вводного шкафа системы VF-400 с двенадцатипульсным выпрямителем 2FR8T

Таблица 3.6-6. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-6

№	Название	Функция
1	Автоматический выключатель	Включение и выключение главной цепи, а также защита от перегрузки и короткого замыкания
2	Медные шины R/S/T	Ввод питания переменного тока
3	Медная заземляющая шина PE	Обеспечение защитного заземления

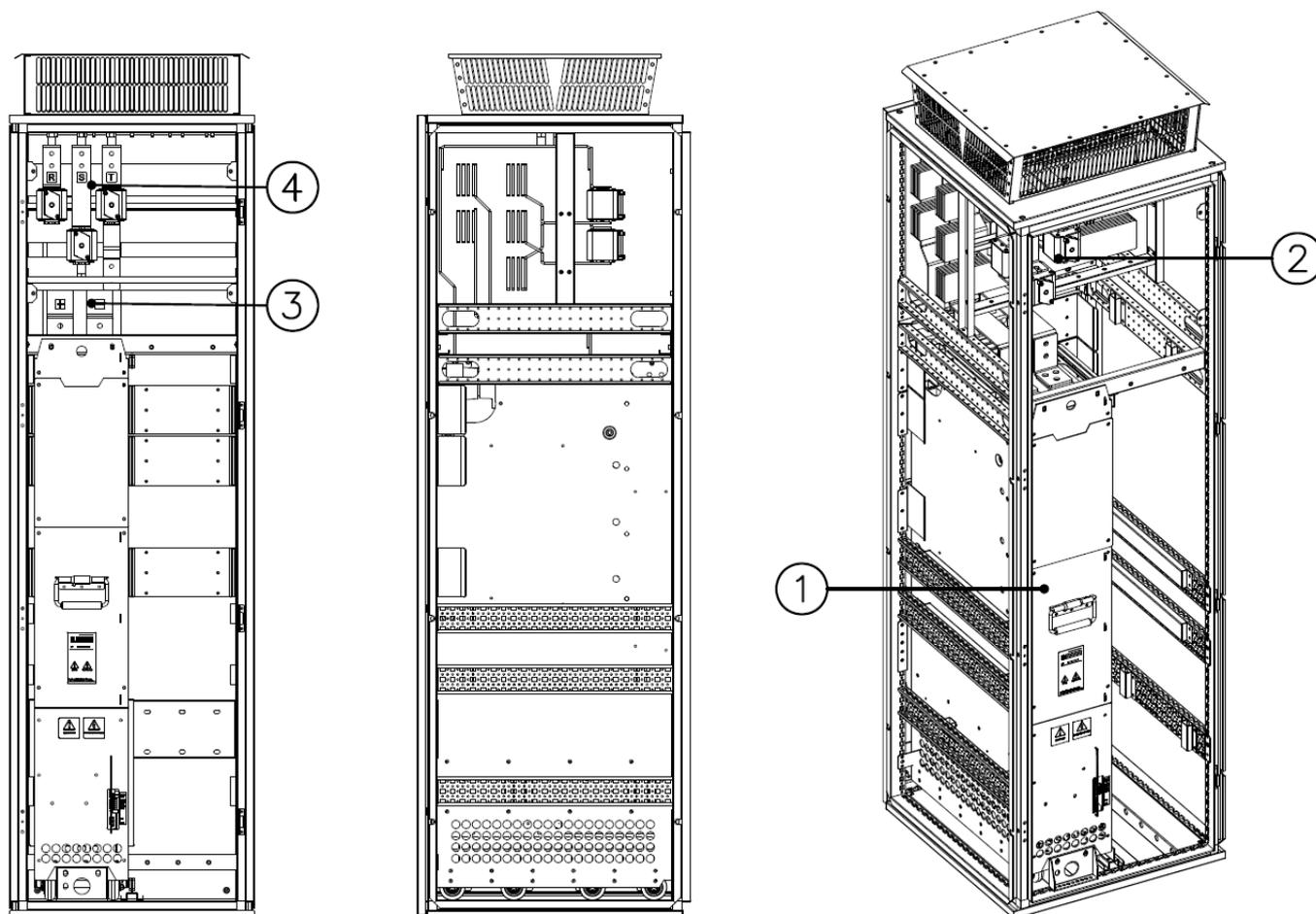


Рисунок 3.6-7 – Структура шкафа шестипульсового выпрямителя FR8T

Таблица 3.6-7. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-7

№	Название	Функция
1	Модуль выпрямителя	Преобразование переменного тока в постоянный
2	Входной предохранитель (опция)	Защита от перегрузки и короткого замыкания на входе модуля выпрямителя
3	Медные шины звена постоянного тока	Выход модуля выпрямителя
4	Медные шины R/S/T	Ввод питания переменного тока

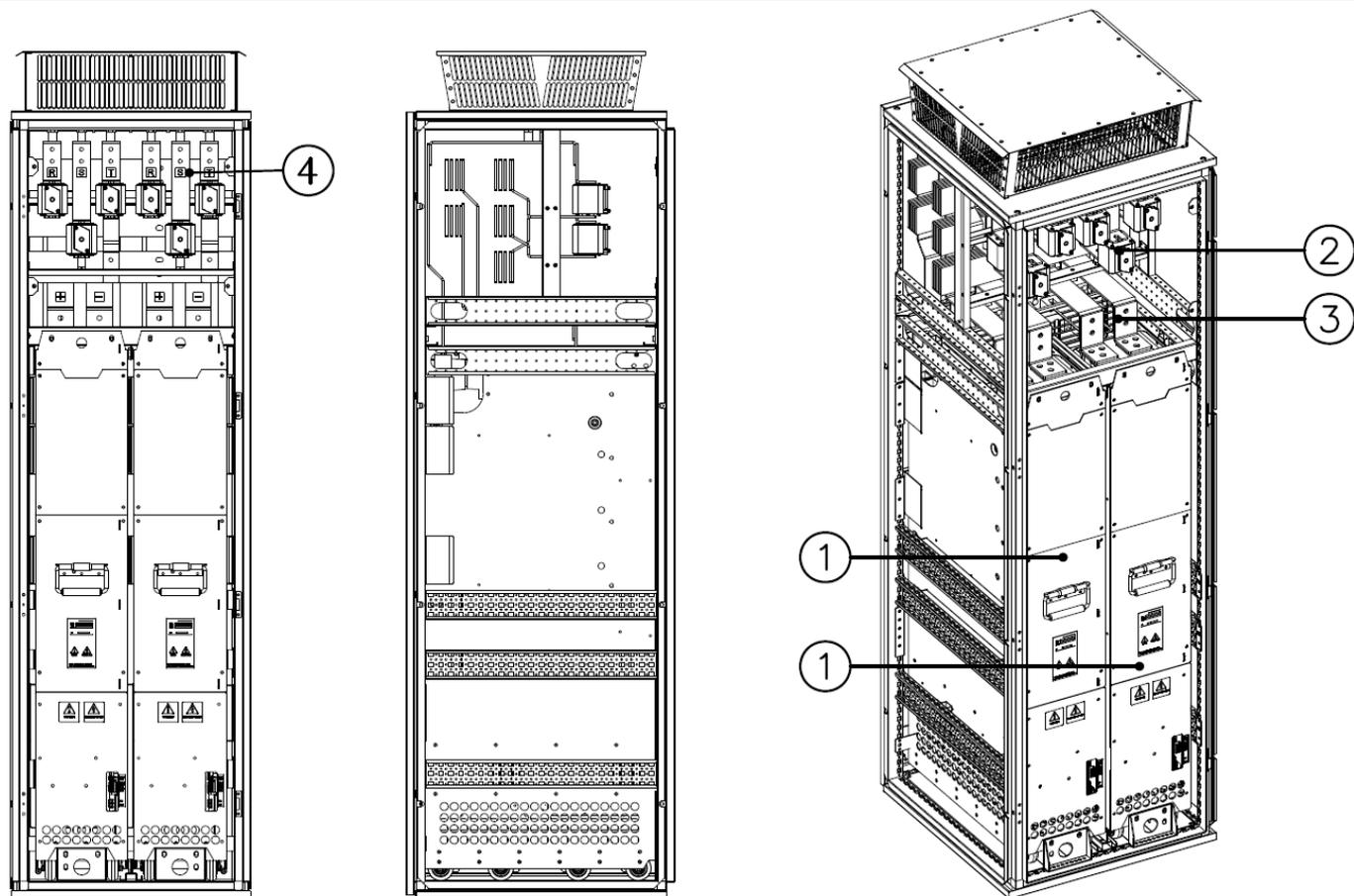


Рисунок 3.6-8 – Структура шкафа двенадцатипульсного выпрямителя 2FR8T

Таблица 3.6-8. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-8

№	Название	Функция
1	Модуль выпрямителя	Преобразование переменного тока в постоянный
2	Входные предохранители (опция)	Защита от перегрузки и короткого замыкания на входе модуля выпрямителя
3	Медные шины звена постоянного тока	Выход модуля выпрямителя
4	Медные шины R/S/T	Ввод питания переменного тока

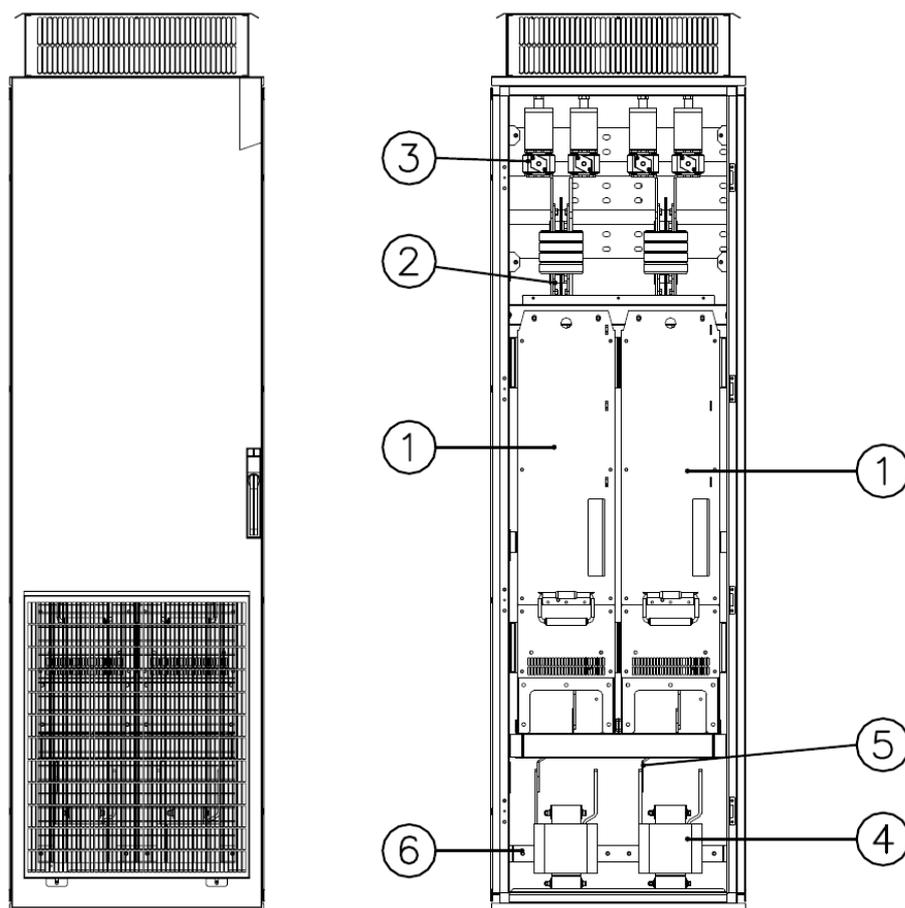


Рисунок 3.6-9 – Структура шкафа инвертора

Таблица 3.6-9. Функции компонентов, представленных на рисунке 3.6-9

№	Название	Функция
1	Модуль инвертора	Преобразование постоянного тока в переменный на основе IGBT модулей
2	Медные шины звена постоянного тока	Подключение модуля инвертора к звену постоянного тока
3	Предохранители звена постоянного тока (опция)	Защита от перегрузки и короткого замыкания в звене постоянного тока
4	Выходной дроссель переменного тока	Фильтрация и выравнивание тока на выходе модуля инвертора
5	Медные шины U/V/W	Выход модуля инвертора
6	Медная заземляющая шина PE	Обеспечение защитного заземления

## 4 Электрический монтаж

### 4.1 Меры предосторожности

Необходимо соблюдать правила техники безопасности, требования нормативных документов (Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок и другие) и приведённые в данном руководстве инструкции при проведении любых работ по монтажу, вводу в эксплуатацию, эксплуатации и техническому обслуживанию для предотвращения травматизма персонала, несчастных случаев и ущерба имуществу.

#### Меры предосторожности перед монтажом и техническим обслуживанием



Необходимо произвести необходимые отключения и принять меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры.

Непосредственно после проведения необходимых отключений на приводах ручного и на ключах дистанционного управления коммутационной аппаратуры (автоматы, рубильники, выключатели), отключенной при подготовке рабочего места, должны быть вывешены плакаты "Не включать. Работают люди", а отключенной для допуска к работе на ВЛ и КЛ – плакаты "Не включать. Работа на линии". На присоединениях, не имеющих автоматов, выключателей или рубильников, плакаты вывешиваются у снятых предохранителей, при установке которых может быть подано напряжение на место работы.

При помощи мультиметра необходимо убедиться в отсутствии напряжения на токоведущих частях.

Наложить заземление: включить заземляющие ножи или установить переносные заземления. После включения заземляющих ножей или установки переносных заземлений в закрытых электроустановках на сетчатых или сплошных ограждениях ячеек, соседних с местом работ и расположенных напротив, должны быть вывешены плакаты "Стой. Напряжение".

Оградить при необходимости рабочие места и оставшиеся под напряжением токоведущие части, на ограждениях вывесить плакаты «Стой! Напряжение». Во время работы персоналу запрещается переставлять или убирать плакаты и установленные временные ограждения и проникать на территорию огражденных участков. Все плакаты вывешиваются и снимаются только по распоряжению оперативного персонала.



Запрещается монтаж и техническое обслуживание при включённом питании.

При подключении внешнего источника питания модуль неуправляемого выпрямителя находится под опасным напряжением, даже если входной автоматический выключатель отключён.

На шине постоянного тока и клеммах силовых модулей может сохраняться остаточное напряжение даже при отключенном электропитании. Обеспечьте надежность отключения оборудования. После отключения необходимо подождать более 15 минут, чтобы оборудование полностью разрядилось. Перед началом работ измерьте напряжение и убедитесь, что напряжение звена постоянного тока ниже 36 В.

Заземление должно быть выполнено правильно, надёжно. Неправильно выполненное заземление может привести к травмам или летальному исходу.

К работам по монтажу, настройке параметров, эксплуатации, осмотру, поиску и устранению неисправностей и техническому обслуживанию оборудования допускается только подготовленный персонал, имеющий надлежащую квалификацию. Квалифицированным считается персонал, который прошел обучение по определенной программе, знаком с устройством, принципами работы оборудования и действующими в электроэнергетической отрасли нормами. От данного требования зависит как безопасность при выполнении работ, так и надёжность функционирования электропривода в дальнейшем.



Силовые кабели и кабели управления следует прокладывать отдельно. Более подробная информация приведена в разделе 4.2 «Рекомендации по монтажу с соблюдением электромагнитной совместимости».

Данное оборудование можно использовать только по его прямому назначению в соответствии с указаниями производителя. Для особых случаев применения, обратитесь в ООО «ВЕДА МК» для получения консультации.

Самостоятельная модификация оборудования запрещена.



Запрещается использовать высоковольтное оборудование для проверки изоляции оборудования.

Перед монтажом необходимо провести проверку изоляции оборудования модульного привода и периферийного оборудования: фильтры, дроссели и т. д. Следует предварительно измерить сопротивление изоляции оборудования относительно земли с помощью 500-вольтового мегомметра, сопротивление изоляции должно быть не менее 4 МОм.

### Проверка изоляции перед монтажом

Неуправляемые выпрямители NFE серии VF-400 проходят проверку сопротивления изоляции между главной цепью и корпусом перед поставкой, поэтому не следует проводить испытания модулей выпрямителя на выдерживаемое напряжение и сопротивление изоляции, необходимо проверять только периферийную схему. Перед проведением проверки изоляции электродвигателя и моторного кабеля перед введением электропривода в эксплуатацию убедитесь в выполнении следующих условий:

- Привод отключён от питающей сети, что необходимо для предотвращения заряда конденсаторов и обеспечения электробезопасности.
- Моторный кабель отключен от выходных клемм U, V, W системы VF-400 и подключен к электродвигателю.

## 4.2 Рекомендации по монтажу системы с соблюдением электромагнитной совместимости (ЭМС)

### Введение в ЭМС

Электромагнитная совместимость (ЭМС) – способность электрооборудования нормально функционировать, выполнять своё назначение в электромагнитной среде, не внося в нее недопустимых помех. Данное понятие включает в себя две стороны: устойчивость оборудования функционировать при наличии определённого уровня помех и формируемые оборудованием помехи, которые должны быть ограничены допустимым уровнем.

Регулируемый привод переменного тока предполагает быстрые переключения ключей инвертора преобразователя частоты (ШИМ), значительная скорость нарастания напряжения ( $dU/dt$ ) с большими амплитудами около 500-1000 В делает электропривод потенциальным источником помех. Такое напряжение моторного кабеля приводит к формированию синфазного тока.

Чтобы обеспечить установку, соответствующую требованиям электромагнитной совместимости и избежать возникновения помех, к которым чувствительны управляющие сигналы, обязательно следуйте всем представленным инструкциям по электромонтажу.

В соответствии с электромагнитной обстановкой, которая представляет собой совокупность электромагнитных явлений и процессов в области пространства (в частности, в местах размещения технических средств) в заданном частотном и временном диапазонах, используют следующее разделение:

- Первичная среда (с первой электромагнитной обстановкой) – жилые объекты, а также учреждения, непосредственно подключённые без промежуточных трансформаторов к низковольтным электрическим сетям, питающим здания в жилых зонах.
- Вторичная среда (со второй электромагнитной обстановкой) – промышленная зона и другие потребители, подключённые к собственной трансформаторной подстанции.

Категории систем электрического привода в соответствии с ГОСТ IEC 61800-3-2016:

- Категория С1 – системы электропривода с номинальным напряжением менее 1000 В, предназначенные для использования в первичной среде.
- Категория С2 – системы электропривода с номинальным напряжением менее 1000 В, не имеющие вилки для подключения к сети и не являющиеся передвижными устройствами, которые при использовании в первичной среде подлежат установке и подключению исключительно квалифицированными специалистами.
- Категория С3 – системы электроприводов с номинальным напряжением менее 1000 В, предназначенные для использования только во вторичной среде.
- Категория С4 – системы электроприводов с номинальным напряжением не менее 1000 В или с номинальным током не менее 400 А или предназначенные для применения в составе сложных систем во вторичной среде.

### **Рекомендации по используемым кабелям**

Рекомендуется использовать экранированные силовые кабели и все кабели управления, которые следует прокладывать отдельно. Экранирование обеспечивает повышение помехоустойчивости и снижает уровень излучаемых помех.

Экран должен обладать хорошей проводимостью. Если экран кабеля используется в качестве заземления, то площадь сечения экрана (или эквивалентная проводимость) должна составлять не менее 50 % от площади поперечного сечения фазного проводника (одной фазы кабеля). Если же площадь сечения экрана менее 50 %, то необходимо использовать отдельный кабель заземления для исключения возникновения свехтоков в экране кабеля, вызванного разницей потенциалов в сети заземления.

Для эффективного подавления помех кабель должен иметь плетёный медный экран (оплётка) с плотностью более 90 %.

Не допускается наличие разрывов экранирования кабеля.

Информация о сечении кабелей представлена в разделе 4.3 «Силовые кабели и моменты затяжки крепежей».

Проводящую часть места соединения кабельного наконечника и жилой части силового кабеля необходимо изолировать термоизоляционной трубкой, на рисунке 4.2-1 приведён пример такого способа изоляции.

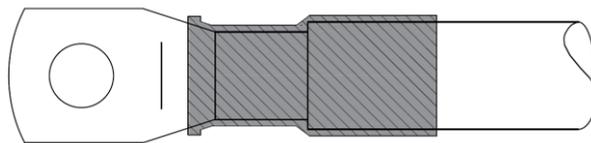


Рисунок 4.2-1 – Пример применения термоизоляционной трубки для изоляции соединения кабельного наконечника и силового кабеля

Не следует использовать гнутый, деформированный или раздавленный кабель.

Рекомендуется использовать экранированные витые пары в цепях управления для снижения помех. Не используйте витые пары с разными типами сигналов: переменного тока, постоянного тока. Витые пары разных сигналов должны прокладываться отдельно. Дополнительная информация приведена в разделе 4.4 «Кабели управления».

При возможности рекомендуется использовать кабель с двойным экраном для аналоговых сигналов, так как аналоговые сигналы более чувствительны к помехам, чем цифровые.

Для линий связи и управления следуйте стандартам протокола связи. Например, RS485/Ethernet может использовать экранированные или неэкранированные UTP-кабели.

### Рекомендации по прокладке кабелей

Силовые кабели и кабели вторичных цепей (цепи управления, сигнализации, контроля, автоматике и релейной защиты) следует прокладывать отдельно. Минимальное расстояние между кабелями управления и силовыми кабелями должно быть не менее 300 мм, схема представлена на рисунке 4.2-2. Несоблюдение требований к изоляции силовых кабелей и кабелей цепи управления может привести к неправильной работе оборудования и к снижению эффективности.

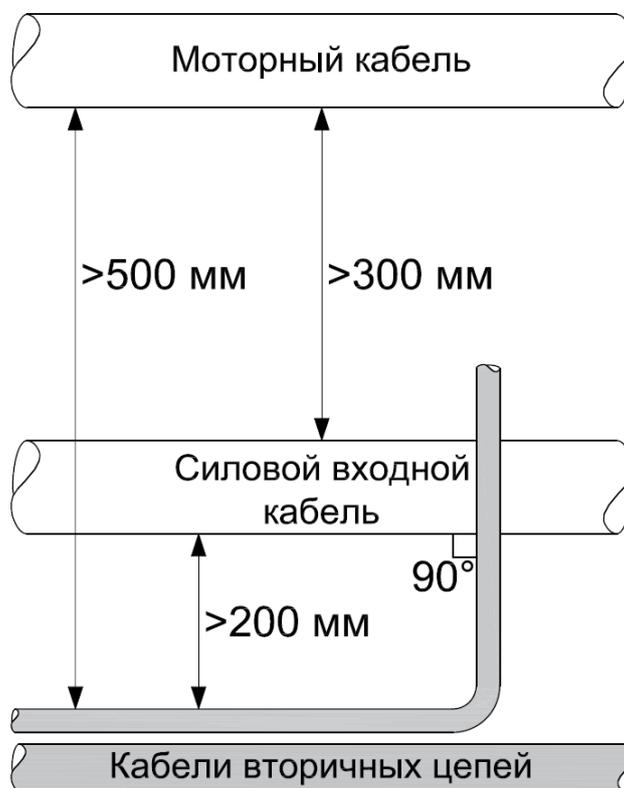


Рисунок 4.2-2 – Принцип прокладки силовых кабелей и кабелей вторичных цепей

Избегайте прокладки силовых кабелей и кабелей вторичных цепей параллельно, по возможности располагайте их вертикально.

При прокладке кабелей и необходимости их пересечения рекомендуется выполнять его под углом 90° для уменьшения влияния кабелей друг на друга. Не прокладывайте кабели других систем через привод.

Не рекомендуется параллельная прокладка кабелей. Если такой тип прокладки необходимо выполнить, то следует увеличить расстояние между силовыми кабелями и кабелями управления по мере увеличения длины их параллельной прокладки.

Следует избегать размещения кабелей вторичных цепей с чувствительным к помехам сигналом рядом с силовыми моторными кабелями и кабелями тормозного прерывателя, из-за повышенного уровня помех, вызываемых резкими изменениями напряжения в результате работы полупроводниковых ключей.

Кабели вторичных цепей разных сигналов следует прокладывать отдельно. Кабели с разными типами сигналов должны иметь эквипотенциальные соединения. При расположении кабелей управления рядом следует выполнять эквипотенциальные соединения для внешних кабелей и кабелей в середине, как показано на рисунке 4.2-3.

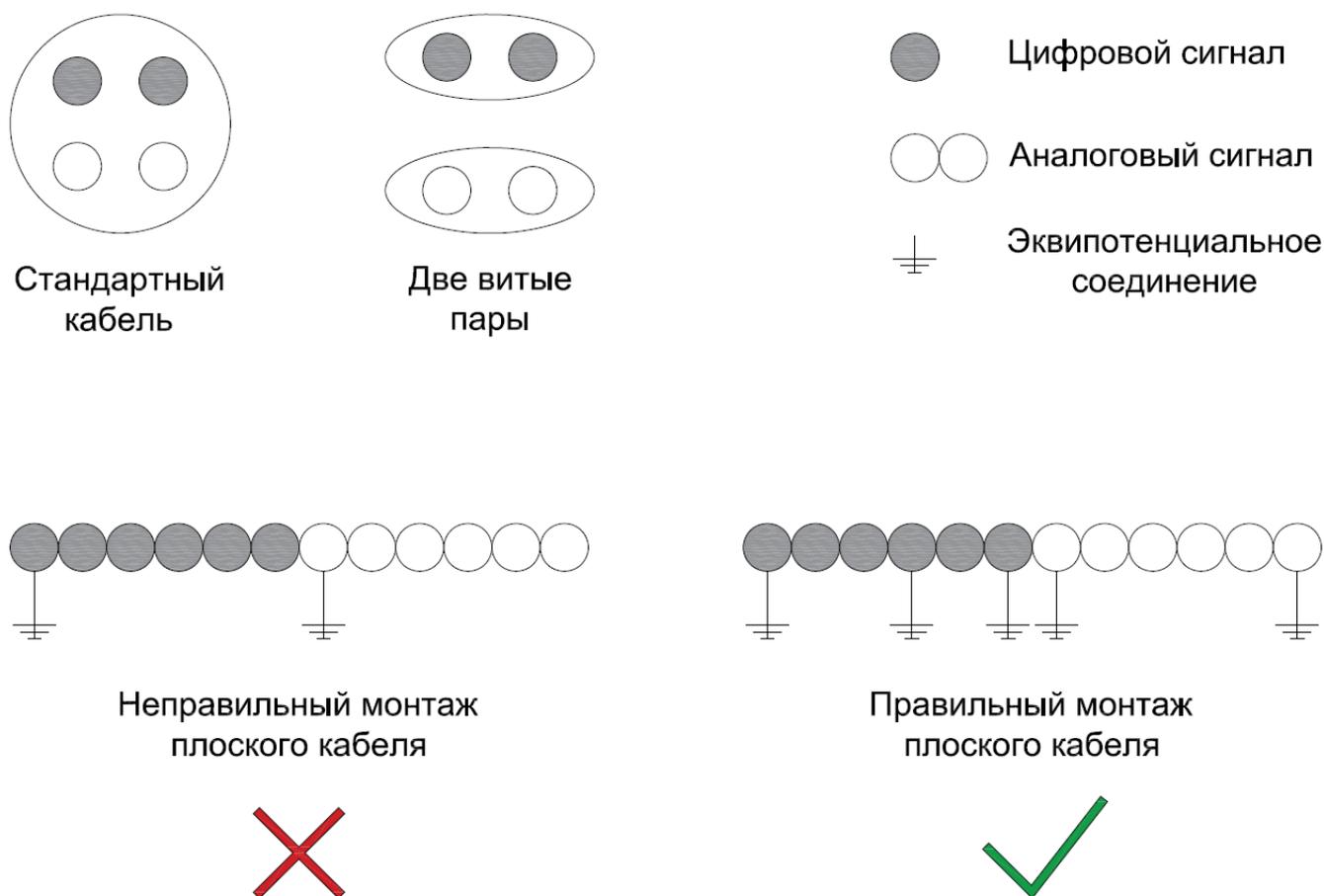


Рисунок 4.2-3 –Прокладка кабелей управления с разными типами сигналов

При использовании многожильных кабелей для вторичных цепей рекомендуется использовать один кабель для одного типа сигнала. Если требуется передавать в одном многожильном кабеле несколько разных типов сигналов, то следует использовать экранированный кабель с внутренней жилой, такой кабель представлен на рисунке 4.2-4.

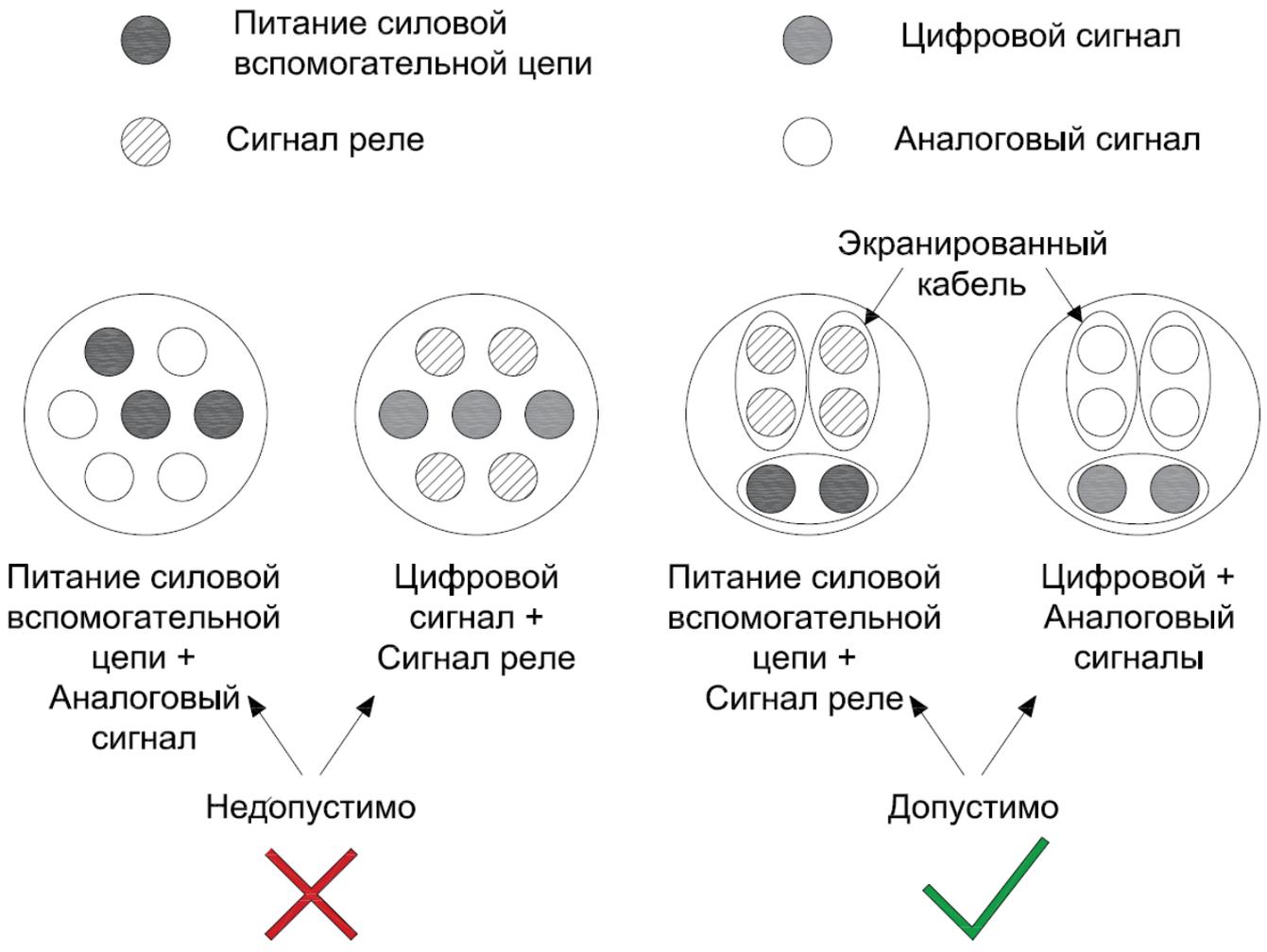


Рисунок 4.2-4 – Многожильный кабель управления

Если в многожильном кабеле вторичной цепи используются не все жилы, то все неиспользуемые (или запасные) провода подключаются к точке уравнивания потенциалов.

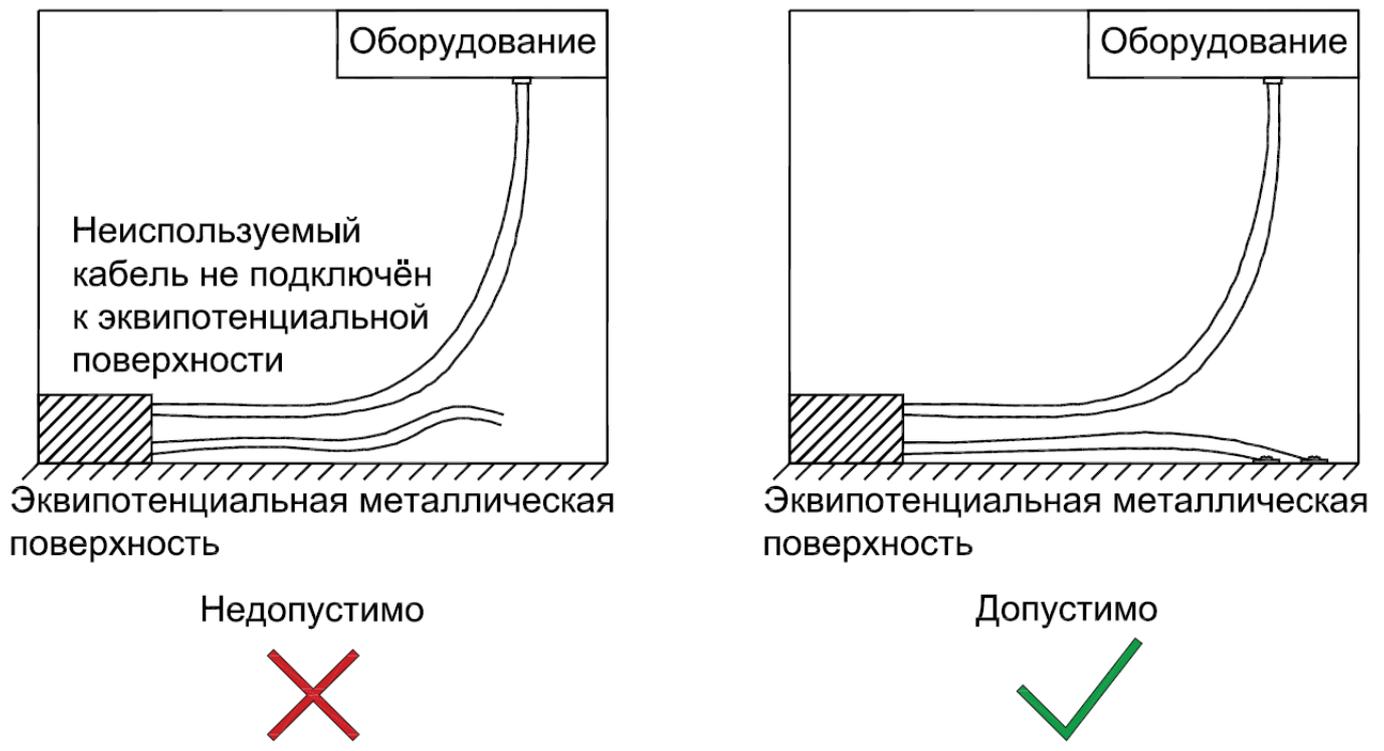


Рисунок 4.2-5 – Неиспользуемые провода многожильного кабеля

Кабели петли фаза-ноль вторичной цепи, например, для передачи сигналов датчиков или релейных сигналов следует прокладывать как можно ближе друг к другу, чтобы избежать образования слишком большой петлевой зоны. Для передачи аналоговых сигналов обязательно используйте витые пары. Кабели для передачи цифрового сигнала должны располагаться близко друг к другу, что представлено на рисунке 4.2-6.

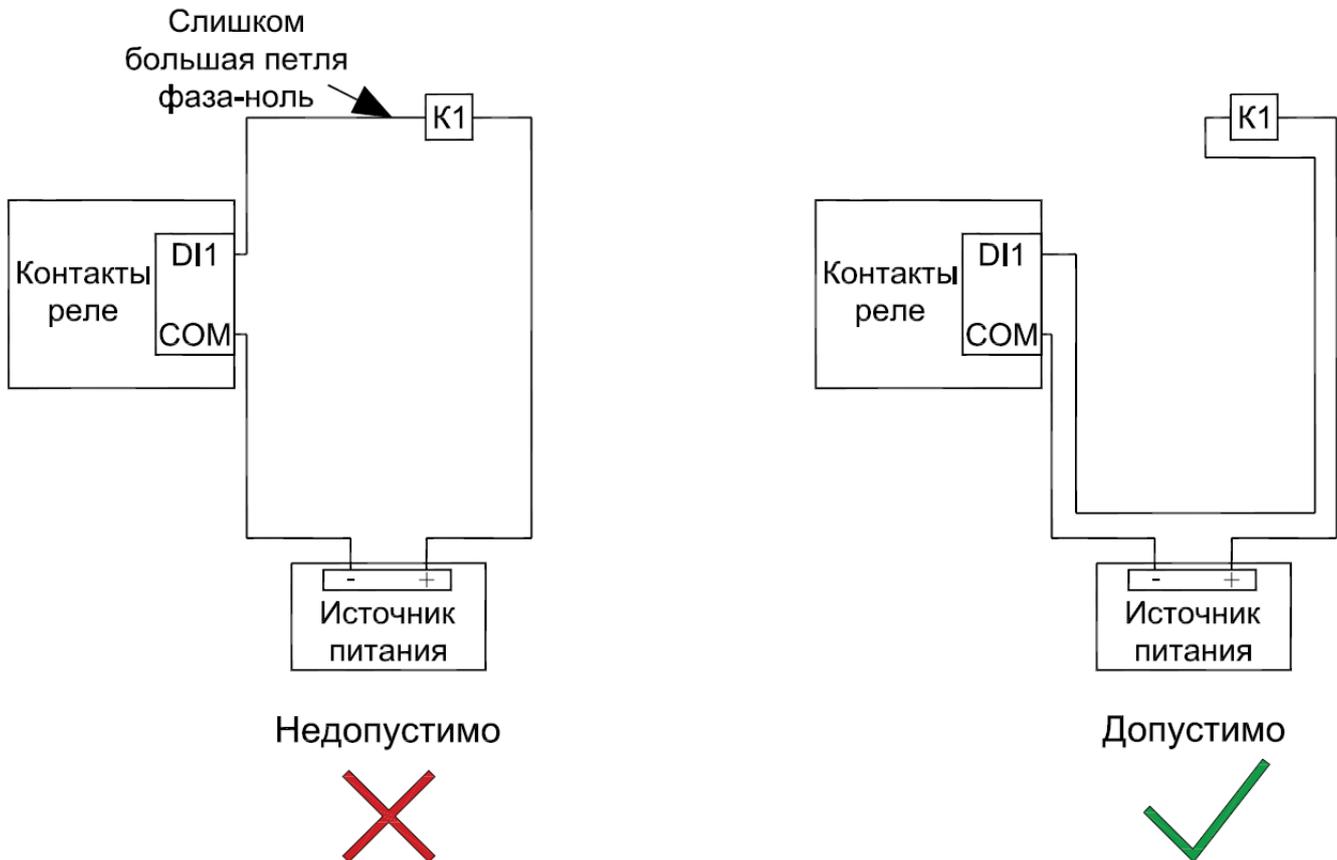


Рисунок 4.2-6 – Прокладка кабелей пели фаза-ноль вторичной цепи

При прокладке нескольких типов кабелей они всегда должны прокладываться в кабельном канале (кабелепроводе), который обеспечивает эквипотенциальность, то есть должен быть выполнен из алюминия или из нержавеющей стали. Кабели разных типов должны быть максимально отделены друг от друга (см. рисунки 4.2-2 и 4.2-7) для улучшения ЭМС. Металлический кабельный канал с металлическими перегородками для разделения кабелей способен значительно улучшить ЭМС. Примеры расположения кабелей в кабельном канале представлены на рисунке 4.2-7.

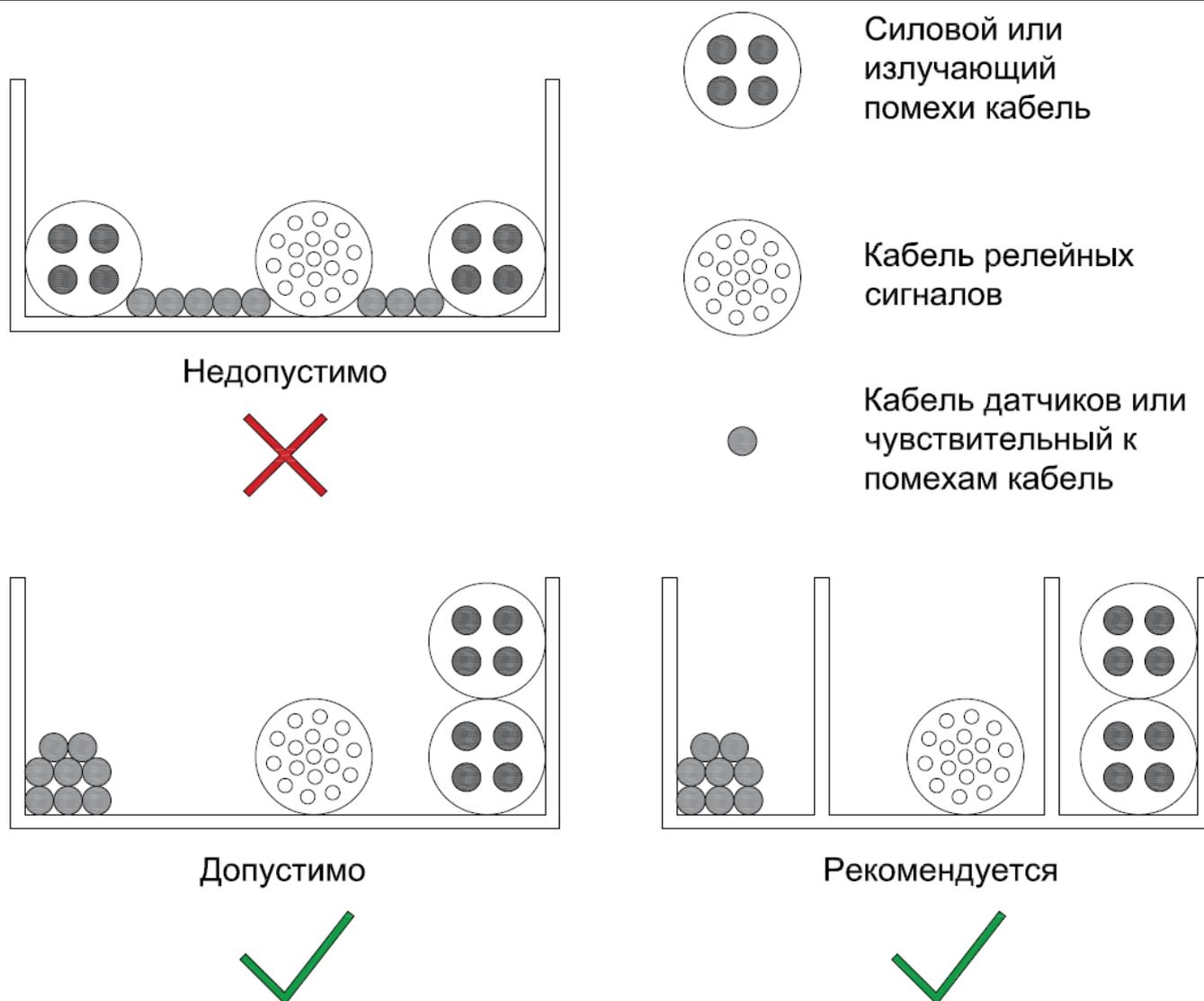


Рисунок 4.2-7 – Прокладка кабелей в кабельном канале

Кабелепроводы (кабельные каналы) должны быть надёжно установлены и иметь хорошее заземление, для эквипотенциальности они должны быть из алюминия или из нержавеющей стали.

Рекомендуется использовать TN-S тип сети для питающего напряжения преобразователя частоты. Не рекомендуется использовать глухозаземлённую нейтраль, т.к. токи утечки преобразователя могут влиять на другое оборудование через нейтраль.

Каждый привод должен быть заземлен индивидуально. Длина линии заземления должна быть минимальной. При выполнении заземления первоначально следует подключить провод заземления.

Рекомендуется предусмотреть гальваническую развязку для цепей управления (развязывающий трансформатор + блок питания) либо использовать дополнительный ЭМС фильтр на входе преобразователя частоты, особенно если используется питающая сеть с глухозаземлённой нейтралью.

### Рекомендации по подключению кабелей

Подключения должны быть надёжными, при необходимости следует использовать защиту токопроводящих контактов от воды брызг.

Момент затяжки для разных мощностей может различаться, информация представлена в разделе 4.3 «Силовые кабели и моменты затяжки крепежей». Следует использовать специальный инструмент, например, соответствующий размеру динамометрический ключ.

При использовании электрической отвертки следует соблюдать осторожность и использовать её на низкой скорости от 300 до 400 об/мин.

При затягивании винтов клемм не допускайте наклона более чем на 5°.

При затягивании винта со шлицем обязательно вставляйте отвертку в паз винта вертикально. Бита не должна выходить из паза.

Если к кабелю может быть приложено внешнее усилие, следует использовать фиксирующие зажимы для повышения прочности.

Не следует использовать пайку для подключений. Припаянный кабель через некоторое время ослабнет, использование пайки приведет к нарушению работы преобразователя из-за плохих контактов.

При монтаже кабелей в шкафу и на двигателе экран должен быть подключён с помощью 360-градусного соединения, которое представлено на рисунке 4.2-8. Неправильная заделка экрана может привести к резкому увеличению передаточного сопротивления, что снижает эффективность экранирования.

При использовании кабелей управления, последовательной шины данных и др. подключение экрана кабеля должно выполняться с обоих концов. Если же в управляющей цепи возник контур заземления, которое имеет высокое сопротивление и пропускает ток заземления, соединяющийся с управляющим сигналом, возникает гул/шум, разорвите экранирующее соединение на одном из концов, чтобы избежать замыкания тока на землю. Другое решение – при наличии возможности, заделать конец экранированного кабеля, подключенный к корпусу шкафа, конденсатором емкостью 100 нФ, что разорвёт контур заземления на низких частотах (50 Гц), сохраняя экранирующее соединение в высокочастотном диапазоне. В некоторых случаях такой конденсатор уже встроен. Третий вариант – при наличии возможности, применить выравнивающее соединение между двумя плоскостями шкафа параллельно экранированному кабелю. Примеры подключений приведены на рисунке 4.2-8.

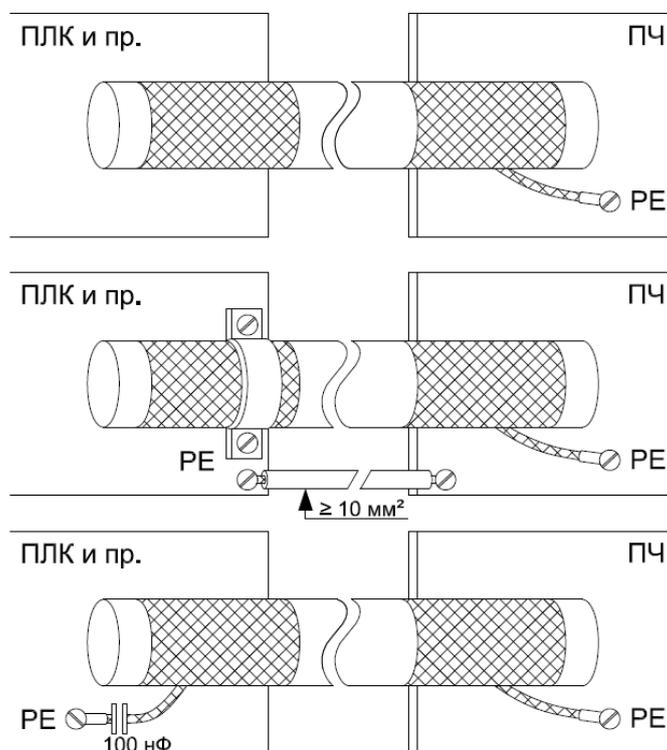


Рисунок 4.2-8 – Варианты подключений экрана:

- 1 – «косичкой» для ПЧ;
- 2 – «косичкой» и 360 с выравнивающим кабелем между двумя плоскостями;
- 3 – «косичкой» с конденсатором.

Важно обеспечить хороший электрический контакт с клеммой заземления, надежно закрепив крепежные винты на корпусах всех элементов привода для обеспечения передачи тока утечки обратно к устройству и на землю.

Запрещается пайка многожильных проводов.

При использовании многожильного провода необходимо не допускать выхода отдельных жил из соединения. Запрещается чрезмерно скручивать многожильные провода.

Не следует допускать нахождения посторонних предметов в секции клемм.

Каждый привод должен быть заземлен индивидуально. Длина линии заземления должна быть минимальной. При выполнении заземления первоначально следует подключить провод заземления.

После выполнения монтажа рекомендуется также обратиться к разделу 4.11 «Проверки после монтажа».

### 4.3 Силовые кабели и моменты затяжки крепежей

При выборе силовых кабелей следует строго учитывать соответствующие нормы, ПУЭ издание 7, рекомендации по монтажу с учётом ЭМС в разделе 4.2.

Таблица 4.3-1. Рекомендуемые количество жил одной фазы и сечение входного кабеля

Модель	Мощность при нормальной перегрузке (110 %) кВт	Ток звена постоянного тока при нормальной перегрузке (110 %) А	Входной ток при работе без перегрузки (100 %) А	Количество жил одной фазы и сечение кабеля шт×мм <sup>2</sup>	Пример наконечника кабеля
VF-400-NFE-T4-0844	456	844	718	3×120	OT/120-12
VF-400-NFE-T4-1152	622	1152	980	4×120	OT/120-12
VF-400-NFE-T6-0670	624	670	570	3×120	OT/120-12
VF-400-NFE-T6-0958	892	958	815	4×120	OT/120-12

Примечания:

- 3×120 мм<sup>2</sup> означает, что для каждой фазы необходимо 3 жилы, площадь сечения силового кабеля 120 мм<sup>2</sup>.

- OT/120-12 означает кабельные обжимные клеммы типа OT для силового кабеля диаметром 120 мм<sup>2</sup>, размер отверстия под винт M12.

- Следует использовать симметричные трехжильные экранированные силовые кабели в качестве входных, и отдельный заземляющий кабель PE. Требования к диаметру сечения кабеля заземления:

- При диаметре фазного кабеля  $S \leq 16 \text{ мм}^2$  диаметр провода PE = S.
- При диаметре фазного кабеля  $16 \text{ мм}^2 < S \leq 35 \text{ мм}^2$ , диаметр провода PE = 16 мм<sup>2</sup>.
- При диаметре фазного кабеля  $S > 35 \text{ мм}^2$  диаметр провода PE = S/2.

- При параллельном использовании нескольких кабелей одного типоразмера необходимо выполнить расчеты по переразмериванию характеристик силового кабеля.

Таблица 4.3-2. Моменты затяжки

Крепёж клемм силовой цепи мм	Момент затяжки Н·м	Сечение кабеля с медными жилами мм <sup>2</sup>
M6	4-6	16
M8	10-12	25
M10	20-25	35

M10	20-25	50
M10	20-25	70
M12	36-45	95
M12	36-45	120

#### 4.4 Кабели управления

Следующие типы кабелей рекомендуется использовать для подключений сигналов управления:

- Кабели для аналоговых входов и выходов: полностью экранированный кабель, площадь сечения 0,5-1,5 мм<sup>2</sup>, тип – витая пара
- Кабели для дискретных входов и выходов: полностью экранированный кабель, площадь сечения 0,5-1,5 мм<sup>2</sup>, тип – витая пара
- Коммуникационный кабель: специальный коммуникационный кабель или полностью экранированный кабель, площадь сечения 0,5-1,5 мм<sup>2</sup>, тип – витая пара

Кабели управления могут быть на базе одиночной витой пары с индивидуальным и общим экраном.

#### 4.5 Клеммы модуля NFE

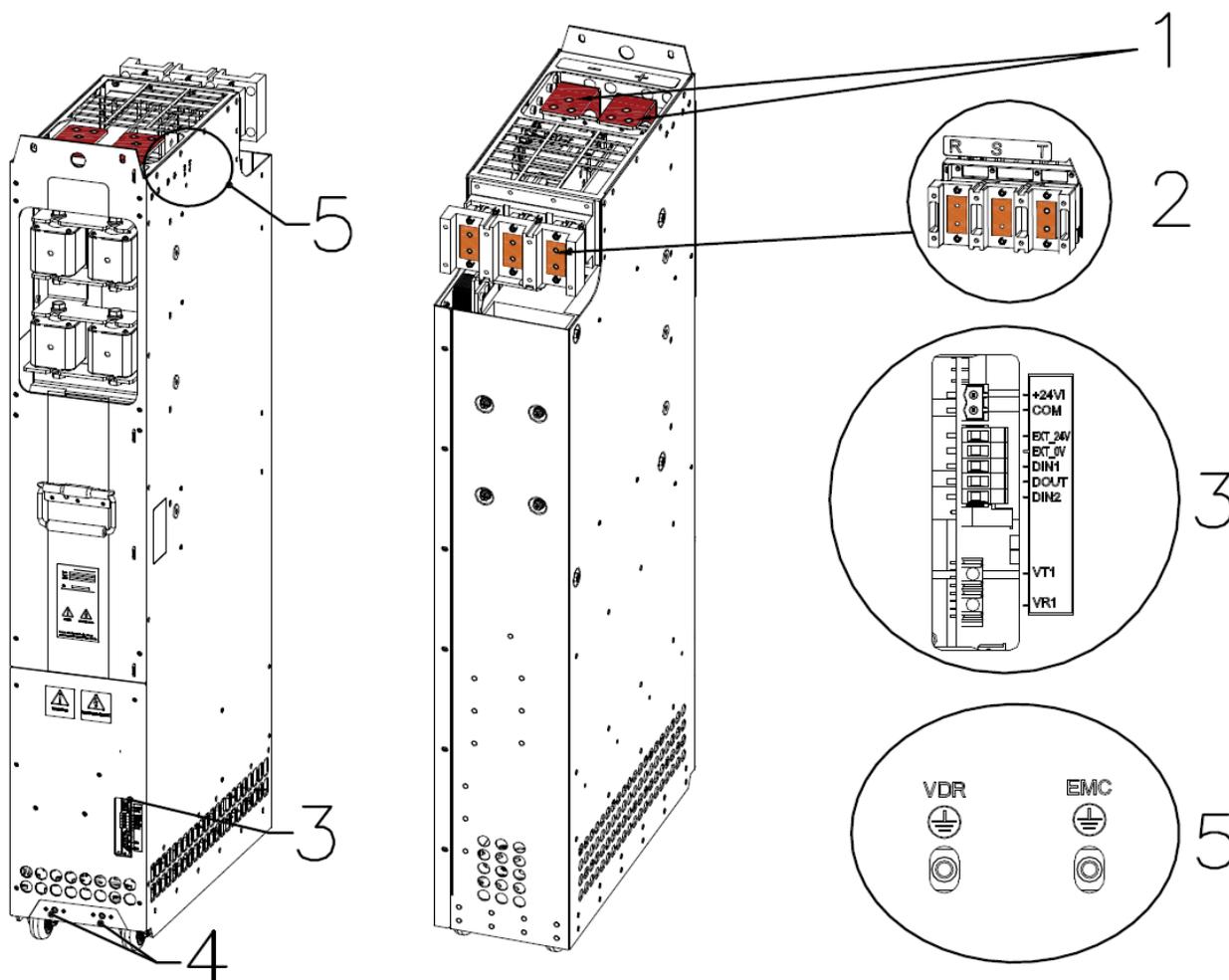


Рисунок 4.5-1 – Клеммы модуля NFE

Таблица 4.5-1. Клеммы модуля NFE

№	Название	Описание
1	Клеммы звена постоянного тока DC+/DC-	T4: 540-650 В постоянного тока T6: 740-975 В постоянного тока

2	Входные клеммы R/S/T	T4: 380-460 В переменного тока T6: 525-690 В переменного тока
3	Клеммы цепей управления	Источник питания 24 В постоянного тока 2 цифровых входа, 1 цифровой выход Клеммы оптоволоконного приемопередатчика
4	Клемма для заземления PE	Обеспечение защитного заземления. Для подключения необходимо использовать винт M8
5	Клемма для заземления EMC	EMC используется для заземления Y конденсатора VDR используется для заземления варистора Не применимо для сетей с изолированной нейтралью (IT) и с сетями с соединением треугольник с заземлённой фазой

#### 4.6 Клеммы цепей управления модуля NFE

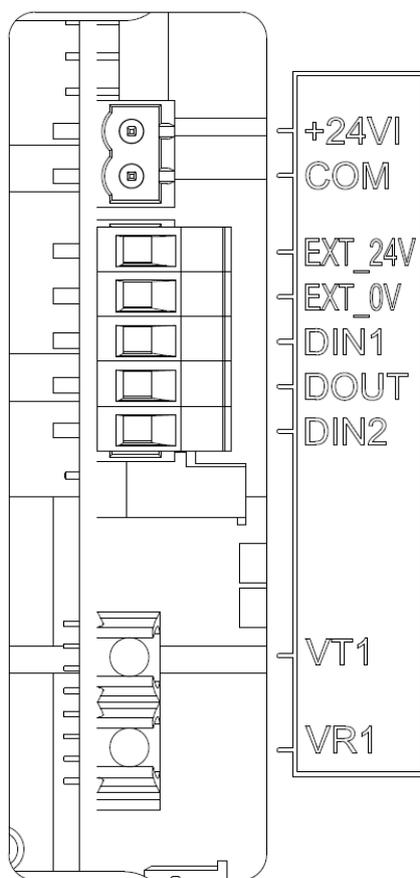


Рисунок 4.6-1 – Клеммы цепей управления модуля NFE

Таблица 4.6-1. Клеммы цепей управления модуля NFE

Название	№	Обозначение	Описание
Клеммы источника питания 24 В постоянного тока	1	+24VI	Клеммы для подключения внешнего источника питания 24 В постоянного тока $\pm 10\%$ , 1 А
	2	COM	
Клеммы цифровых входов и выхода	1	EXT_24V	Питание +24 В постоянного тока $\pm 10\%$ , 0,2 А. Используется в качестве источника питания для цифровых входов/выхода
	2	EXT_0V	Общая клемма цифровых входов/выхода, внутри замкнута на COM
	3	DIN1	Цифровой вход 1, 24 В Логический ноль при 0-5 В

			Логическая единица при >15 В Входной импеданс: 2 кОм
	4	DOUT1	Цифровой выход с открытым коллектором Максимальный ток: 20 мА
	5	DIN2	Цифровой вход 2, 24 В Логический ноль при 0-5 В Логическая единица при >15 В Входной импеданс: 2 кОм
Клеммы оптоволоконного приемопередатчика	1	VT1	Подключение оптоволоконного передатчика к модулю управления выпрямителем
	2	VR1	Подключение оптоволоконного приемника к модулю управления выпрямителем

#### 4.7 Подключение системы VF-400

Подключение системы VF-400 выполняется в соответствии со схемой, представленной на рисунке ниже.

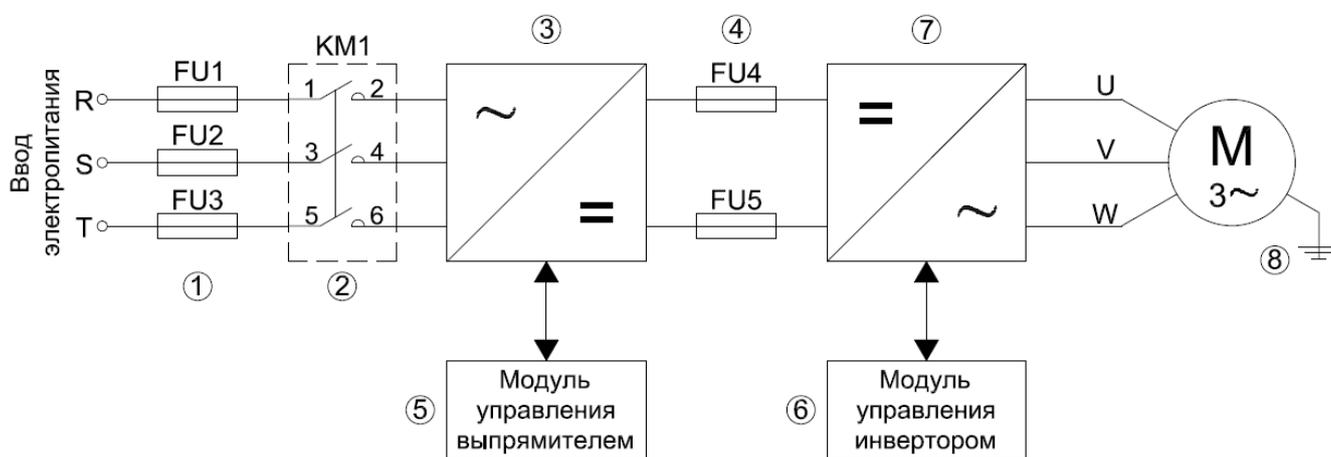


Рисунок 4.7-1 – Схема подключения системы VF-400

Таблица 4.7-1. Компоненты, представленные на рисунке 4.7-1

№	Компонент
1	Входной предохранитель (опция)
2	Контактор
3	Выпрямитель
4	Предохранители звена постоянного тока (опция)
5	Модуль управления выпрямителем
6	Модуль управления инвертором
7	Инвертор
8	Электродвигатель

#### Подключение входных силовых кабелей шкафа выпрямителя

Необходимо соблюдать правила техники безопасности, требования нормативных документов (Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок и другие) и приведённые в данном руководстве инструкции при выполнении подключений и проведении любых работ по монтажу, вводу в эксплуатацию, эксплуатации и техническому обслуживанию для предотвращения травматизма персонала, несчастных случаев и ущерба имуществу.

Перед выполнением подключений необходимо правильно установить и закрепить оборудование шкафа, см. раздел 3.5.

#### **4.8 Подключение вводного шкафа**

Порядок выполнения подключения вводного шкафа:

1. Откройте переднюю дверь шкафа и снимите защитную крышку с входных силовых клемм.
2. Введите силовой кабель в кабельный ввод шкафа.
3. Надёжно подключите заземляющий кабель PE к шине PE.
4. Протяните силовые кабели фаз до медных входных шин R/S/T.
5. Подключите кабели к медным входным шинам R/S/T и надёжно закрепите их в требуемом положении.

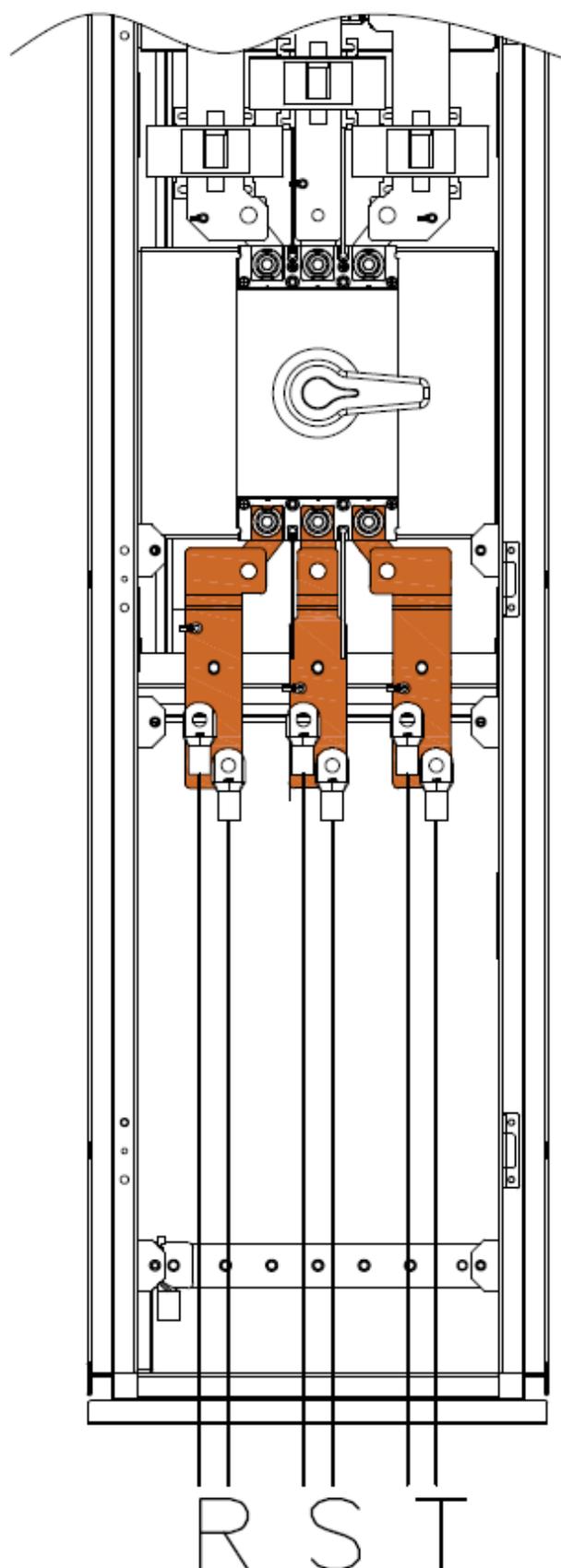


Рисунок 4.8-1 – Подключение входных кабелей вводного шкафа системы с шестипульсным выпрямителем

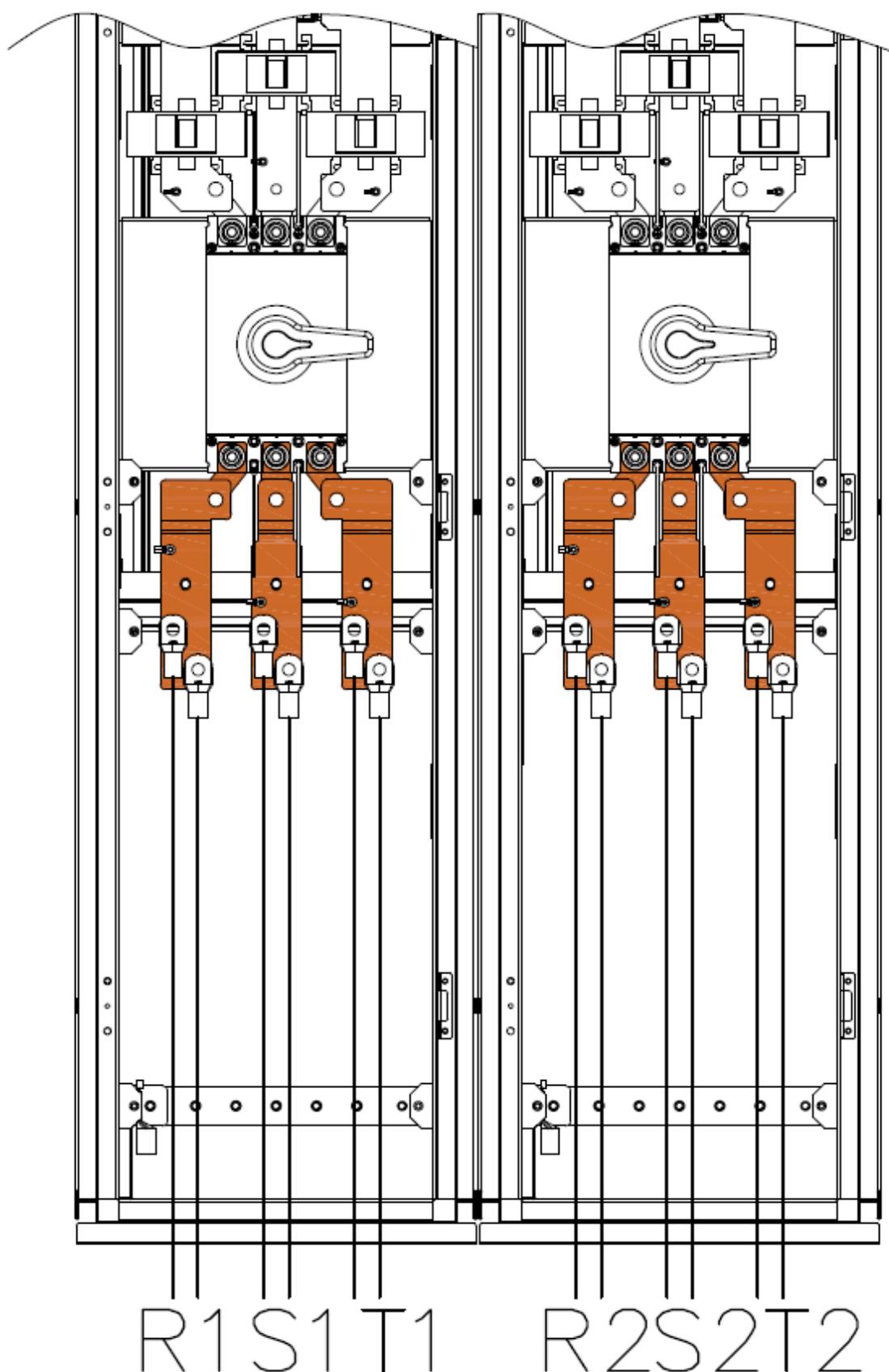


Рисунок 4.8-2 – Подключение входных кабелей вводного шкафа системы с двенадцатипульсным выпрямителем

**Примечание.** При использовании экранированных силовых кабелей экран должен быть надёжно закреплен на экранирующей пластине в соответствии с требованиями ЭМС.

## 4.9 Подключение модуля управления

Подключение модуля управления выполняется в соответствии со схемой, представленной на рисунке ниже.

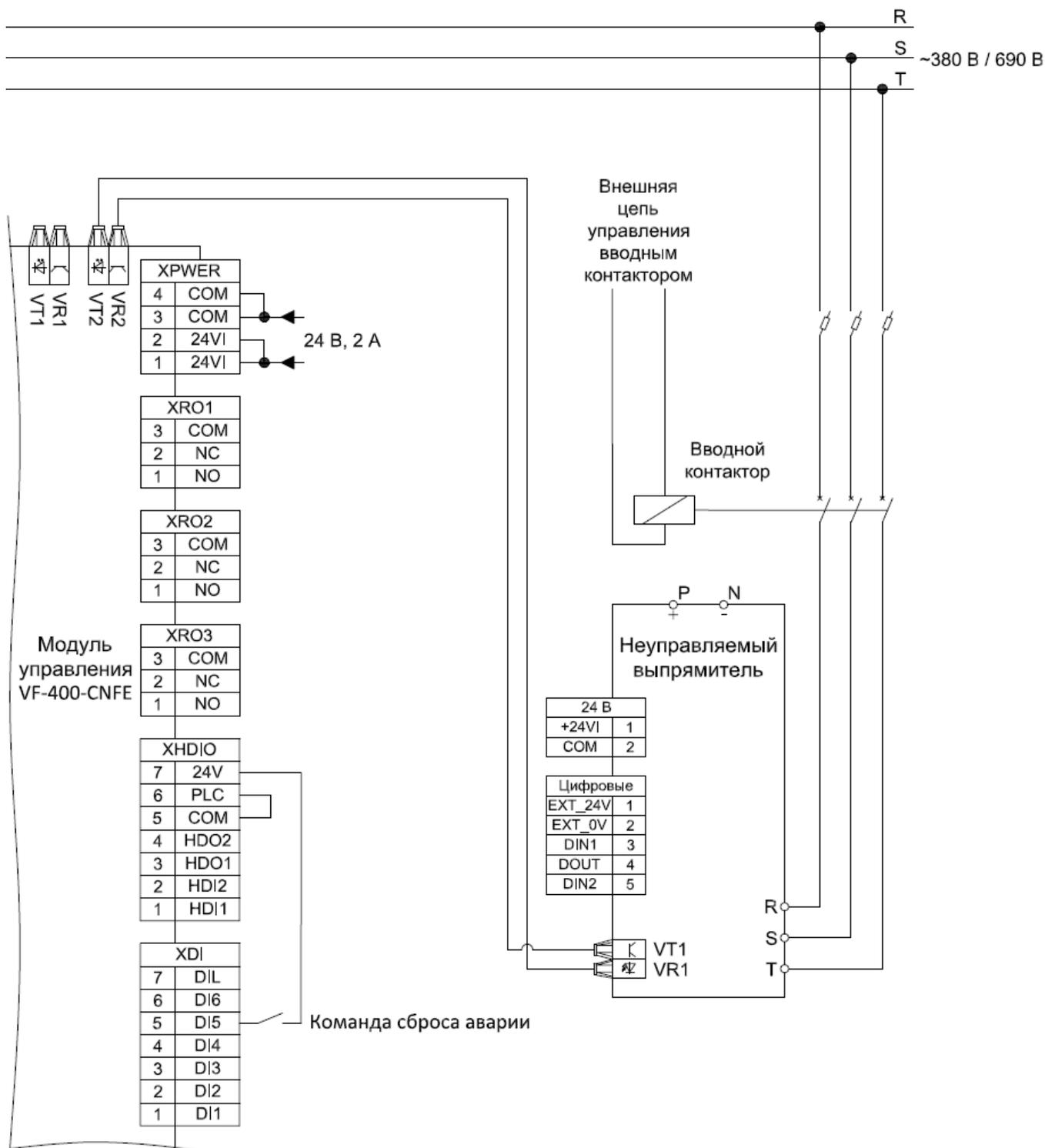


Рисунок 4.9-1 – Схема подключения модуля управления VF-400-CNFE при F28.39 = 0 (без реле)

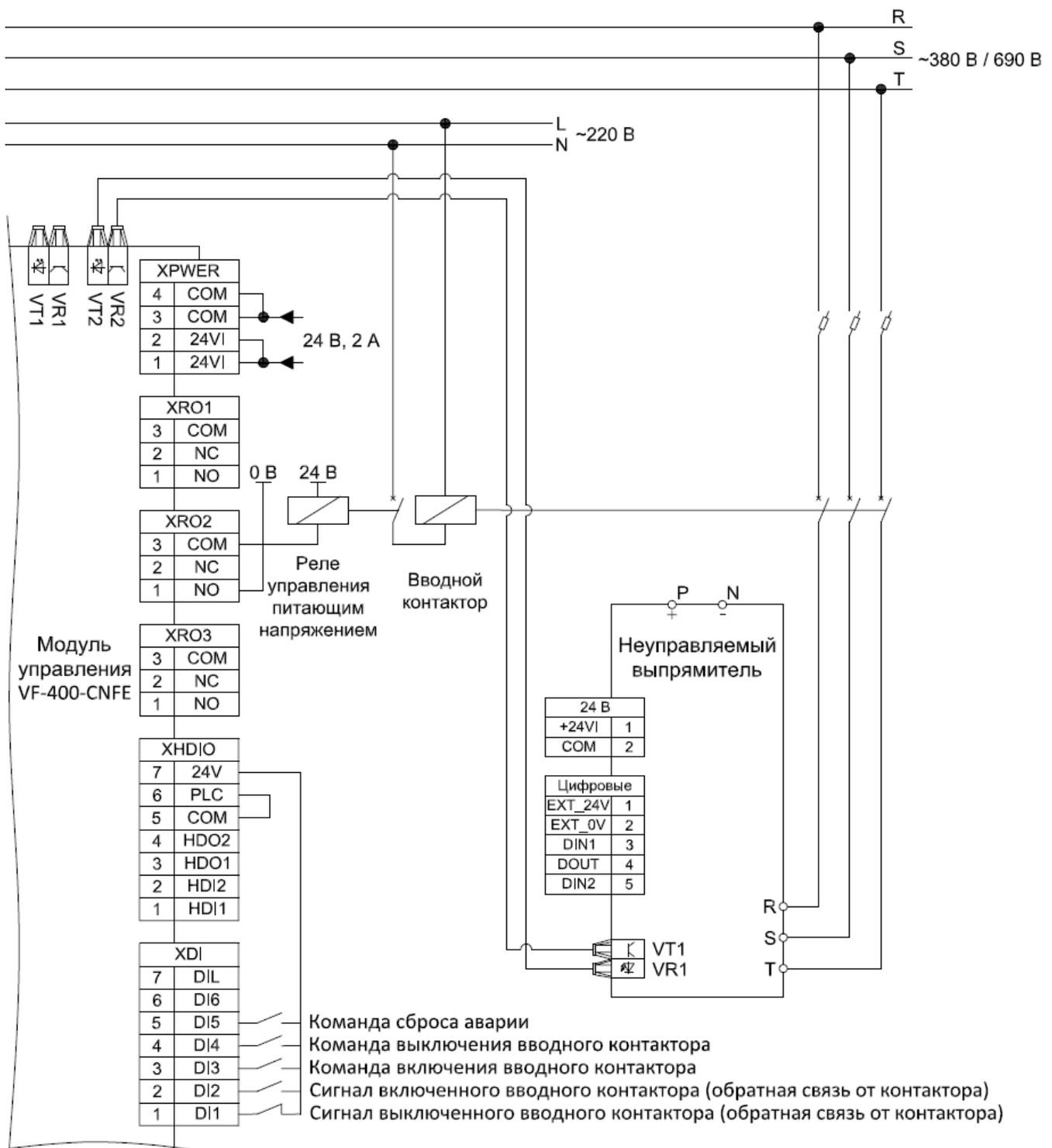


Рисунок 4.9-2 – Схема подключения модуля управления VF-400-CNFE при F28.39 = 1 (с применением реле)

Описание разъемов модуля управления представлено в разделе 5.1 «Клеммы, порты и слоты модуля управления».

Таблица 4.9-1. Клеммы модуля NFE на рисунках 4.9-1 и 4.9-2

Обозначение	Описание
P(+), N(-)	Клеммы звена постоянного тока DC+/DC-
R, S, T	Входные клеммы R/S/T
+24VI, COM	Клеммы внешнего источника питания 24 В постоянного тока

Цифровые входы и выходы	Два цифровых входа, один цифровой выход
VT1, VR1	Клеммы оптоволоконного приемопередатчика

#### 4.10 Подключение панели управления

Панель управления подключается к модулю управления через разъем RJ45, необходим патч-корд кабель, соответствующий стандартам EIA/TIA/568A или 568B. При необходимости можно включить резистор-терминатор для устойчивой связи с панелью управления, для этого на плате управления необходимо установить переключатель в соответствующее положение. В качестве кабеля рекомендуется использовать витой экранированный провод длиной не более 100 м.

Таблица 4.10-1. Рекомендуемые параметры кабеля панели управления

Длина м	Скорость передачи данных кбит/с	Макс. количество подключений (узлов)	Сечение кабеля мм <sup>2</sup>	Примечание
100	1000	32	≥ 0,5	При наличии повторителей максимальное число узлов составляет 128, без повторителей допускается не более 32 узлов. При смещении полярности максимальное число узлов уменьшается на 4
50	2000	32	≥ 0,5	
25	4000	32	≥ 0,5	

Порядок подключения панели управления к персональному компьютеру:

1. Откройте крышку разъёма USB панели управления

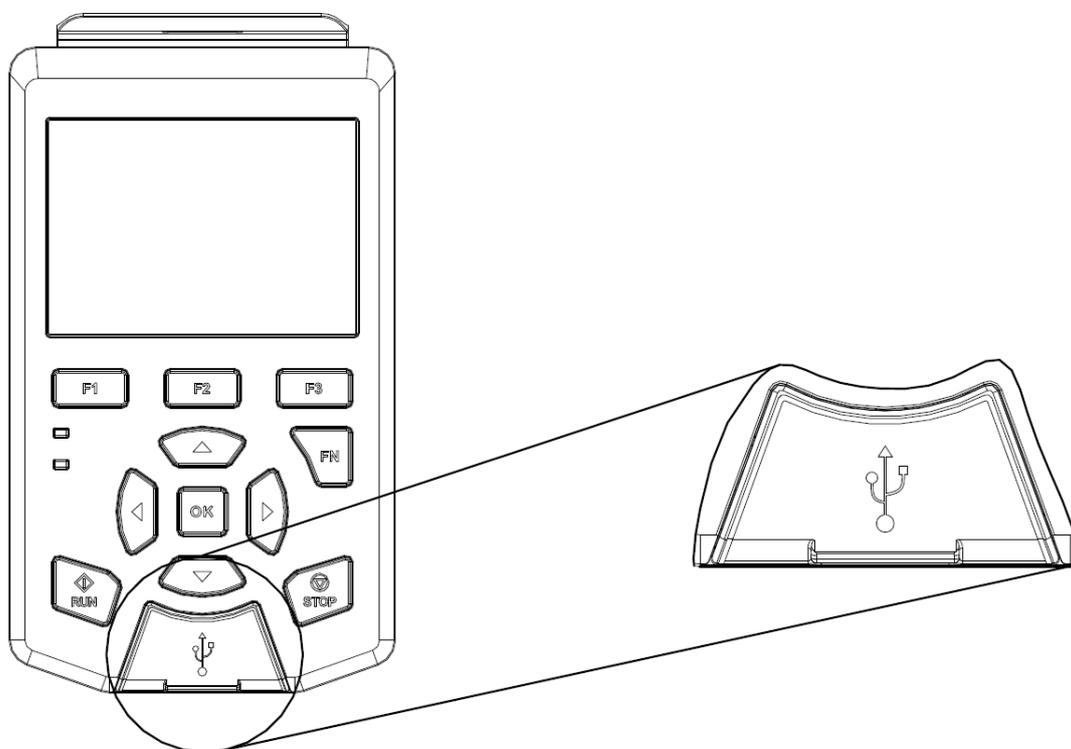


Рисунок 4.10-1 – Крышка разъёма USB панели управления

2. Подключите экранированный кабель USB к панели управления. Рекомендуется использовать кабель с ферритовым магнитным кольцом, как показано ниже.

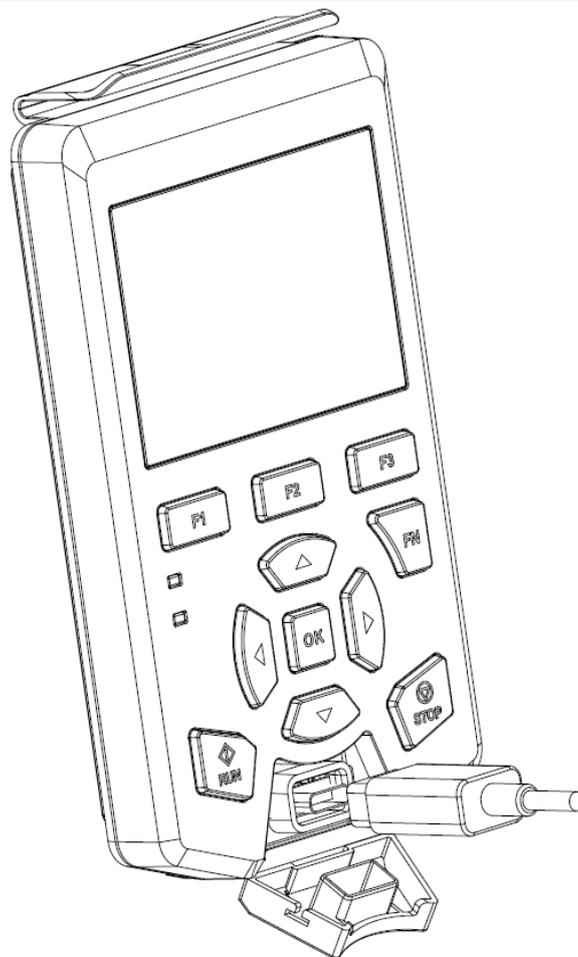


Рисунок 4.10-2 – Подключение к разъёму USB панели управления

3. Подключите кабель к персональному компьютеру.

#### 4.11 Проверки после монтажа

Порядок проведения проверки:

1. Убедитесь, что подключение входных и выходных кабелей системы VF-400 выполнено правильно. Проверьте, правильно ли учтена полярность клемм, и верно ли выполнены подключения положительных P(+) и отрицательных N(-) клемм звена постоянного тока. Убедитесь в отсутствии взаимных коротких замыканий клемм и кабелей или коротких замыканий на землю.
2. Убедитесь в правильности подключения положительной (+24V) и отрицательной (COM) клемм источника питания 24 В постоянного тока.
3. Убедитесь в том, что подключены все необходимые кабели.
4. Убедитесь, что момент затяжки всех подключений соответствует требованиям.
5. Убедитесь, что заземление выполнено правильно и надёжно.
6. При использовании экранированных кабелей, для соответствия требованиям ЭМС экран кабеля должен быть подключен к земле и должен быть подключен к земле с одного конца, чтобы избежать помех сигнала.
7. Убедитесь в том, что изоляционное расстояние и длина пути тока утечки отвечают установленным требованиям.
8. Убедитесь, что вокруг оборудования нет винтов, наконечников кабеля и другого мусора во избежание попадания их в оборудование.
9. Убедитесь, что нагрузка на силовой кабель не превышает допустимый уровень.

## 5 Модуль управления VF-400-Cxxx

### 5.1 Клеммы, порты и слоты модуля управления

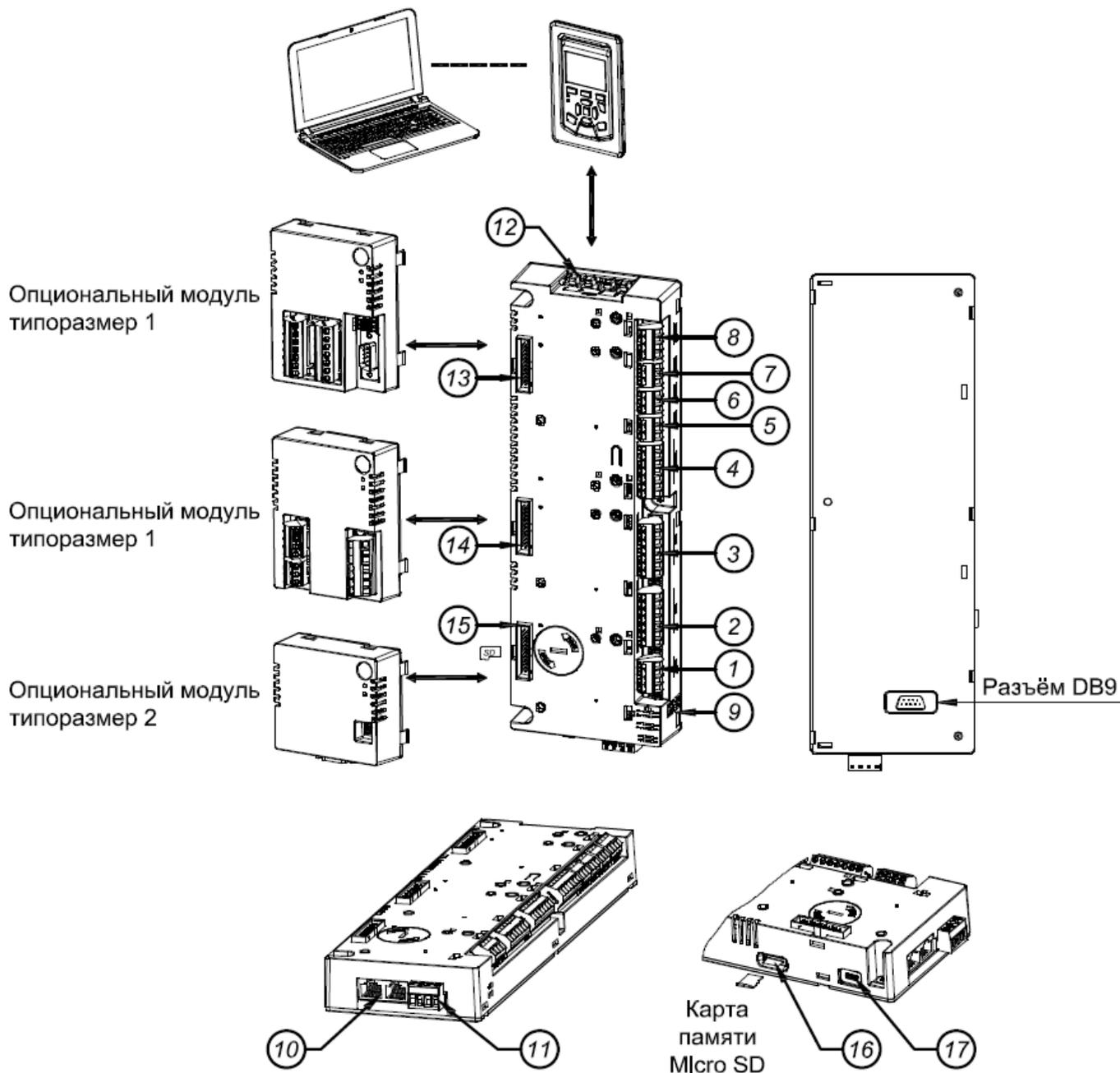
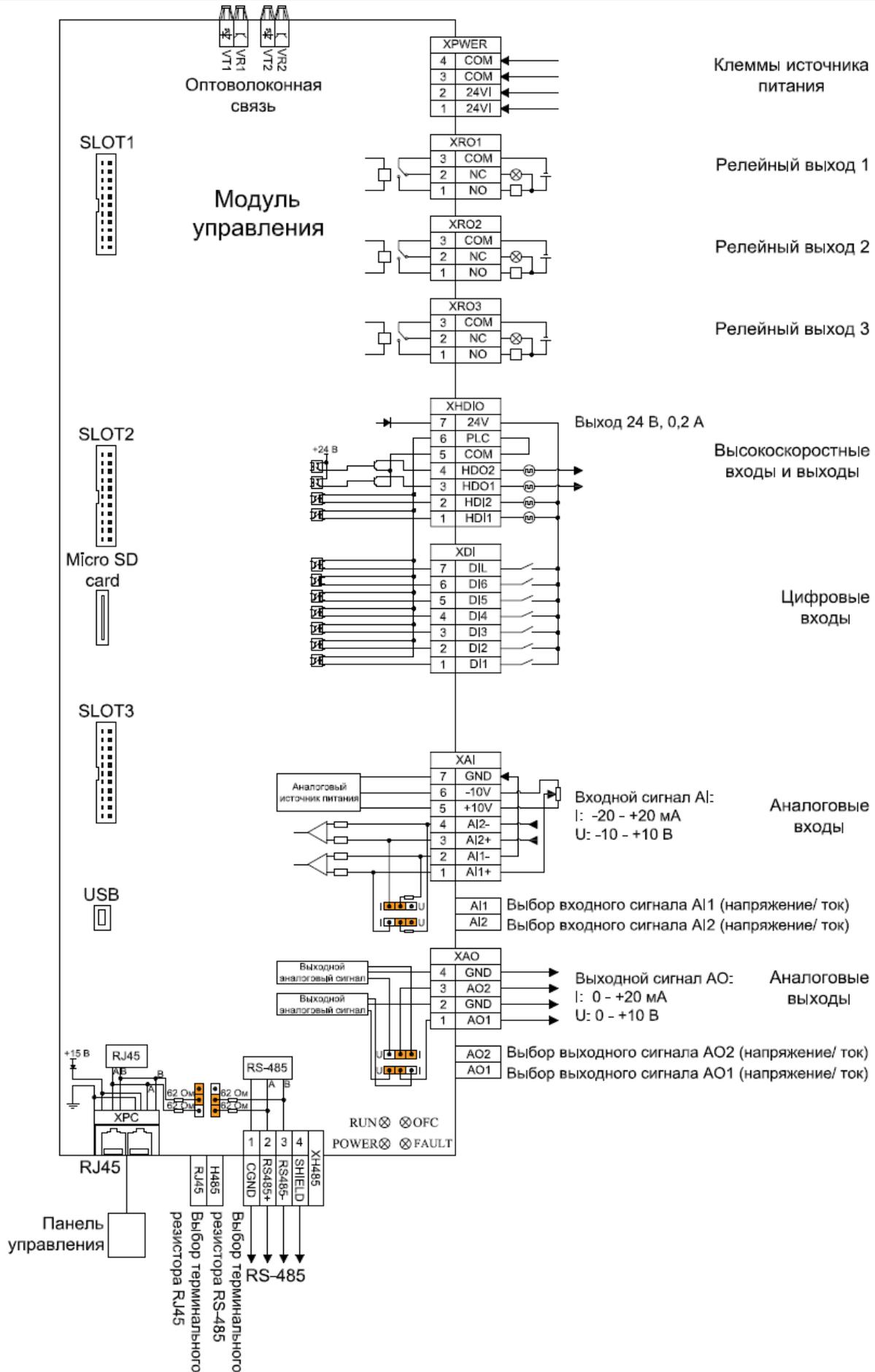


Рисунок 5.1-1 – Модуль управления и возможные опции

Таблица 5.1-1. Порты и слоты модуля управления, представленные на рисунке 5.1-1

№	Обозначение	Описание
1	XAO	2 аналоговых выхода Переключение типа выходного сигнала выполняется при помощи перемычки: для выходного сигнала напряжения необходимо замкнуть АО-U (1 и 2) для выходного сигнала тока – АО-I (2 и 3)
2	XAI	2 аналоговых входа Переключение типа входного сигнала выполняется при помощи перемычки: для обработки входного сигнала напряжения необходимо замкнуть AI-U (1 и 2) для обработки входного сигнала тока – AI-I (2 и 3)

3	XDI	7 цифровых входов
4	XHDIO	2 высокоскоростных входа и 2 высокоскоростных выхода
5	XRO1	Релейный выход Тип: нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты
6	XRO2	Релейный выход Тип: нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты
7	XRO3	Релейный выход Тип: нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты
8	XPWER	Подключение внешнего источника питания 24 В DC $\pm 10\%$ , 2 А
9	Индикатор состояния	Информирует о статусе модуля управления: нормальная работа или наличие аварии
10	XPC	Два разъема с одинаковой конфигурацией Порт для подключения панели управления Возможна реализация каскада из нескольких модулей управления Длина подключаемого кабеля должна быть менее 3 м
11	XH485	Клеммы интерфейса RS-485 для обмена данными между несколькими силовыми модулями
12	VR/VT	Порты оптоволоконного приемопередатчика
13	SLOT1	Слот 1 для установки модуля расширения
14	SLOT2	Слот 2 для установки модуля расширения
15	SLOT3	Слот 3 для установки модуля расширения
16	Mirco SD	Слот для установки карты памяти Micro SD, поддержка 4-битного режима шины данных Multimedia Card System Specification v4.2
17	USB	USB интерфейс для обновления прошивки



Клеммы источника питания

Релейный выход 1

Релейный выход 2

Релейный выход 3

Выход 24 В, 0,2 А

Высокоскоростные входы и выходы

Цифровые входы

Входной сигнал AI:  
 I: -20 - +20 мА  
 U: -10 - +10 В

Аналоговые входы

Выбор входного сигнала AI1 (напряжение/ ток)  
 AI2 Выбор входного сигнала AI2 (напряжение/ ток)

Выходной сигнал AO:  
 I: 0 - +20 мА  
 U: 0 - +10 В

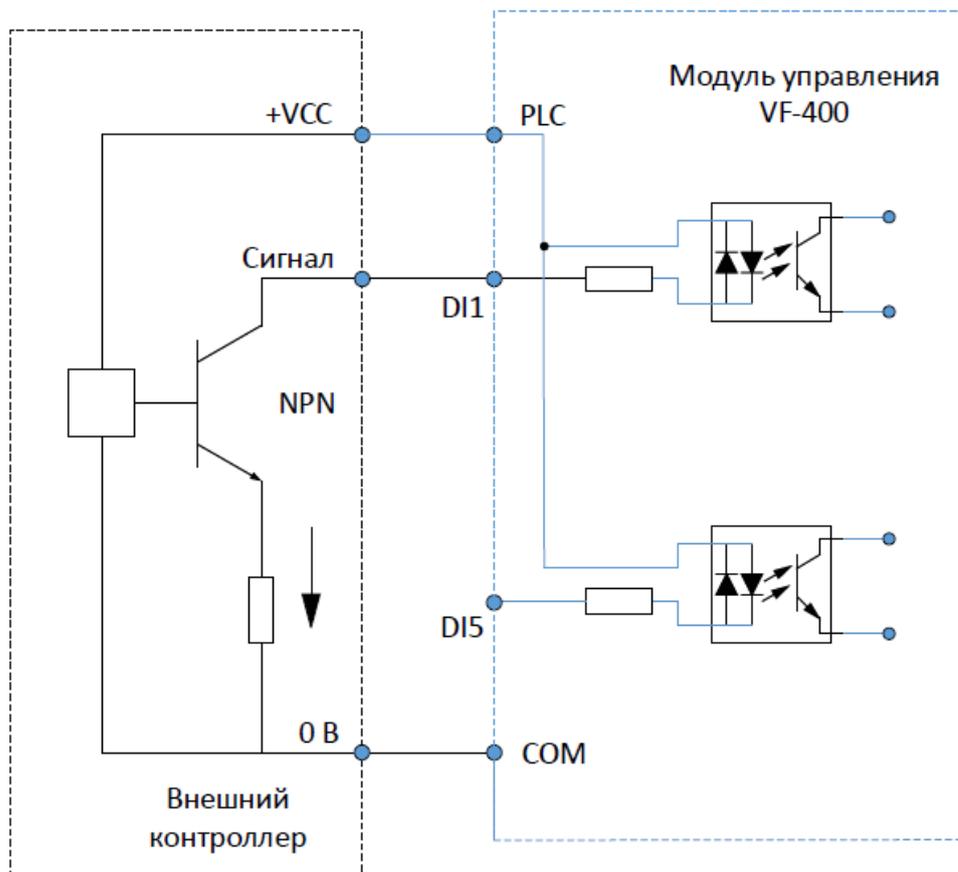
Аналоговые выходы

Выбор выходного сигнала AO2 (напряжение/ ток)  
 AO1 Выбор выходного сигнала AO1 (напряжение/ ток)

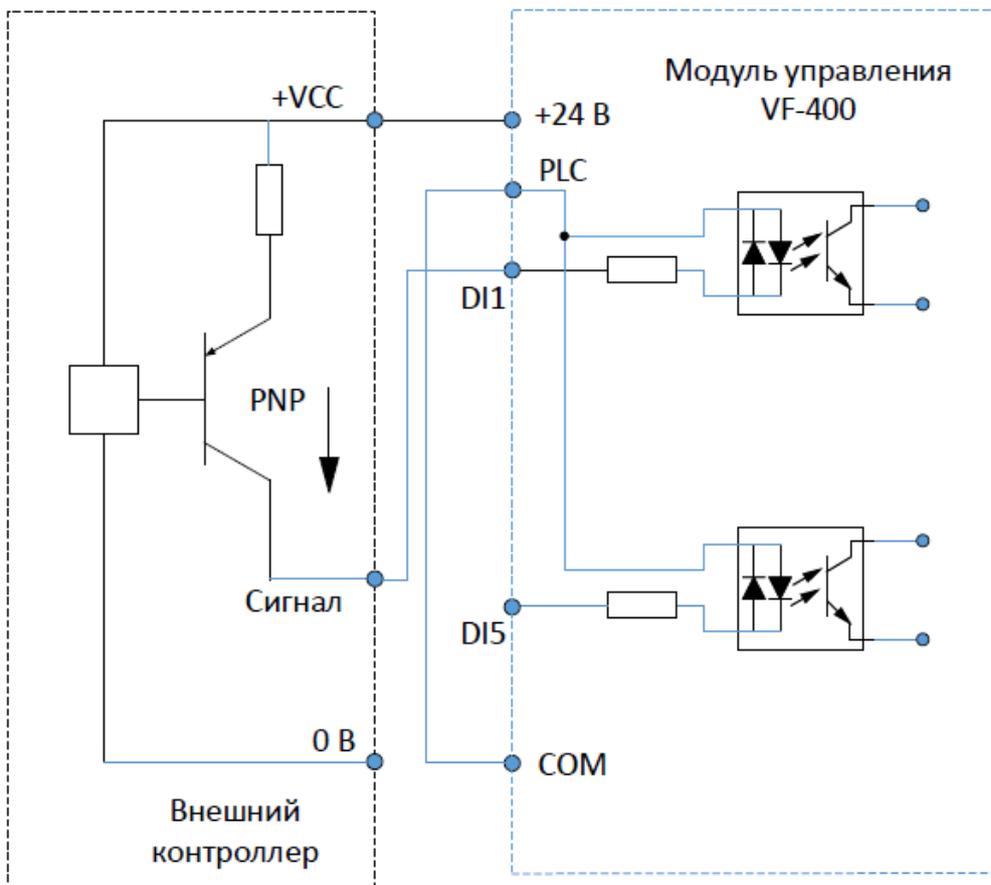
Рисунок 5.1-2 – Клеммы, порты и слоты модуля управления

Таблица 5.1-2. Описание клемм, портов и слотов модуля управления на рисунке 5.1-2

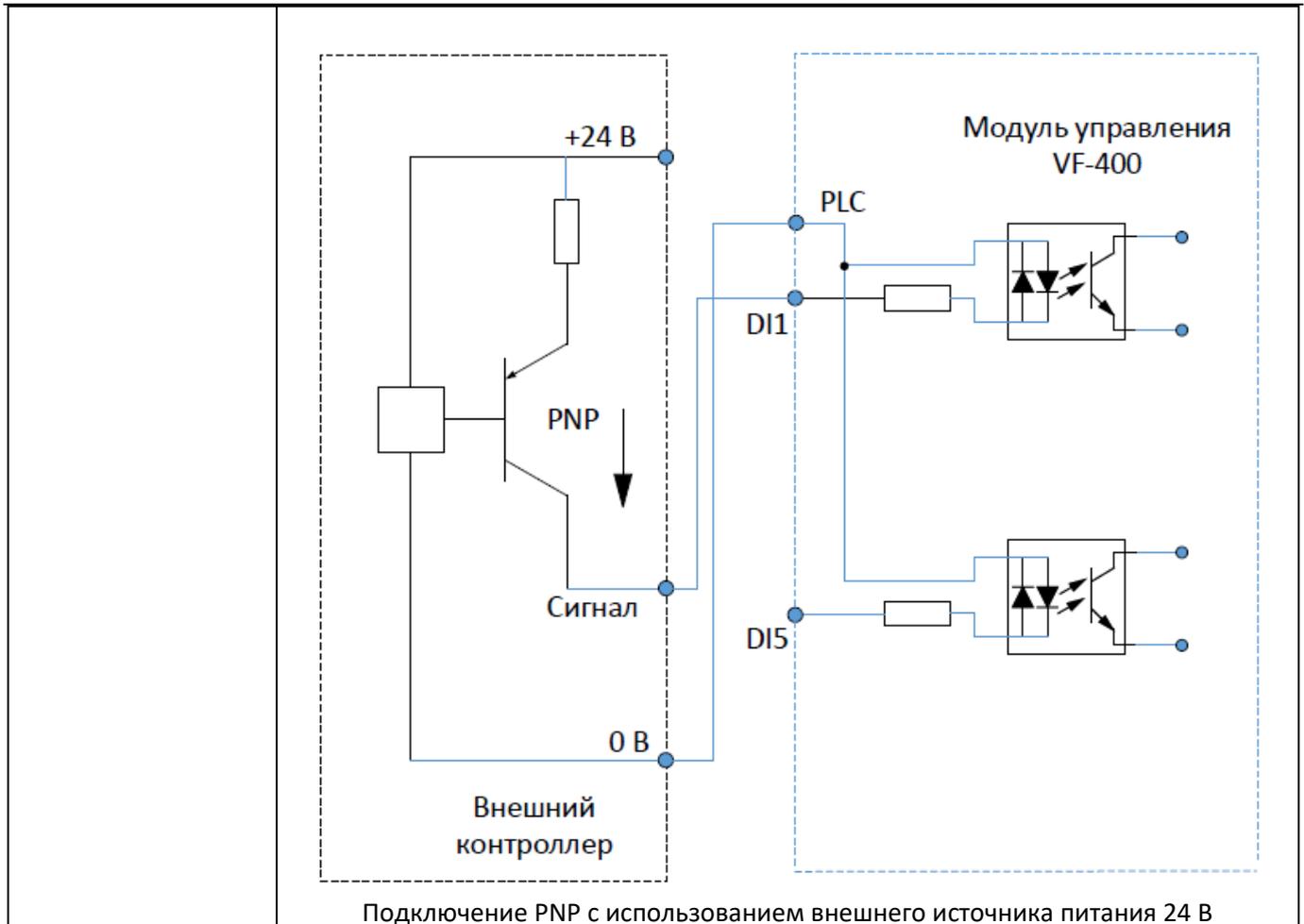
Название	№	Обозначение	Описание
Клеммы источника питания	XPWER		Подключение внешнего источника питания 24 В DC
	1	24VI	Клеммы для подключения внешнего источника питания 24 В DC $\pm 10\%$ , 2 А
	2	24VI	
	3	COM	
	4	COM	
Цифровые входы	XDI		Цифровые входы
	1	DI1	Цифровые входы 1-6 Логический ноль при напряжении 0-5 В Логическая единица при напряжении >15 В Диапазон входного напряжения: 0-24 В Максимальный ток: 15 мА Входной импеданс: 2 кОм Аппаратная фильтрация: 0,04 мс Тип подключения: NPN или PNP
	2	DI2	
	3	DI3	
	4	DI4	
	5	DI5	
	6	DI6	
7	DIL	Функции и характеристики аналогичны цифровым входам, может использоваться для подключения реле безопасности, функцией которого является блокировка работы системы при аварии	
Способы подключения цифровых входов:			
Цифровые входы	<p>Подключение NPN с использованием внутреннего источника питания 24 В</p>		



Подключение NPN с использованием внешнего источника питания 24 В

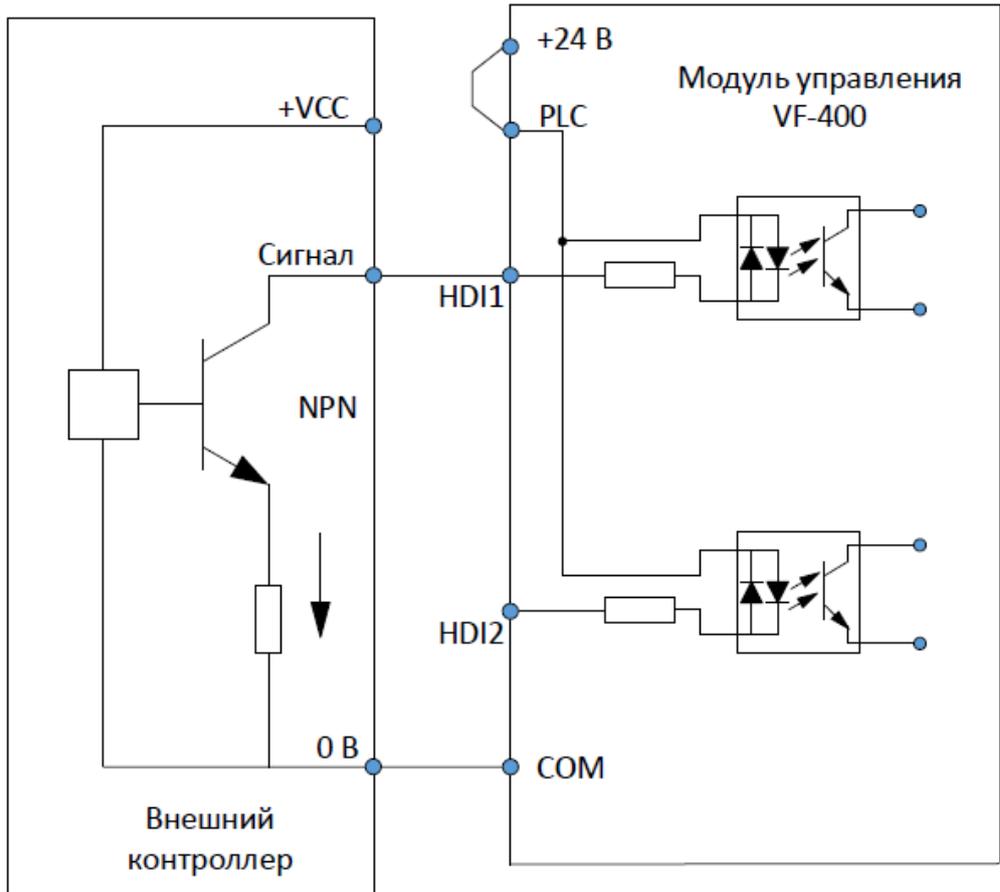


Подключение PNP с использованием внутреннего источника питания 24 В

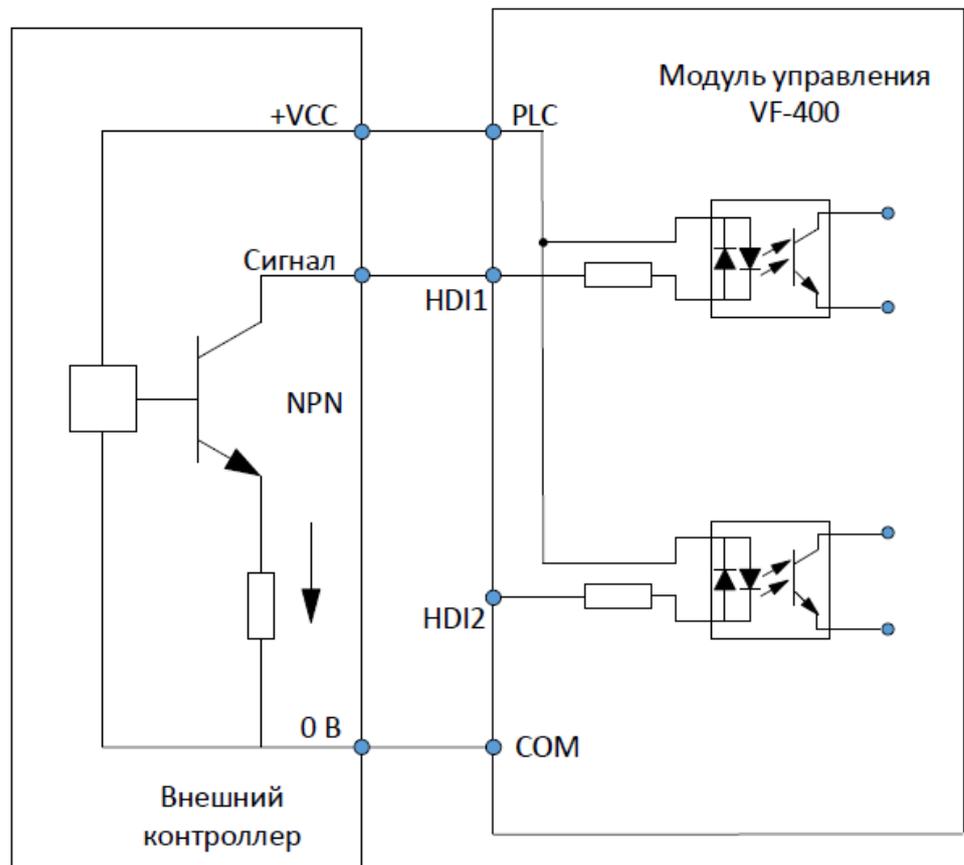


Высокоскоростные входы и выходы	ХНДИО		Высокоскоростные входы и выходы
	1	HDI1	Высокоскоростные входы 1 и 2, 24 В Логический ноль при напряжении 0-5 В Логическая единица при напряжении >15 В Диапазон входного напряжения: 0-30 В DC Диапазон частот: 0-100 кГц Максимальный ток: 15 мА Входной импеданс: 2 кОм Тип подключения: NPN или PNP
	2	HDI2	Высокоскоростные входы 1 и 2 Диапазон входного напряжения: 0-26,4 В DC Диапазон частот: 0-100 кГц Максимальный ток: 20 мА Тип: открытый коллектор
	3	HDO1	Ноль источника 24 В
	4	HDO2	Общая точка цифровых входов/ выходов
	5	COM	24 В DC $\pm 10\%$ , 0,2 А для Высокоскоростных входов и выходов
	6	PLC	
	7	24V	

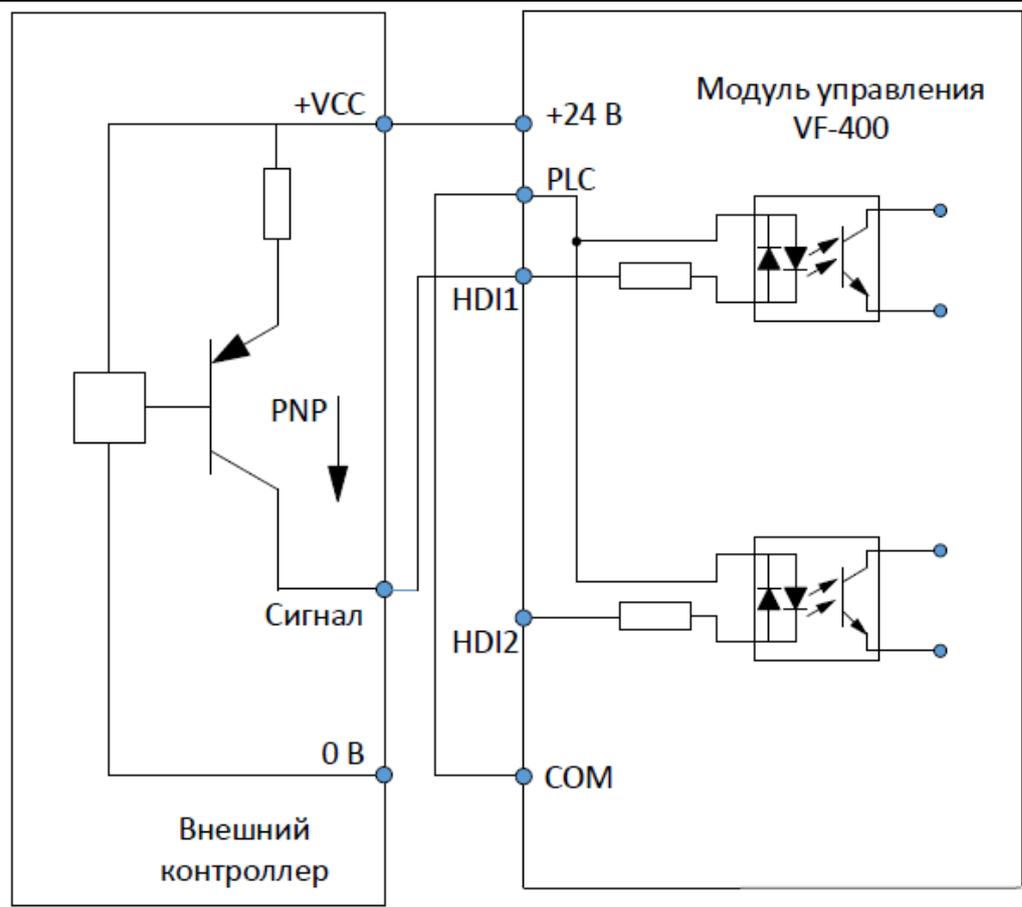
Способы подключения высокоскоростных входов:



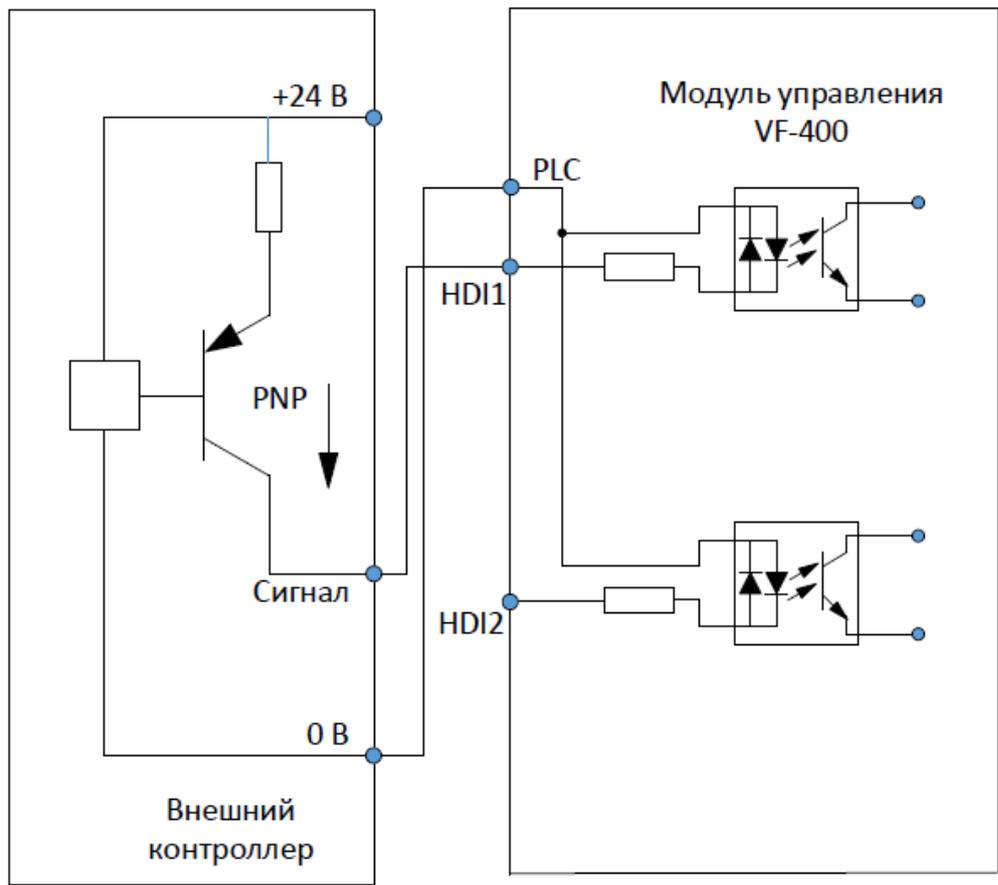
Подключение NPN с использованием внутреннего источника питания 24 В



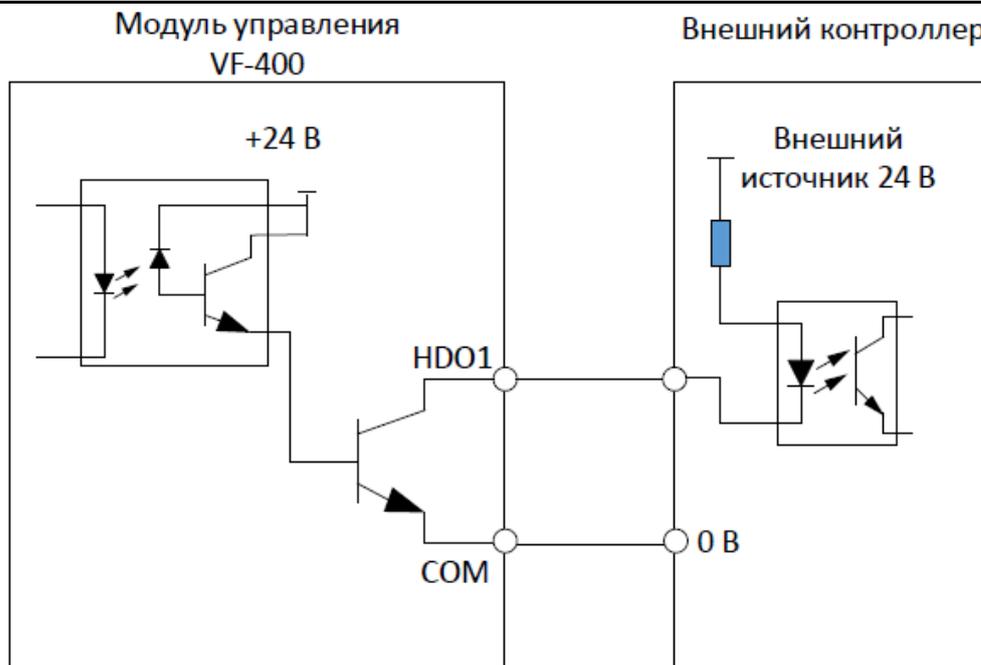
Подключение NPN с использованием внешнего источника питания 24 В



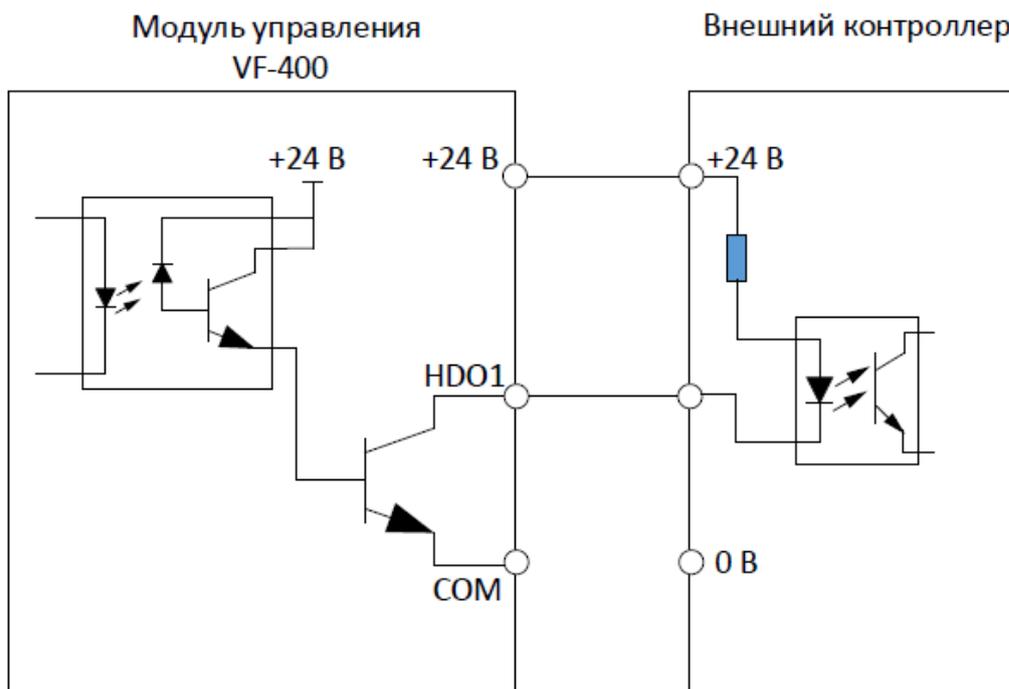
Подключение PNP с использованием внутреннего источника питания 24 В



Подключение PNP с использованием внешнего источника питания 24 В  
Способы подключения высокоскоростных выходов:



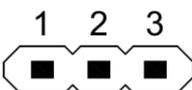
Подключение с использованием внешнего источника питания 24 В



Подключение с использованием внутреннего источника питания 24 В

Аналоговые входы	XAI		Аналоговые входы Переключение типа входного сигнала выполняется при помощи переключки AI-U (1 и 2) и AI-I (2 и 3)
	1	AI1+	Аналоговые входы 1 и 2 По току: -20-20 мА, входной импеданс: 500 Ом По напряжению: -10-10 В, входной импеданс: 200 кОм Дифференциальный: -30-30 В Интервал дискретизации каждого канала: 0,25 мс Аппаратная фильтрация: 0,25 мс Разрешающая способность: 11 бит + знаковый бит Погрешность: 1 % от полного диапазона шкалы
	2	AI1-	
	3	AI2+	
	4	AI2-	
5	+10V		

	6	-10V	+10 В ±10 %
	7	GND	-10 В ±10 % Импеданс: 1-10 кОм
Аналоговые выходы	XAO		Аналоговые выходы Переключение типа входного сигнала выполняется при помощи переключки АО-U (1 и 2) и АО-I (2 и 3)
	1	AO1	По току: 0-20 мА, импеданс: ≤ 500 Ом
	2	GND	По напряжению: 0-10 В, импеданс: ≥ 10 кОм
	3	AO2	Разрешающая способность: 11 бит + знаковый бит
	4	GND	Погрешность: 2 % от полного диапазона шкалы
Релейные выходы	XRO1		Релейный выход 1
	1	NO	250 В AC / 30 В DC, 2 А
	2	NC	Тип: нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты
	3	COM	
	XRO2		Релейный выход 2
	1	NO	250 В AC / 30 В DC, 2 А
	2	NC	Тип: нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты
	3	COM	
	XRO3		Релейный выход 3
	1	NO	250 В AC / 30 В DC, 2 А
	2	NC	Тип: нормально разомкнутые и нормально замкнутые контакты
	3	COM	
Интерфейс RS-485	XH485		RS-485 обмен данными между несколькими силовыми модулями. Переключение на интерфейс RS-485 для обеспечения связи выполняется при помощи переключки
	1	CGND	Порты RS-485, стандартный уровень 5 В Согласующее сопротивление: 124 Ом Максимальная скорость передачи данных: 5 Мбит/с Максимальное количество узлов: 32 (без повторителей) Максимальное расстояние передачи: 10 м
	2	RS485+	
	3	RS485-	
	4	SHIELD	
RJ45	XPC		RS-485, стандартный Ethernet с двумя портами RJ45
	4/12	GND	Заземление
	1/2/3/9 / 10/11	NC	Нет подключения
	5/13	+15V	Питание интерфейса связи RS-485
	8/16	A+	Порты RS-485, стандартный уровень Согласующее сопротивление: 124 Ом Максимальная скорость передачи данных: 4 Мбит/с Максимальное количество узлов: 32 (без повторителей) Максимальное расстояние передачи: 100 м
	7/15	B-	
Оптоволоконная связь			Оптоволоконная связь
	VR1		Порт оптоволоконного передатчика, дополнительный Подключение модуля обнаружения синхронного напряжения VF-400-ACDT, VF-400-DCDT Подключение модуля увеличения слотов для опций VF-400-SLT

	VT1	Порт оптоволоконного приёмника, дополнительный Подключение модуля обнаружения синхронного напряжения VF-400-ACDT, VF-400-DCDT Подключение модуля увеличения слотов для опций VF-400-SLT
	VR2	Порт оптоволоконного передатчика Подключение к модулю выпрямителя / модулю инвертора
	VT2	Порт оптоволоконного приёмника Подключение к модулю выпрямителя / модулю инвертора
Слоты для установки модулей расширения	Слоты для установки модулей расширения	
	SLOT1	Слоты 1, 2 и 3 для установки модулей расширения с адресами A1, B1, C1
	SLOT2	Слоты 1, 2 и 3 могут использоваться с оптоволоконным модулем расширения VF-400-EXT3 и модулем расширения VF-400-SLT для получения трех дополнительных слотов с адресами A1, A2, A3, B1, B2, B3 и C1, C2, C3, соответственно
SLOT3		
Слот для установки карты памяти Mirco SD	Слот для установки карты памяти Mirco SD	
	Micro SD card	Модуль управления оснащен встроенной картой памяти Mirco SD для хранения данных этапов работы для мониторинга и анализа работы силового модуля Поддержка 4-битного режима шины данных Multimedia Card System Specification v4.2
Перемычки 	Перемычки	
	A11	По напряжению (A11-U) – замкнуть 1 и 2 По току (A11-I) – замкнуть 2 и 3
	A12	По напряжению (A12-U) – замкнуть 1 и 2 По току (A12-I) – замкнуть 2 и 3
	AO1	По напряжению (AO1-U) – замкнуть 1 и 2 По току (AO1-I) – замкнуть 2 и 3
	AO2	По напряжению (AO2-U) – замкнуть 1 и 2 По току (AO2-I) – замкнуть 2 и 3
	XH485	Согласующий резистор для RS-485 (XH485) – замкнуть 2 и 3
	RJ45	Согласующий резистор для RS-485 (XPC) – замкнуть 2 и 3
Светодиодные индикаторы	Светодиодные индикаторы состояния модуля управления	
	POWER	Нормальное питание – постоянно включён, зелёный цвет Отсутствие питания – выключен
	RUN	Нормальная работа – постоянно включён, зелёный цвет Система выключена – выключен
	FAULT	Неисправность – постоянно включён, красный цвет Отсутствие неисправности – выключен
	OFC	Обрыв связи – интервал между миганиями 2,56 с Связь в норме – интервал между миганиями 1,28 с Связь нестабильна – интервал между миганиями 0,25 с

## 5.2 Светодиодные индикаторы состояния модуля управления

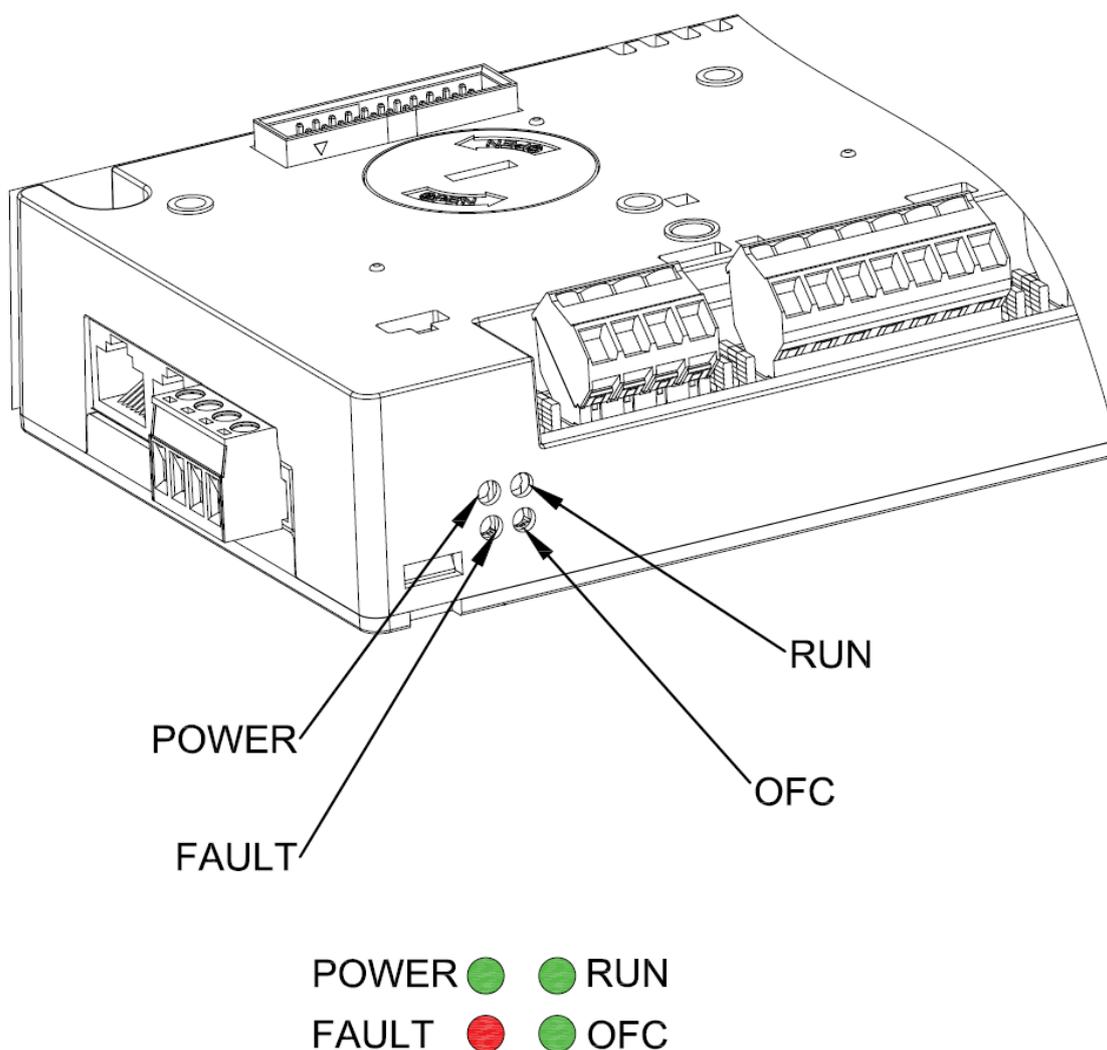


Рисунок 5.2-1 – Светодиодные индикаторы состояния модуля управления

Таблица 5.2-1. Светодиодные индикаторы состояния модуля управления

№	Индикатор	Описание
1	POWER	Нормальное питание – постоянно включён, зелёный цвет Отсутствие питания – выключен
2	RUN	Нормальная работа – постоянно включён, зелёный цвет Система выключена – выключен
3	FAULT	Неисправность – постоянно включён, красный цвет Отсутствие неисправности – выключен
4	OFC	Обрыв связи – интервал между миганиями 2,56 с Связь в норме – интервал между миганиями 1,28 с Связь нестабильна – интервал между миганиями 0,25 с

## 5.3 Карта памяти Micro SD

Модуль управления оснащён встроенной картой памяти Micro SD для хранения данных, которые поступают от модуля управления в режиме реального времени, что позволяет осуществить мониторинг и анализ работы силового модуля.

## 5.4 Габаритные размеры модуля управления

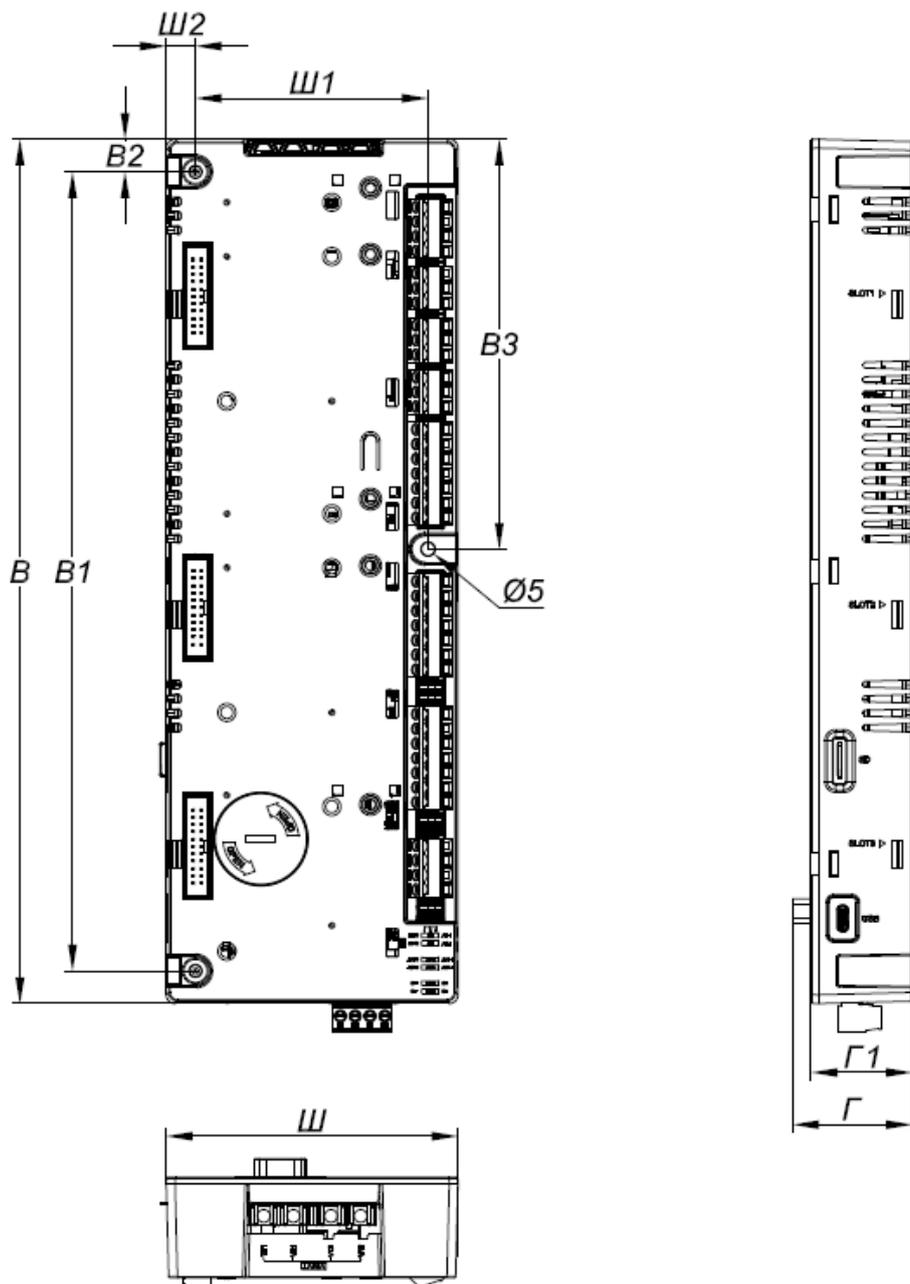


Рисунок 5.4-1 – Габаритный чертеж модуля управления

Таблица 5.4-1. Размеры модуля управления

Габаритные размеры мм			Установочные размеры мм					
Ш	Г	В	Ш1	Г1	В1	Ш2	В2	В3
100	41,5	298,5	79,8	35,2	276	9,8	11,25	141,6

## 5.5 Монтаж модуля управления

Перечень требований, которые следует соблюдать при обращении с модулем управления:

- Перед монтажом убедитесь, что питание шкафа отключено более 15 минут.

- Модуль управления не является ударостойким оборудованием, следует аккуратно обращаться с ним: не роняйте его и не подвергайте ударам для исключения его повреждения по данным причинам.
- Не разбирайте модуль управления, это может привести к повреждению.
- Не используйте чрезмерный момент затяжки при монтаже и подключений.

Для монтажа требуется крестовая отвёртка PH1.

Таблица 5.5-1. Момент затяжки

Крепёж мм	Момент затяжки Н·м	Сечение кабеля с медными жилами мм <sup>2</sup>
M4	2,5-3,3	10

Для беспрепятственного монтажа модуля управления следует зарезервировать пространство, указанное на рисунке ниже, при этом модуль управления должен быть установлен вплотную к монтажной поверхности.

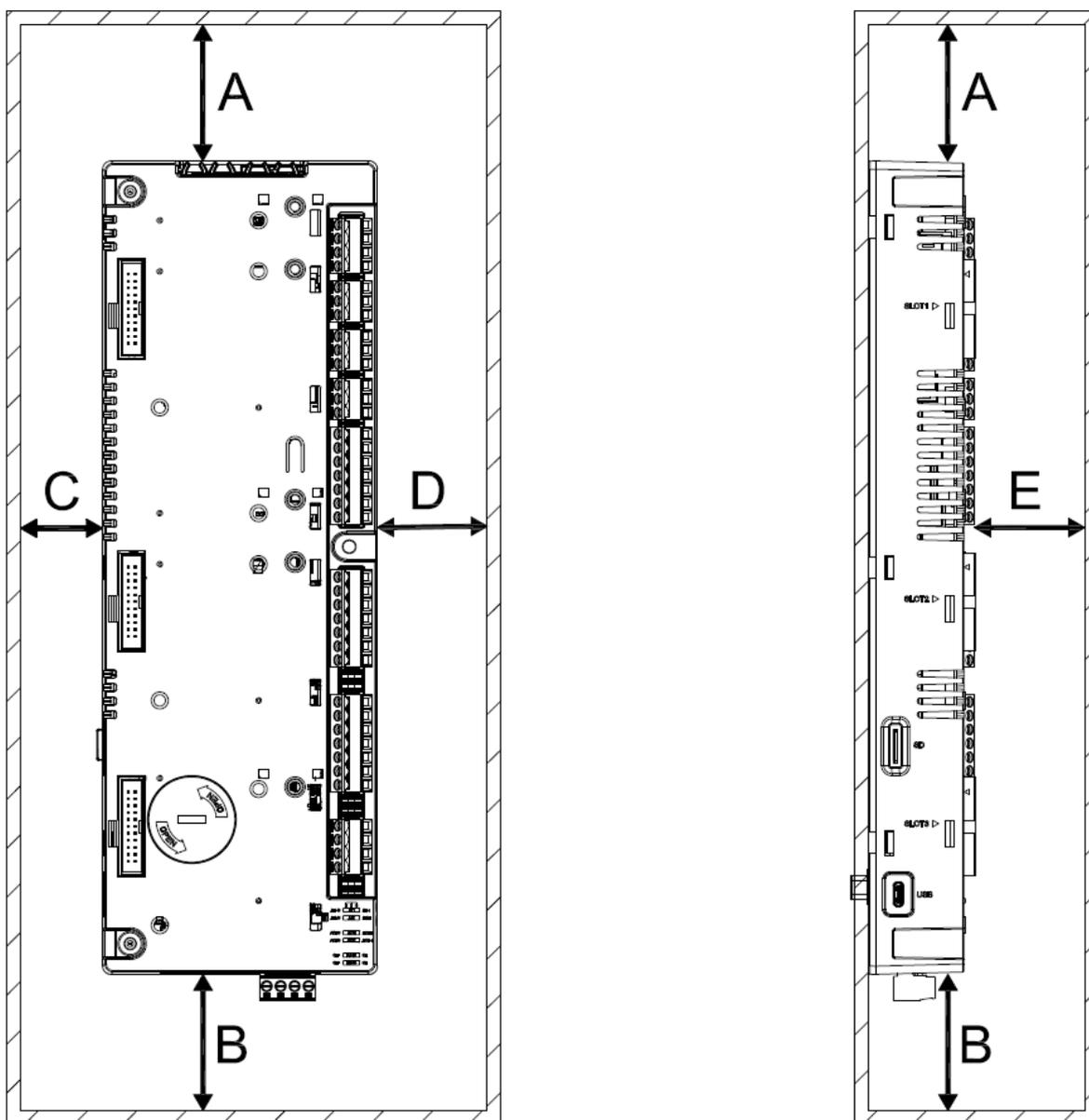


Рисунок 5.5-1 – Пространство, требуемое для монтажа модуля управления

Таблица 5.5-2. Пространство, требуемое для монтажа модуля управления

A	B	C	D	E
≥ 100	≥ 100	≥ 30	≥ 50	≥ 60

Порядок проведения монтажа модуля управления:

1. Выровняйте модуль управления по вертикали относительно двух позиционных отверстий на металлической монтажной панели.
2. С помощью крестовой отвертки PH1 установите крепёжные винты, как показано на рисунке ниже.

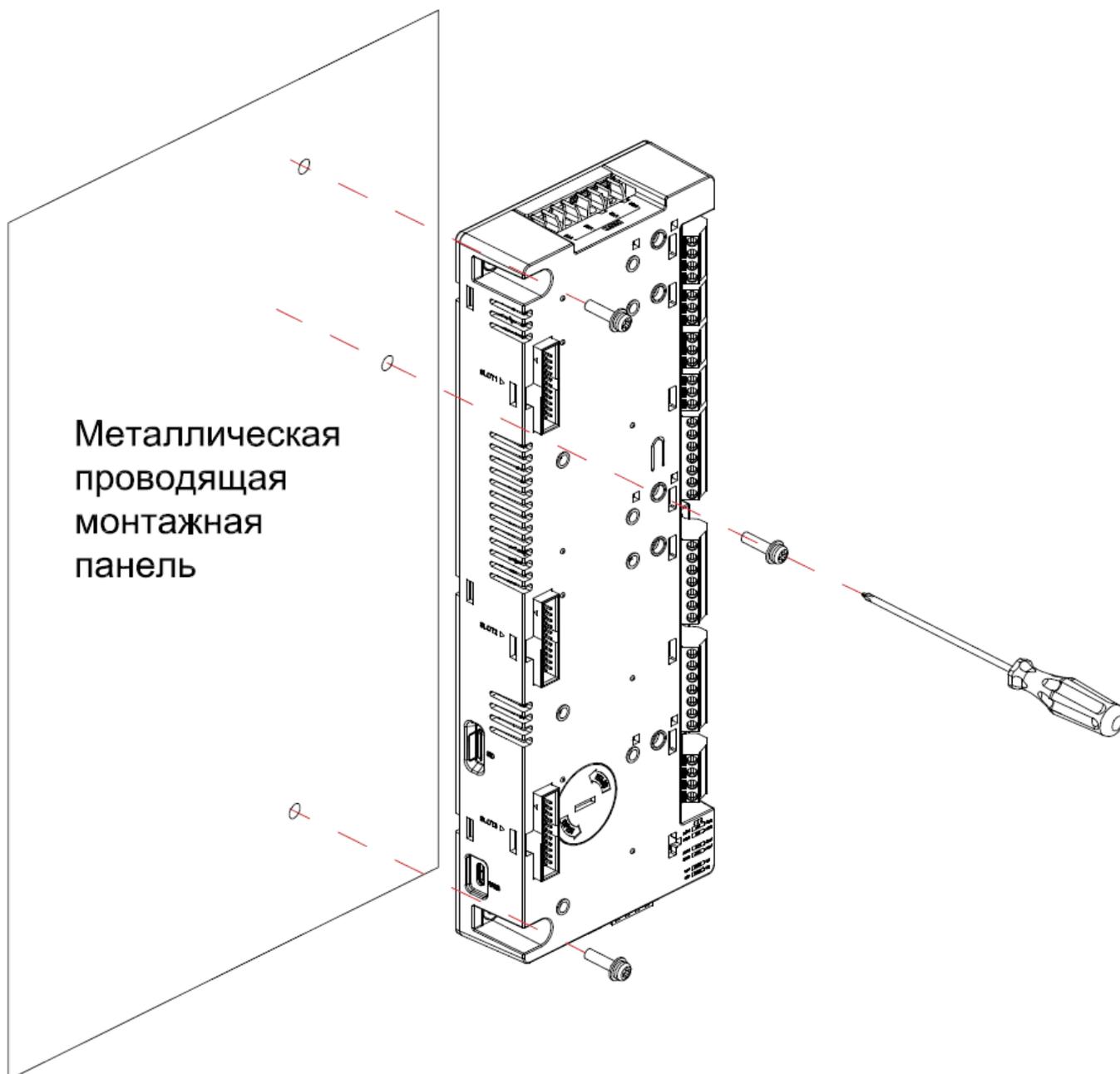


Рисунок 5.5-2 – Монтаж модуля управления

## 5.6 Опции модуля управления

### Список опций

Модуль управления имеет несколько опций, которые позволяют увеличить количество доступных функций.

Таблица 5.6-1. Опции модуля управления

№	Опция	Модель	Функция	Способ подключения	Размер Ш*Г*В
1	Входы и выходы	VF-400-B4	2 аналоговых входа 2 аналоговых выхода 2 цифровых входа-выхода 1 релейный выход	Слот	77*44*98,5
		VF-400-B1	4 цифровых входа-выхода 2 релейных выхода	Слот	77*44*98,5
2	Модуль обработки сигнала энкодера	VF-400-EN1	Для обработки сигнала инкрементного энкодера TTL	Слот	77*44*98,5
		VF-400-EN2	Для обработки сигнала инкрементного энкодера HTL	Слот	77*44*98,5
		VF-400-EN3	Для обработки сигнала синусно-косинусного энкодера	Слот	77*44*98,5
		VF-400-EN4	Для обработки сигнала резольвера	Слот	77*44*98,5
3	PROFIBUS-DP	VF-400-C3	PROFIBUS-DP	Слот	77*44*70
4	PROFINET-IO	VF-400-CP	PROFINET-IO	Слот	77*44*70
5	CANopen	VF-400-E6	CANopen	Слот	77*44*70
6	Modbus RTU	VF-400-C2	Modbus RTU	Слот	77*44*70
7	Modbus TCP	VF-400-CI	Modbus TCP	Слот	77*44*70
8	EtherCAT	VF-400-EC	EtherCAT	Слот	77*44*70
9	EtherNet/IP	VF-400-CQ	EtherNet/IP	Слот	77*44*70
10	Порты оптоволоконных подключений	VF-400-EXT1	Одна дополнительная пара разъёмов для оптоволоконного подключения, используется для подключения дополнительных опций	Слот	77*44*70
		VF-400-EXT2	Две дополнительные пары разъёмов для оптоволоконных подключений, используется для подключения дополнительных опций	Слот	77*44*70
		VF-400-EXT3	Три дополнительные пары разъёмов для оптоволоконных подключений, используется для подключения дополнительных опций	Слот	77*44*70
11	Модуль увеличения слотов для опций	VF-400-SLT	Один дополнительный слот для подключения опции	Оптоволоконное	77*44*70
12	Модуль параллельного	VF-400-PAR05	Поддерживает 2-5 параллельно подключенных выпрямителей	Оптоволоконное	86*49*249

	подключения выпрямителей	VF-400-PAR10	Поддерживает 2-10 параллельно подключенных выпрямителей	Оптоволоконное	86*49*249
13	Модуль обнаружения синхронного напряжения	VF-400-ACDT	Модуль обнаружения синхронного напряжения переменного тока	Оптоволоконное	138*35*146
		VF-400-DCDT	Модуль обнаружения синхронного напряжения постоянного тока	Оптоволоконное	138*35*146
14	Панель управления	VF-400-PAN-G	Панель управления	RJ45	73*27*129

### Слоты для подключения опций

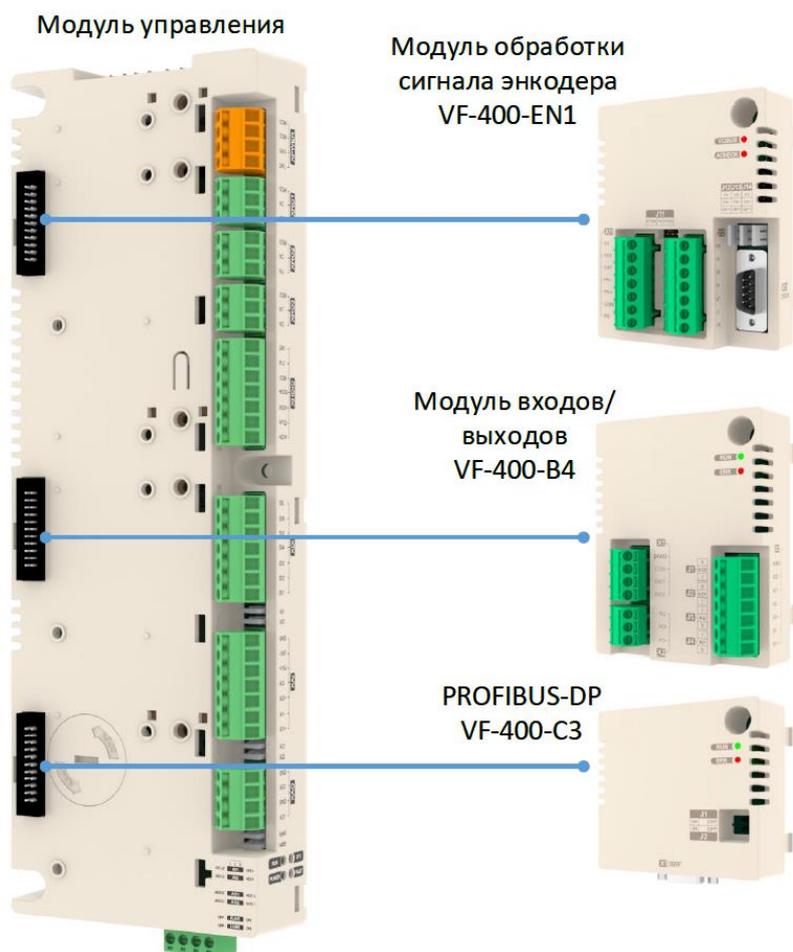


Рисунок 5.6-1. – Слоты для подключения опций

Модуль управления имеет только три слота для подключения опций. Увеличить количество подключений возможно при помощи опции VF-400-SLT, которая подключается при помощи оптоволоконна и обеспечивает один дополнительный слот для других опций. Увеличить количество оптоволоконных подключений можно помощи опций VF-400-EXT1/EXT2/EXT3, которые подключаются в слот и обеспечивают соответственно 1, 2 и 3 дополнительных пар оптоволоконных разъёмов.

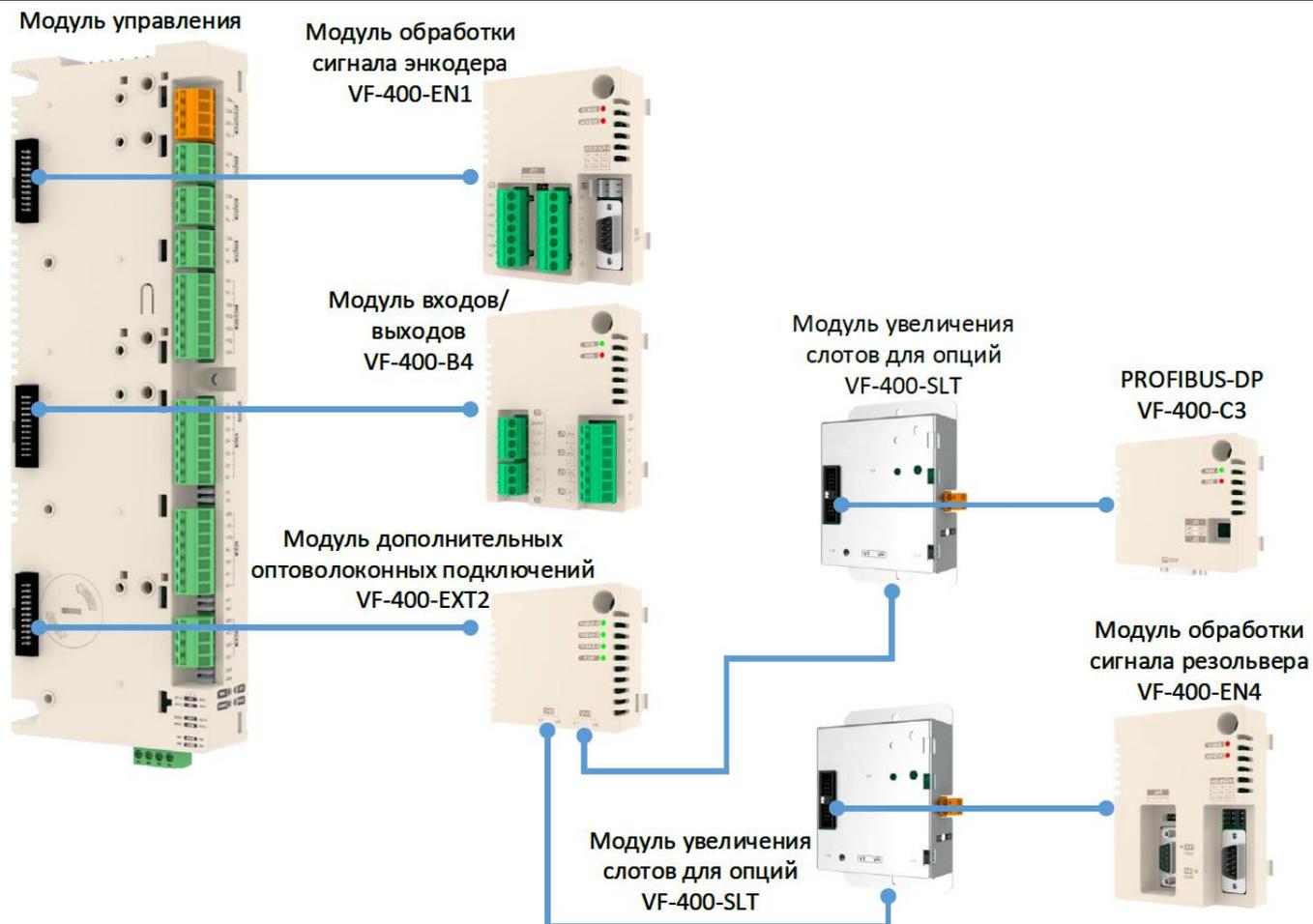


Рисунок 5.6-2 – Увеличения количества разъёмов для оптоволоконных подключений и количества слотов для подключения опций

## 6 Модуль параллельного подключения выпрямителей VF-400-PARxx

При параллельном подключении нескольких выпрямителей управление осуществляется при помощи отдельного модуля, к основным функциям которого относятся: быстрая синхронная трансляция сигнала управления, полученного от основного модуля управления, на каждый выпрямитель; сбор информации о токе, напряжении и состоянии всех выпрямителей и передача информации основному модулю управления; синхронизация работы выпрямителей; выравнивание тока; сброс, запуск, останов каждого параллельно подключенного выпрямителя.

### 6.1 Клеммы и порты модуля параллельного подключения выпрямителей

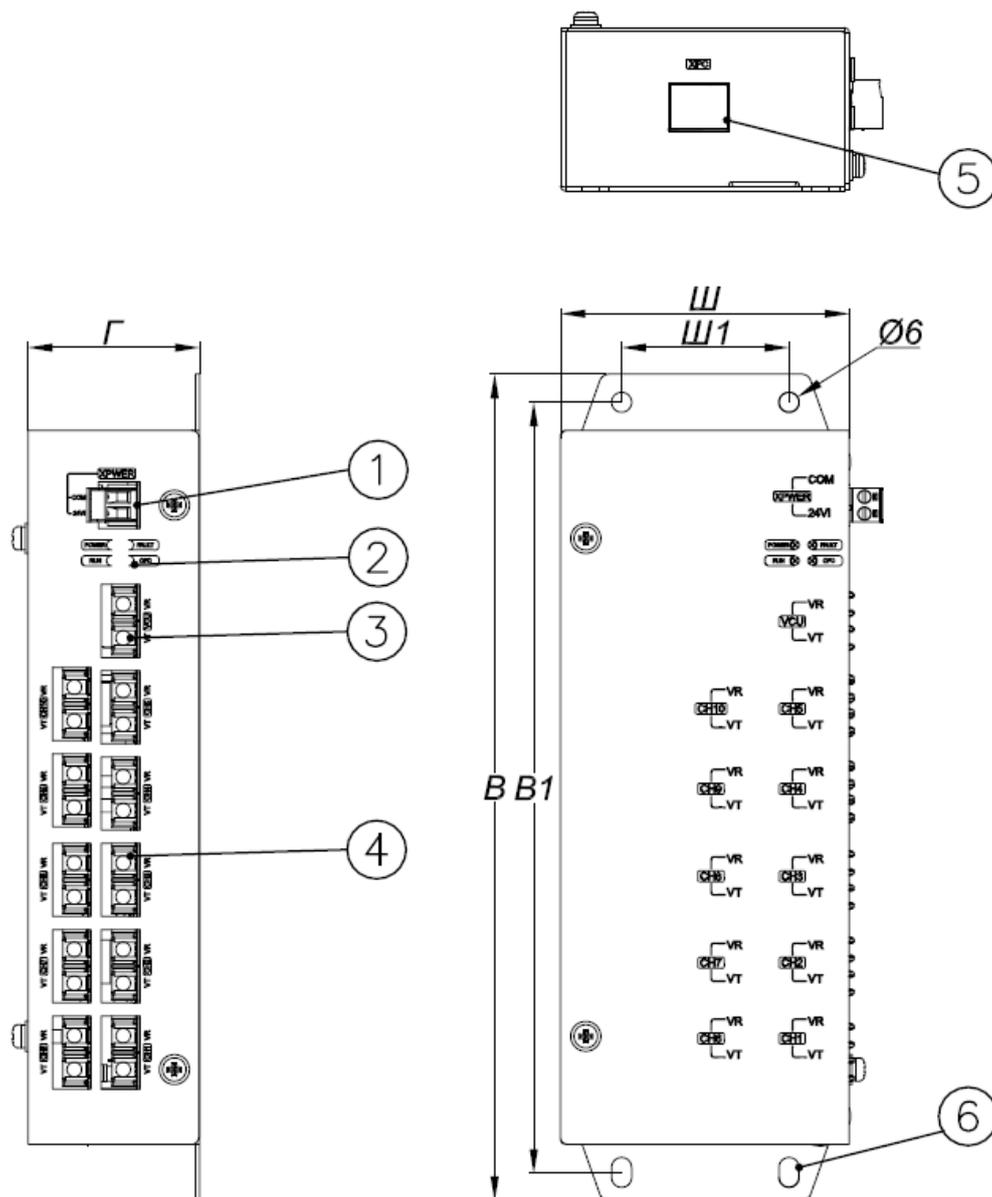


Рисунок 6.1-1 – Модуль параллельного подключения

Таблица 6.1-1. Размеры модуля параллельного подключения

Габаритные размеры мм			Установочные размеры мм	
Ш	Г	В	Ш1	В1
86,2	49,2	249	50	232

Таблица 6.1-2. Порты и слоты модуля параллельного подключения, представлены на рисунке 6.1-1

№	Обозначение	Описание
1	24V	Подключение внешнего источника питания 24 В DC $\pm 10\%$ , 0,5 А
	COM	
2	FAULT	Светодиодные индикаторы состояния модуля параллельного подключения
	RUN	
	OFC	
	POWER	
3	VR	Порты оптоволоконного приемопередатчика для подключения к основному модулю управления
	TR	
4	CH1-CH10	Порты оптоволоконного приемопередатчика для подключения к выпрямителям
5	XPC	Отладочный порт для подключения панели управления
6	-	Крепёжные отверстия

## 6.2 Светодиодные индикаторы состояния модуля параллельного подключения выпрямителей

Таблица 6.2-1. Функции светодиодных индикаторов состояния модуля параллельного подключения

№	Индикатор	Описание
1	POWER	Нормальное питание – постоянно включён, зелёный цвет
		Отсутствие питания – выключен
2	RUN	Нормальная работа – постоянно включён, зелёный цвет
		Система выключена – выключен
3	FAULT	Неисправность – постоянно включён, красный цвет
		Отсутствие неисправности – выключен
4	OFC	Обрыв связи – интервал между миганиями 2,56 с
		Связь в норме – интервал между миганиями 1,28 с
		Связь нестабильна – интервал между миганиями 0,25 с

### 6.3 Электрические подключения модуля параллельного подключения выпрямителей

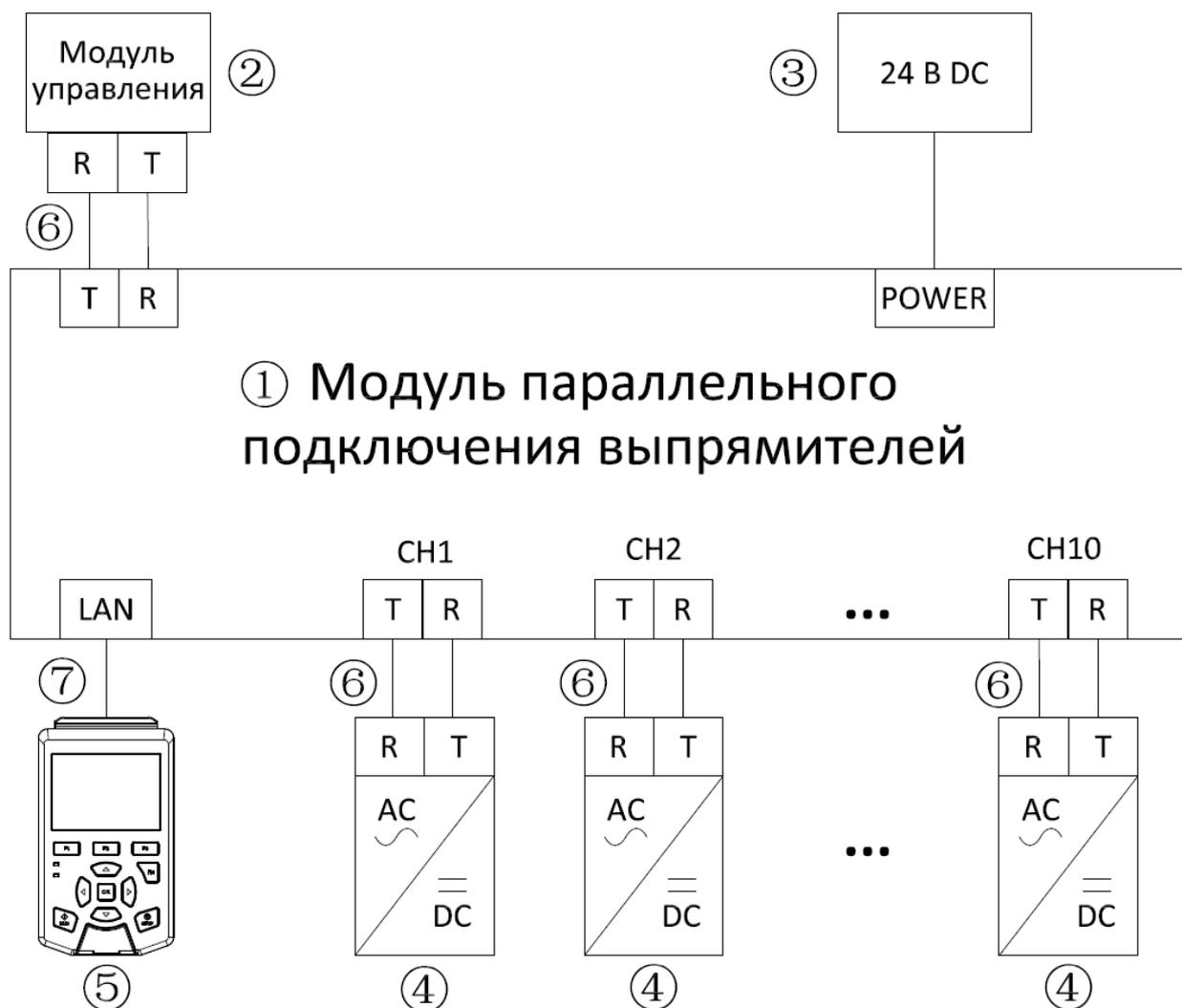


Рисунок 6.3-1 - Электрические подключения модуля параллельного подключения выпрямителей

Таблица 6.3-1. Оборудование, представленное на рисунке 6.3-1

№	Устройство
1	Модуль параллельного подключения
2	Модуль управления
3	Внешний источник питания 24 В DC
4	Модуль NFE
5	Панель управления
6	Оптоволокно
7	Сетевой кабель

## 7 Техническое обслуживание и замена компонентов

### 7.1 Краткая инструкция по технике безопасности



К работам по монтажу, настройке параметров, эксплуатации, осмотру, поиску и устранению неисправностей и техническому обслуживанию оборудования допускается только подготовленный персонал, имеющий надлежащую квалификацию. Квалифицированным считается персонал, который прошел обучение по определенной программе, знаком с устройством, принципами работы оборудования и действующими в электроэнергетической отрасли нормами. От данного требования зависит как безопасность при выполнении работ, так и надёжность функционирования электропривода в дальнейшем.

Необходимо изучить правила техники безопасности и информацию, представленную в данном руководстве, перед проведением технического обслуживания оборудования и соблюдать их для предотвращения травматизма персонала, несчастных случаев и ущерба имуществу.



Запрещается монтаж и техническое обслуживание при включённом питании.

При подключении внешнего источника питания модуль неуправляемого выпрямителя находится под опасным напряжением, даже если входной автоматический выключатель отключён.

Необходимо произвести необходимые отключения и принять меры, препятствующие подаче напряжения на место работы вследствие ошибочного или самопроизвольного включения коммутационной аппаратуры.

На шине постоянного тока и клеммах силовых модулей может сохраняться остаточное напряжение даже при отключенном электрическом питании. Обеспечьте надёжность отключения оборудования. После отключения необходимо подождать более 15 минут, чтобы оборудование полностью разрядилось. Перед началом технического обслуживания измерьте напряжение и убедитесь, что напряжение звена постоянного тока ниже 36 В.

Более полный список рекомендаций по технике безопасности указан в главе «Указания по технике безопасности» и главе 4 «Электрический монтаж».

### 7.2 Техническое обслуживание

Силовое преобразовательное оборудование состоит из полупроводниковых электронных приборов, пассивных электронных компонентов, все устройства и компоненты имеют свой срок службы. Для предотвращения преждевременного выхода из строя и возникновения неисправностей, необходимо проводить ежедневные и периодические осмотры и техническое обслуживание. Рекомендуется проводить осмотр каждые 3-4 месяца после установки оборудования. В следующих случаях необходимо сократить интервал времени между обслуживаниями:

- высокая температура окружающей среды, большая высота над уровнем моря;
- частые пуски и остановки;
- сильные колебания в напряжении питания и частые изменения нагрузки;
- интенсивные вибрации и удары;
- наличие в окружающей среде пыли, солей, серной кислоты и хлорсодержащих элементов;
- суровые условия хранения.

## Ежедневный технический осмотр

Для избежание снижения производительности и повреждения оборудования необходимо выполнять ежедневное обслуживание в соответствии с перечнем проверок, который представлен ниже, и вести письменный учет.



Запрещается проводить подключение, проверку и ремонт при включенном питании. Перед началом работы необходимо отключить питание всех устройств. После отключения питания на конденсаторах сохраняется остаточное напряжение. Во избежание несчастных случаев необходимо убедиться в снижении напряжения до безопасного уровня и подождать 15 минут перед выполнением работ. Неквалифицированному персоналу запрещается производить подключение, установку, обслуживание, проверку и ремонт оборудования.

Таблица 7.2-1. Перечень проверок, проводимых при ежедневном техническом осмотре

Объект проверки	Содержание проверки	Действия
Окружающая среда	Проверка соответствия окружающей среды требованиям	Устранить источники загрязнения. Очистить рабочее пространство от пыли и грязи. Проверить плотность прилегания двери шкафа
Напряжение питания	Проверка соответствия напряжения питания требованиям. Проверка наличия всех трёх фаз	Проверить соответствие питающего напряжения напряжению на шильдике
Электродвигатель	Осмотр с целью определения ненормальных вибраций и шума электродвигателя	Проверить механические и электрические подключения. При необходимости затянуть крепежи, обновить смазку
Нагрузка	Проверка перегрузки по току	При перегрузке определить уровень превышения выходным током номинального тока силового модуля или электродвигателя, определить период данного события и причины его возникновения. Проверить правильность подбора оборудования
Система охлаждения	Осмотр с целью определения чрезмерного нагрева и ненормального изменения цвета компонентов оборудования и электродвигателя	Проверить наличие перегрузки. При необходимости затянуть крепежи. Проверить загрязнённость радиаторов. При необходимости очистить их от пыли
	Проверка работы вентилятора охлаждения	Убедиться в отсутствии загрязнения, повреждений и в отсутствии блокировки вентилятора. При необходимости очистить или заменить вентилятор

## Регулярное обслуживание

При стандартных условиях эксплуатации регулярное обслуживание проводится каждые 3-4 месяца, при более тяжелых условиях требуется сократить интервал времени между обслуживаниями.



Запрещается проводить подключение, проверку и ремонт при включенном питании. Перед началом работы необходимо отключить питание всех устройств. После отключения питания на конденсаторах сохраняется остаточное напряжение. Во избежание несчастных случаев необходимо убедиться в снижении напряжения в главной цепи до безопасного уровня и подождать 15 минут перед выполнением работ. Неквалифицированному персоналу запрещается производить подключение, установку, обслуживание, проверку и ремонт оборудования.

Таблица 7.2-2. Перечень проверок, проводимых при регулярном техническом осмотре

Объект проверки	Содержание проверки	Действия
Окружающая среда	Проверка соответствия окружающей среды требованиям	Устранить источники загрязнения. Очистить рабочее пространство от пыли и грязи. Проверить плотность прилегания двери шкафа
Общая проверка	Проверка сопротивления изоляции и работоспособности компонентов. Определение наличия повреждений, деформации, ненормального функционирования оборудования и его компонентов	Заменить вышедшие из строя компоненты
Состояние подключений кабелей	Осмотр с целью определения ненормальной вибрации, дребезжащего звука, ослабления механических подключений	Затянуть крепежи, обновить смазку, заменить вышедшие из строя компоненты
Состояние кабелей, проводов	Проверка состояния проводов и креплений, следует обратить внимание на обесцвечивание, наличие трещин, старение (износ) изоляции, износ и повреждение соединительных клемм, состояние заземления	Заменить повреждённые провода и кабели. Затянуть ослабленные клеммы и заменить повреждённые клеммы. Измерить сопротивление заземления и проверить его подключения
Полупроводниковые приборы	Проверка состояния полупроводниковых приборов	Очистить рабочее пространство и оборудование от пыли и грязи. Устранить и заменить вышедшие из строя компоненты
Печатные платы	Осмотр с целью определения наличия ржавчины, неприятного запаха, обесцвечивания	Проверить крепления. Выполнить очистку печатных плат и заменить повреждённые или вышедшие из строя печатные платы
Электролитические конденсаторы	Проверка состояния электролитических конденсаторов: наличия утечки жидкости, изменения цвета, растрескивания, повреждения предохранительного клапана, вздутия, разрыва	Заменить вышедшие из строя электролитические конденсаторы
Периферийные устройства	Осмотр периферийного оборудования и изоляции	Очистить рабочее пространство и оборудование от пыли и грязи.
Панель управления	Проверить состояние панели управления	Заменить панель управления при поломке
Электродвигатель	Осмотр с целью определения ненормальных вибраций и шума электродвигателя	Проверить механические и электрические подключения. При необходимости затянуть крепежи, обновить смазку
Система охлаждения	Осмотр с целью определения чрезмерного нагрева и ненормального изменения цвета компонентов оборудования и электродвигателя	Проверить наличие перегрузки. При необходимости затянуть крепежи. Проверить состояние радиаторов, при необходимости очистить их от пыли
	Проверка работы вентилятора охлаждения	Убедиться в отсутствии загрязнения, повреждений и в отсутствии блокировки вентилятора. При необходимости очистить или заменить вентилятор

### 7.3 Срок службы компонентов

Все компоненты имеют свой срок службы. Своевременное техническое обслуживание продлевает срок службы, но не может защитить от повреждений и поломок компонентов. Необходимо заменять компоненты, срок службы которых истек или подходит к концу.

Таблица 7.3-1. Срок службы компонентов

Наименование компонента	Срок службы
Вентилятор	от 3 до 5 лет
Электролитический конденсатор	8 лет
Печатная плата	от 8 до 10 лет

### 7.4 Замена компонентов

#### Замена фильтра вентилятора охлаждения

Порядок выполнения демонтажа фильтра:

1. Отключите питание шкафа и отсоедините питание вентилятора охлаждения.
2. При помощи отвёртки выкрутите 2 винта М5 в нижней части фильтра.
3. Сдвиньте решётку фильтра вверх на 2-3 см.
4. Отсоедините решётку и извлеките и очистите или замените фильтр.

Порядок выполнения установки фильтра:

1. Установите очищенный или новый фильтр в решётку фильтра.
2. Установите решётку с фильтром.
3. Закрепите решётку двумя винтами М5.

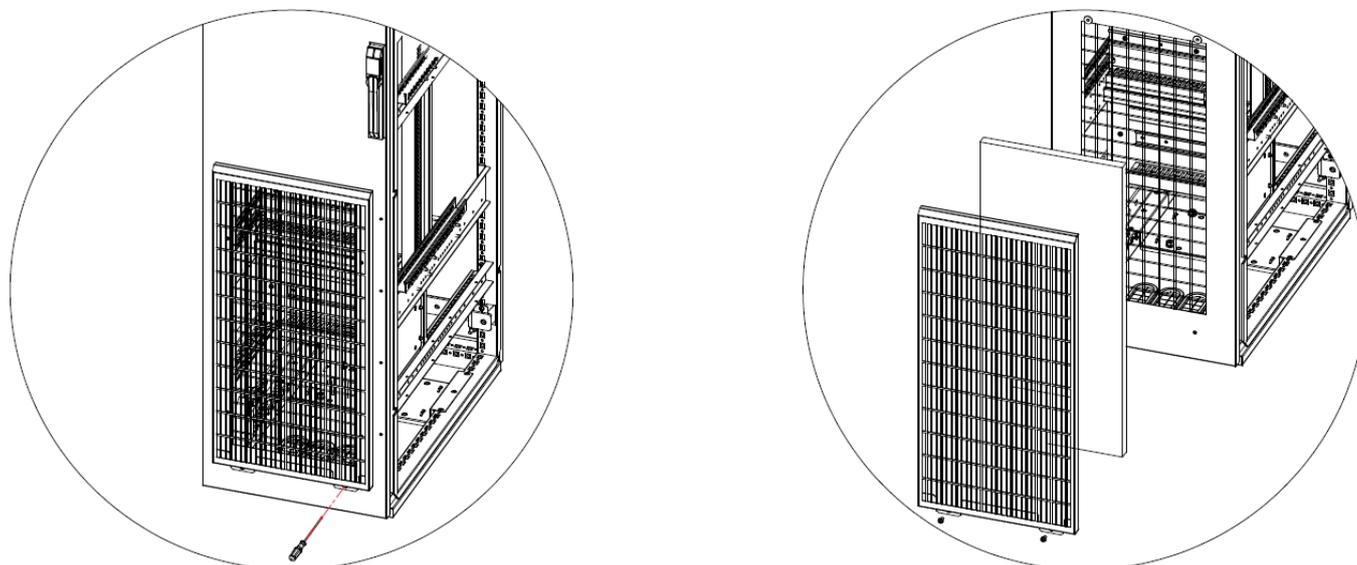


Рисунок 7.4-1 – Демонтаж фильтра вентилятора охлаждения

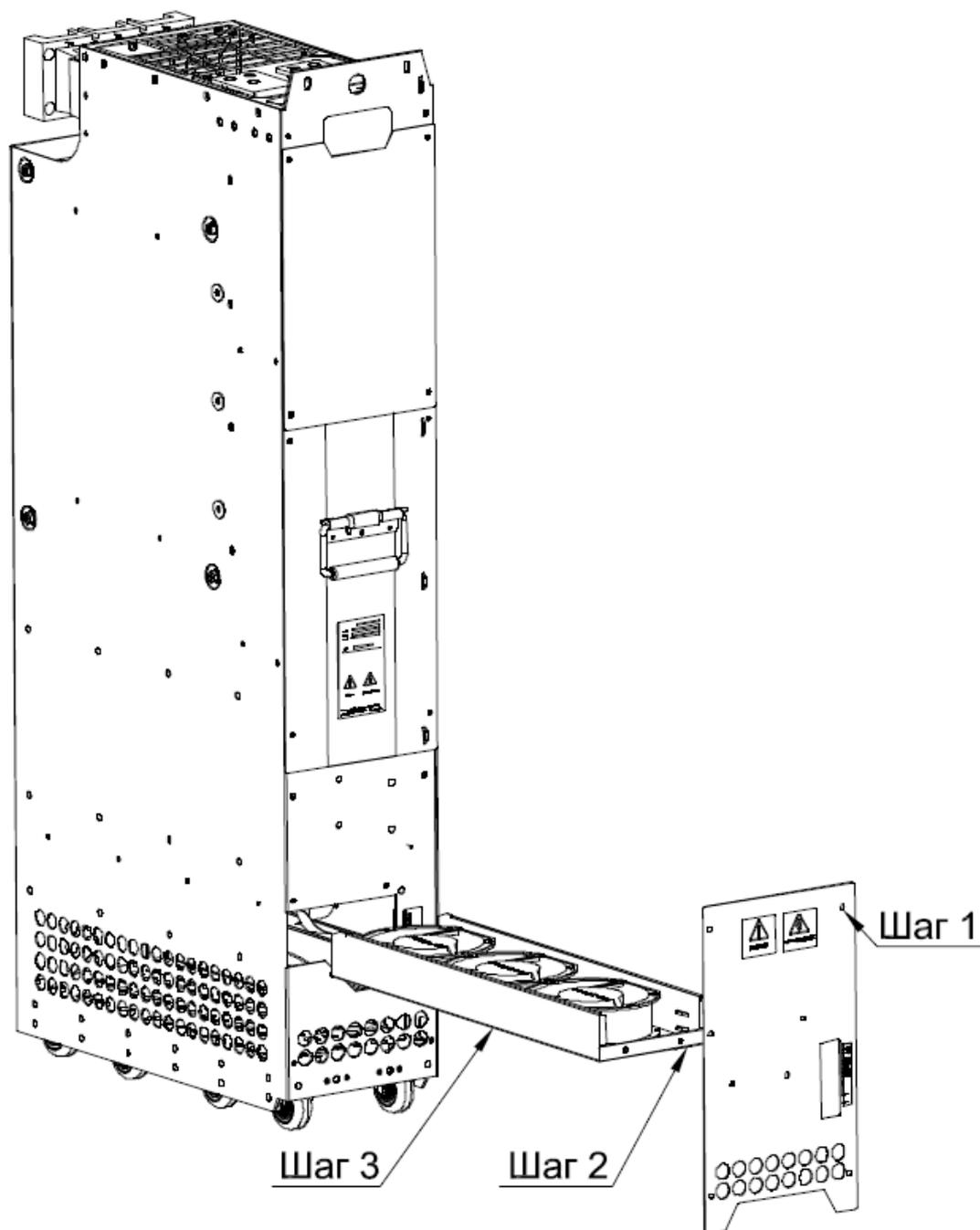
**Замена вентилятора охлаждения звена постоянного тока модуля неуправляемого выпрямителя**

Рисунок 7.4-2 – Замена вентилятора охлаждения звена постоянного тока модуля неуправляемого выпрямителя

Порядок выполнения замены вентилятора охлаждения звена постоянного тока модуля неуправляемого выпрямителя, шаги обозначены на рисунке 7.4-2:

1. Выкрутите 8 винтов М5 передней защитной пластины вентилятора.
2. Отсоедините кабель вентилятора, чтобы можно было снять монтажную панель вентилятора.
3. Извлеките крепежную пластину вентилятора с вентилятором (крепежная пластина и вентилятор представляют собой единый компонент) и замените неисправный вентилятор.
4. После замены вентилятора и его проверки установите крепежную пластину с вентилятором сдвинув её в нижнюю часть вдоль направляющей, подключите кабель вентилятора и закрепите винты передней пластины.

## Замена предохранителей

Порядок выполнения замены предохранителей:

1. Отключите питание шкафа, отключите выключатель цепи предварительного заряда звена постоянного тока.
2. Измерьте напряжение звена постоянного тока, чтобы убедиться, что оно отсутствует.
3. Откройте дверь шкафа.
4. При помощи отвёртки выкрутите 4 винта М6 и снимите переднюю защитную пластину.
5. Немного ослабьте болты М10/М12 предохранителя (не выкручивайте их полностью, чтобы они не упали в модуль, находящийся ниже) и отсоедините предохранитель вместе с болтами.
6. Уберите болты, проверьте состояние предохранителя, если предохранитель сгорел, замените его, максимальный момент затяжки болтов 35 Н·м.
7. Установите переднюю защитную пластину, действуя в обратном порядке, и закройте дверь шкафа.

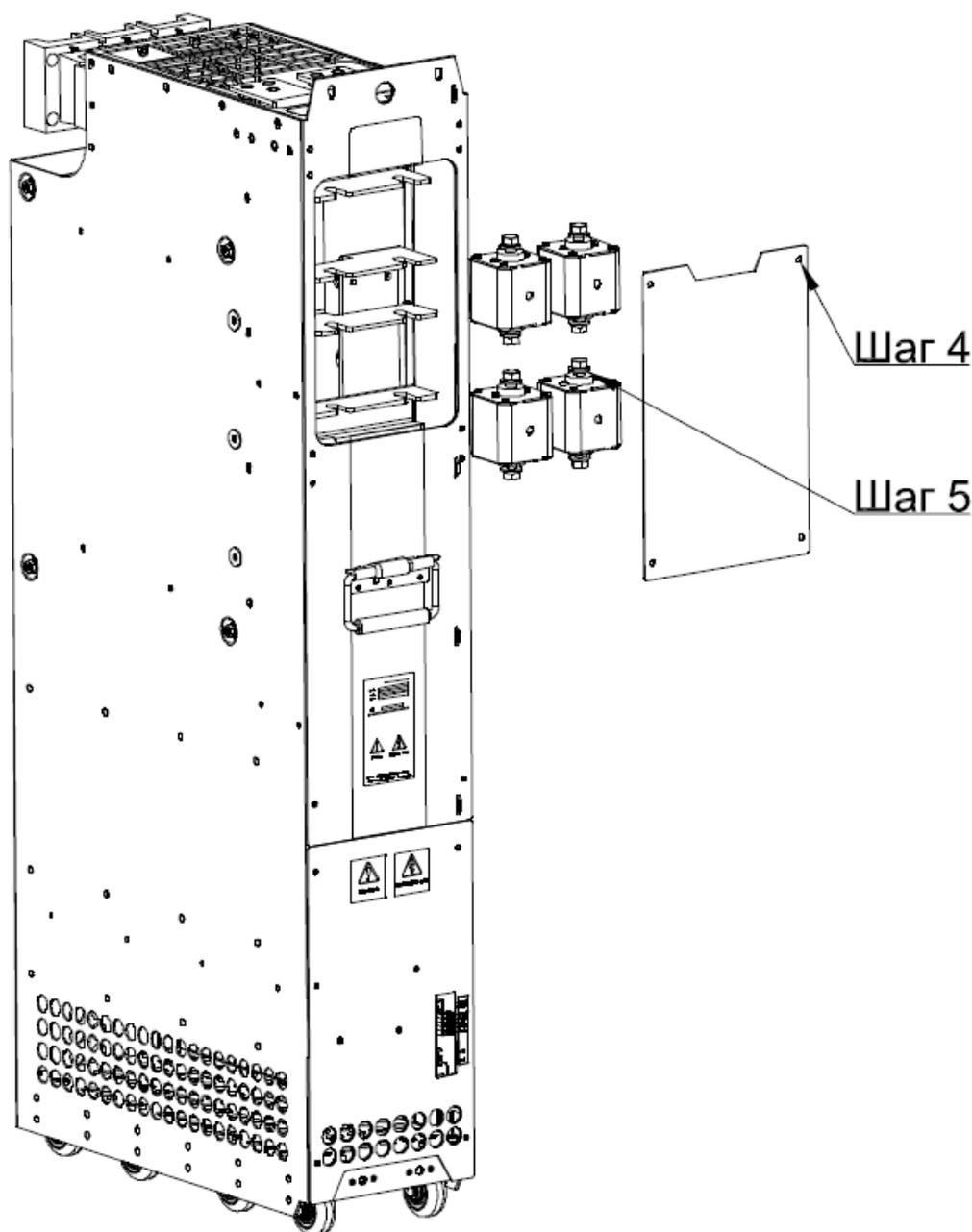


Рисунок 7.4-3 – Замена предохранителей

### Замена модуля выпрямителя

Порядок проведения замены модуля неуправляемого выпрямителя:

1. Снимите ограничительную пластину (B) в нижней части модуля и выкрутите установочный винт в верхней части модуля.
2. Зафиксируйте направляющие (A) на передней части шкафа слева.
3. Аккуратно потяните левый модуль на себя за ручку на передней части и придерживая модуль вытяните его на направляющие.
4. Прижмите модуль к направляющей, чтобы переместить его на пол.
5. Переместите модуль на верстак для осмотра и обслуживания.
6. Выполните извлечение других модулей из шкафа согласно процедуре, описанной выше.
7. После осмотра и обслуживания выполните установку модулей в шкаф в обратном порядке.

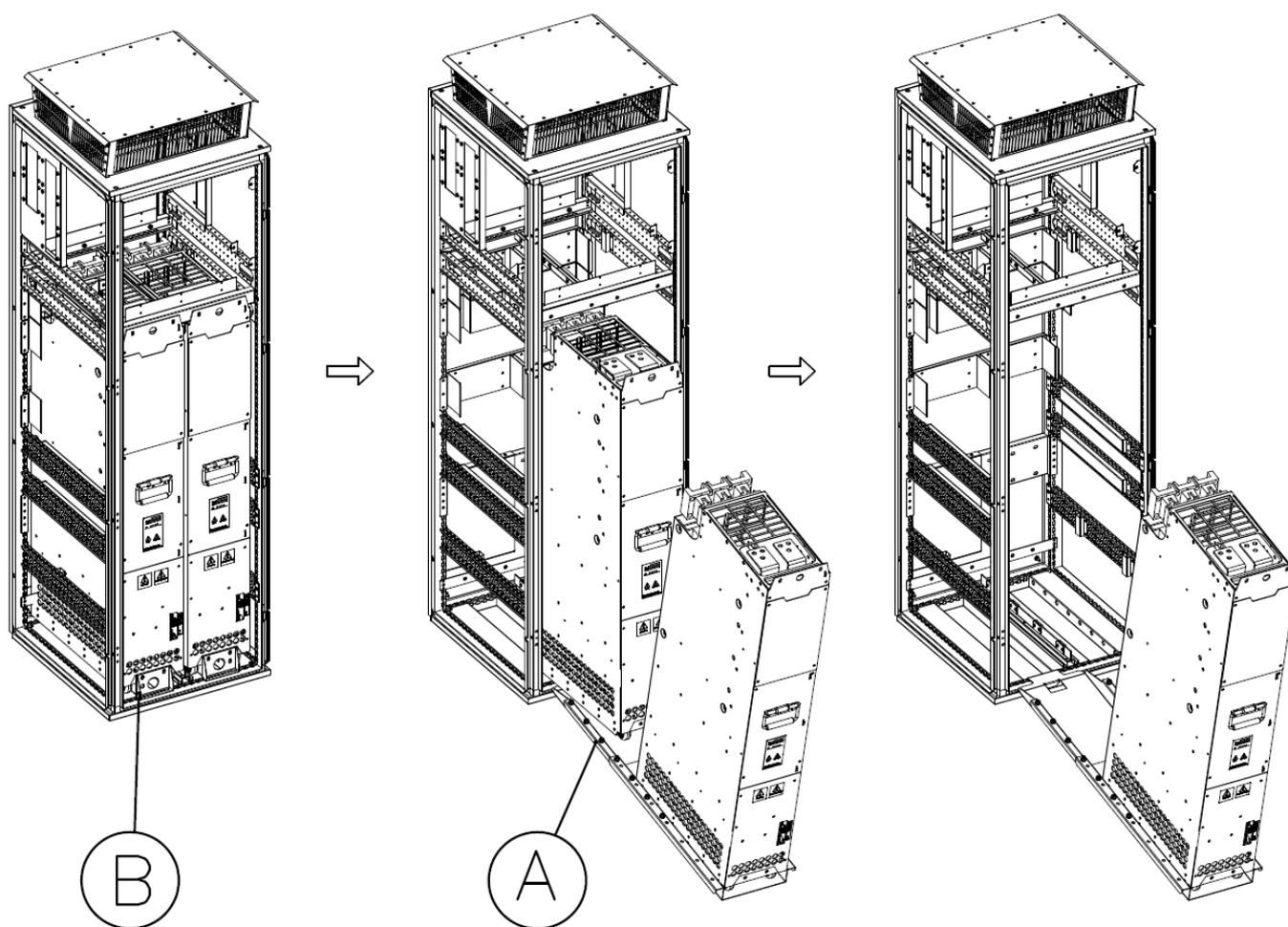


Рисунок 7.4-4 – Замена модуля выпрямителя

### Замена батареи и установка карты памяти Micro SD модуля управления

Порядок проведения замены батареи модуля управления:

1. С помощью отвёртки поверните крышку отсека батареи против часовой стрелки на 90°, пока крышка не откроется – шаги ① и ② на рисунке ниже.
2. Снимите крышку и установите новую батарею – шаги ③ и ④ на рисунке ниже.
3. Установите крышку и поверните её по часовой стрелке на 90°, чтобы закрепить – шаги ⑤, ⑥ и ⑦ на рисунке ниже.

4. Утилизируйте использованную батарею в соответствии с местными правилами утилизации или действующими законами и нормами.

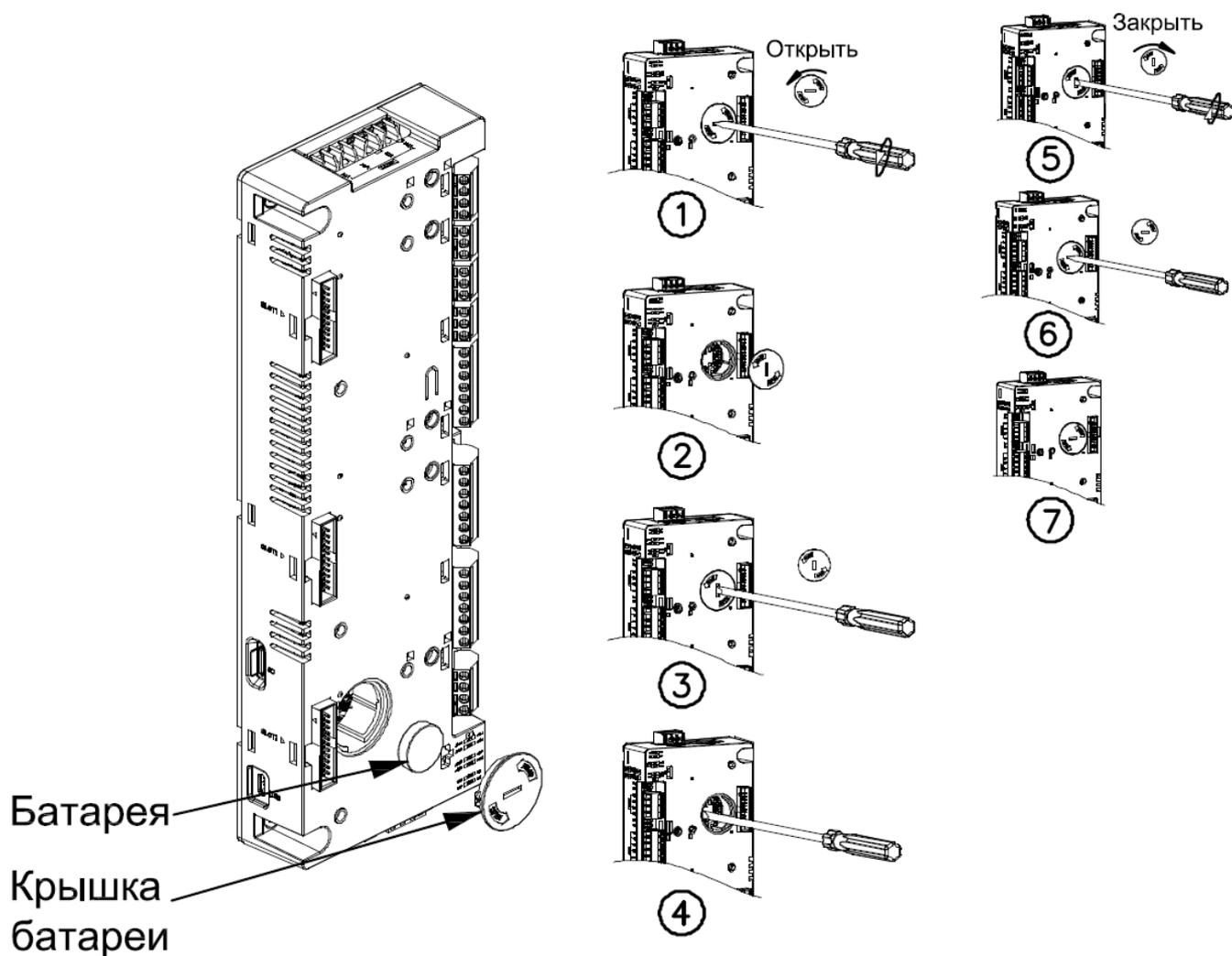
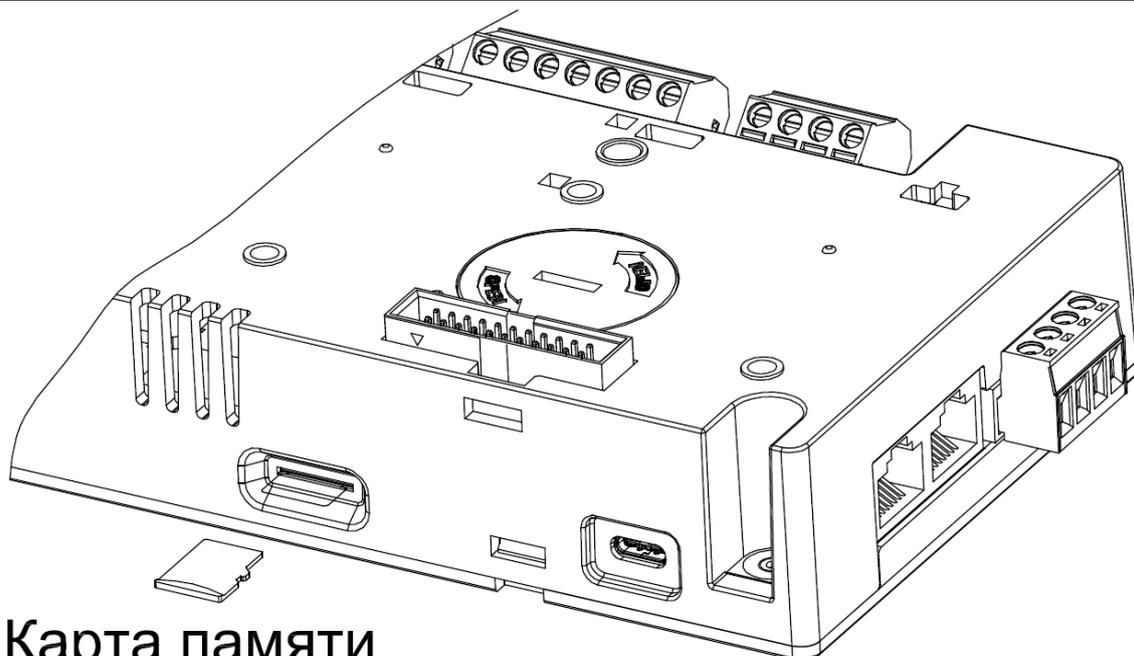


Рисунок 7.4-5 - Замена батареи модуля управления

Порядок установки карты памяти Micro SD модуля управления:

1. Вставьте держатель карты памяти в разъём, как показано на рисунке ниже.
2. Убедитесь, что карта памяти надёжно установлена должным образом. Неправильная установка приведёт к сбоям в работе оборудования по причине плохого контакта.



## Карта памяти Micro SD

Рисунок 7.4-6 – Установка карты памяти Micro SD модуля управления

### Замена батареи и установка карты памяти Micro SD панели управления

Порядок проведения замены батареи панели управления:

1. С помощью инструмента или пальцев откройте заднюю крышку на задней части панели управления, как показано на рисунке ниже.

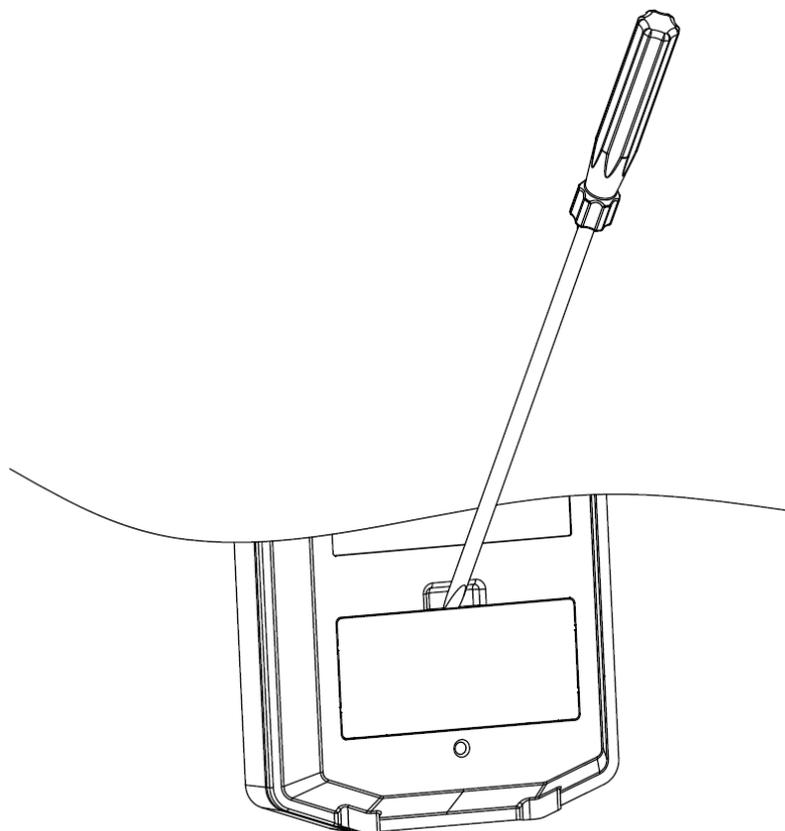


Рисунок 7.4-7 – Замена батареи панели управления – Шаг 1

2. С помощью пинцета или маленькой отвертки выньте батарею таким образом, как показано на рисунке ниже.

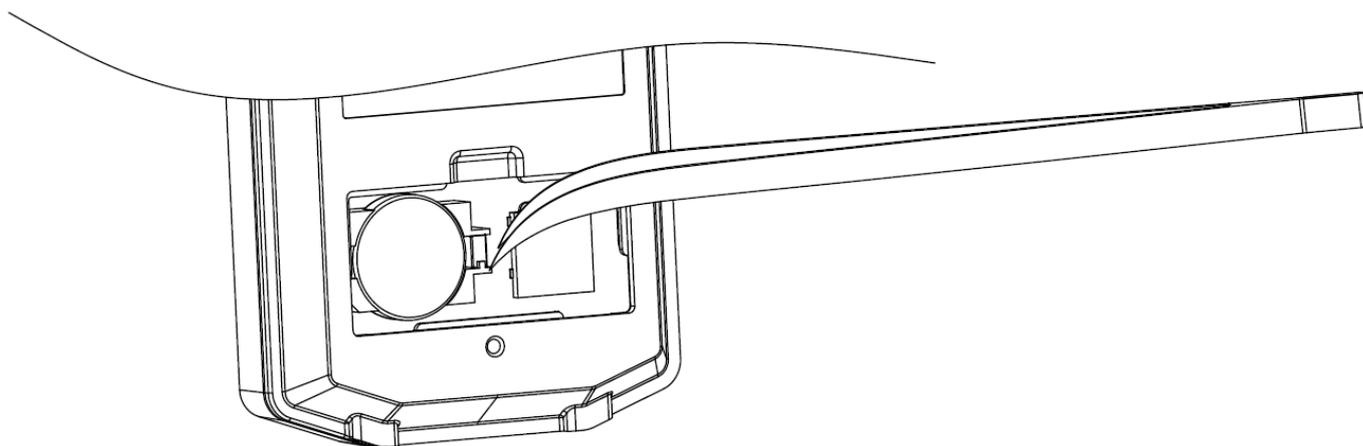


Рисунок 7.4-8 – Замена батареи панели управления – Шаг 2

3. Сначала установите сторону В, а затем сильно нажмите на сторону А, чтобы закрепить батарею в отсеке.

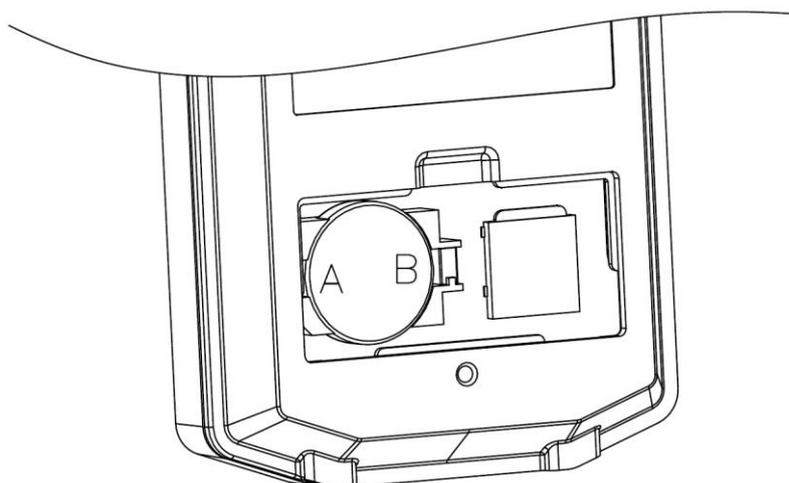


Рисунок 7.4-9 – Замена батареи панели управления – Шаг 3

4. Закройте крышку отсека, чтобы завершить замену батареи.

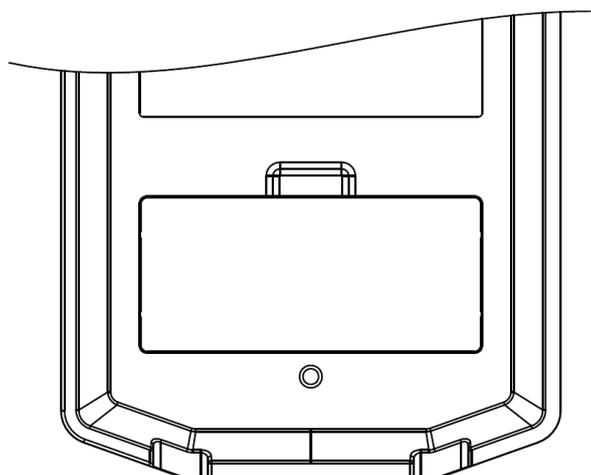


Рисунок 7.4-10 – Замена батареи панели управления – Шаг 4

Порядок установки карты памяти Micro SD панели управления:

1. С помощью инструмента или пальцев откройте заднюю крышку на задней части панели управления, как показано на рисунке ниже.

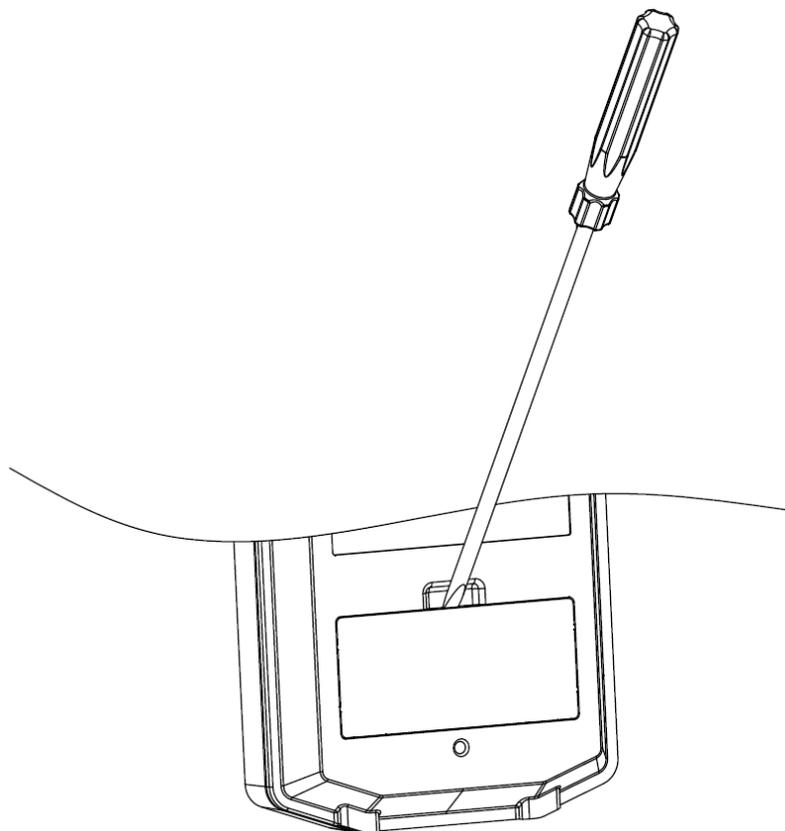


Рисунок 7.4-11 – Установка карты памяти Micro SD панели управления – Шаг 1

2. С помощью инструмента или пальцев сдвиньте металлическую крышку в указанном направлении (слегка надавите вниз), чтобы открыть слот карты памяти и извлечь её.

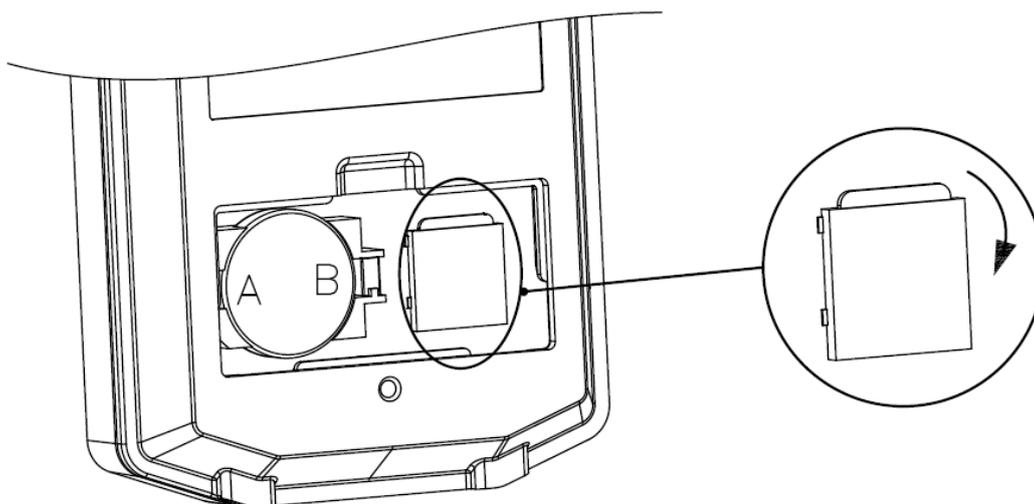


Рисунок 7.4-12 – Установка карты памяти Micro SD панели управления – Шаг 2

3. С помощью инструмента или пальца сдвиньте металлическую крышку (слегка надавите вниз), чтобы установить карту.

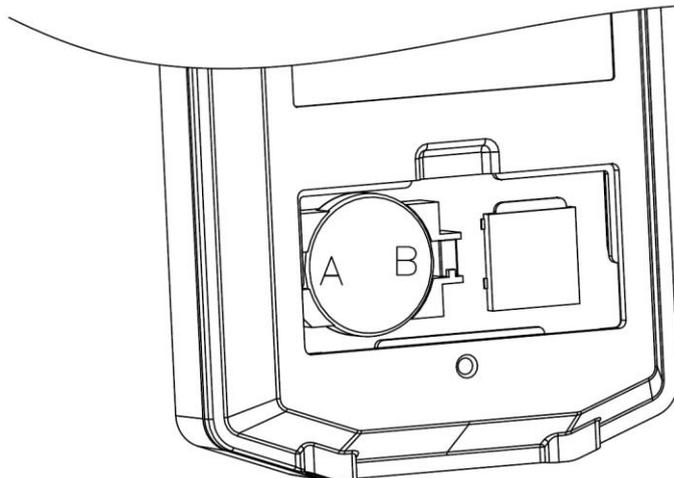


Рисунок 7.4-13– Установка карты памяти Micro SD панели управления – Шаг 3

4. Закройте крышку отсека, чтобы завершить установку карты памяти.

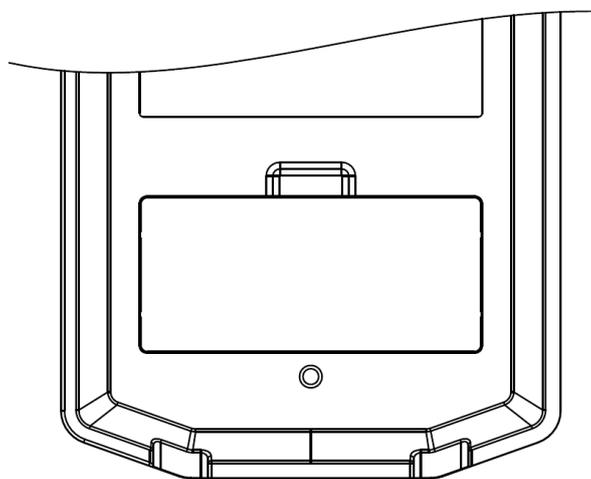


Рисунок 7.4-14– Установка карты памяти Micro SD панели управления – Шаг 4