CHNT

Empower the World

Руководство по эксплуатации

УСТРОЙСТВО ПЛАВНОГО ПУСКА

NJR5-ZX

EAC CE

Предисловие

Благодарим вас за выбор устройства плавного пуска серии NJR5-ZX компании Чинт!

Устройство серии NJR5-ZX представляет собой устройство плавного пуска. Входное напряжение устройства (напряжение питающей сети) составляет 380 или 690 В переменного тока. Устройство работает стабильно и надежно, обладает высокой адаптивностью к нагрузкам и широко применяется в электроприводном оборудовании в металлургии, нефтяной, горнодобывающей, пищевой, цементной, нефтехимической и других отраслях, противопожарных, водопроводных и инженерных системах. Оно является оптимальной заменой традиционной системы пуска по схеме «звезда-треугольник» и систем пуска с использованием электромагнитных муфт сцепления.

Устройство плавного пуска серии NJR5-ZX предназначено для использования с трехфазным асинхронным двигателем переменного тока (далее – двигатель) и разработано с применением технологий силовой электроники, микропроцессорных технологий и принципов современной теории управления. Устройство реализует плавный пуск, плавный останов и другие функции управления двигателем путем регулирования напряжения тремя парами встречно-параллельных тиристоров, включенных между источником питания и управляемым двигателем. Устройство позволяет эффективно контролировать пусковой ток и пусковой момент двигателя.

Для достижения наилучшего результата перед запуском устройства плавного пуска обязательно ознакомьтесь с руководством по его эксплуатации. Для вашей безопасности и оптимальной работы устройства изучите и соблюдайте указания, отмеченные символами и в руководстве по эксплуатации. Если в процессе использования оборудования у вас возникли какие-либо сомнения, свяжитесь с нами, наши специалисты всегда готовы помочь.

Наша компания непрерывно оптимизирует и совершенствует устройства плавного пуска серии NJR5-ZX. Все внесенные изменения описаны в листе регистрации изменений в приложении C.

Предупреждения по технике безопасности

- При монтаже устройства плавного пуска в шкафу необходима установка вытяжного вентилятора, который обеспечит достаточную циркуляцию воздуха и продлит срок службы устройства.
- Когда для резервирования устройства плавного пуска используется преобразователь частоты, выходы обоих устройств должны быть изолированы друг от друга. Если для запуска двигателя используется преобразователь частоты, выход устройства плавного пуска должен быть отсоединен от двигателя и выхода преобразователя частоты; если для запуска двигателя используется устройство плавного пуска, выход преобразователя частоты должен быть отключен от двигателя и выхода устройства плавного пуска.
- После подачи питания на вход устройства плавного пуска при отключенной нагрузке на выходе устройства может присутствовать наведенное напряжение. Это связано с наличием токов утечки тиристоров и является нормальным явлением. После подключения к двигателю наведенное напряжение исчезает. Будьте осторожны: помните об опасности поражения электрическим током при использовании оборудования.
- Если в питающей устройство плавного пуска сети необходимо установить емкостное оборудование для компенсации реактивной мощности, такое оборудование следует подключать ко входу устройства плавного пуска. Подключение конденсаторов к выходу устройства строго запрещено и приведет к его повреждению.
- Категорически запрещается устанавливать устройство в среде, содержащей легковоспламеняющиеся, взрывоопасные и сильно агрессивные газы и конденсат.
- После включения устройства не прикасайтесь к его токопроводящим частям и не касайтесь устройства мокрыми руками.
- Любые работы по установке и обслуживанию устройства можно проводить только при отключенном питании.
- Не позволяйте детям играть с устройством или упаковкой от него.
- После установки устройства вокруг него должно оставаться достаточное свободное пространство с учетом требуемого безопасного расстояния.
- При монтаже устройства используйте стандартный кабель (с медной жилой) и стандартную конфигурацию периферийных устройств.
- Во избежание опасных происшествий монтаж и установка изделия должны производиться в строгом соответствии с требованиями руководства.
- После снятия упаковки всегда проверяйте комплектность изделия и отсутствие повреждений.
- При монтаже внешних цепей всегда изолируйте все оголенные участки, чтобы предотвратить случайное поражение электрическим током.
- Перед отправкой с завода-изготовителя устройство прошло строгие испытания на диэлектрическую прочность. Во избежание случайной утечки на корпус изделия надежно подключайте клемму заземления устройства к элементу заземления помещения.

СОДЕРЖАНИЕ

1 Назначение, область применения и характеристики 2
1.1 Осмотр после распаковки 2
1.2 Назначение 2
1.3 Области применения 2
1.4 Характеристики 2
1.5 Обозначение модели 3
1.6 Выбор изделия 3

2 Условия эксплуатации, монтажа, транспортировки и хранения 5
2.1 Условия эксплуатации, транспортировки и хранения 5
2.2 Условия монтажа 5

3 Основные технические параметры и рабочие характеристики 6

4 Конструкция и принцип работы 7
4.1 Структура и принцип работы устройства 7
4.2 Конструкция и принцип работы основных компонентов и функциональных блоков 8

5 Внешний вид, установочные размеры и масса 13
5.1 Форма и установочные размеры устройства плавного пуска 13
5.2 Масса устройства плавного пуска 15

6 Инструкции по монтажу, наладке и эксплуатации 16
6.1 Меры предосторожности при установке 16
6.2 Проверки до и после включения питания 16
6.3 Пробный запуск 16
6.4 Описание панели управления, опорной пластины и двери 16
6.5 Настройка функций 18
6.6 Журнал ошибок 19
6.7 Определение и описание параметров 20

7 Передача данных по стандарту RS485 40
7.1 Коммуникации 40
7.2 Условия передачи данных 41
7.3 Формат протокола 41
7.4 Проверка передачи данных 42
7.5 Описание функциональных кодов 43
7.6 Описание функциональных кодов исключения 49
7.7 Modbus адресация параметров устройства плавного пуска 49
7.8 Пример передачи данных по протоколу Modbus 54

8 Поиск и устранение неисправностей 55
8.1 Техническое обслуживание 55
8.2 Система защиты и профилактики ошибок 55
8.3 Поиск и устранение наиболее распространенных неисправностей 59
8.4 Анализ и устранение распространенных нестандартных режимов 63

Приложение A. Таблица рекомендованных характеристик периферийных устройств 64

Приложение B. Принципиальные схемы 65

1 Назначение, область применения и характеристики

1.1 Осмотр после распаковки

- Убедитесь, что модель устройства, указанная на паспортной табличке, соответствует заказу. В дополнение к самому устройству плавного пуска в каждой коробке также должно находиться руководство по эксплуатации.
- Убедитесь, что устройство плавного пуска не было повреждено во время транспортировки. При обнаружении каких-либо повреждений немедленно свяжитесь с поставщиком.

1.2 Назначение

Устройство преимущественно используется для плавного пуска и плавного останова двигателя. Устройство снижает пусковое напряжение и пусковой ток, обеспечивая более стабильный и надежный запуск двигателя, снижает воздействие на оборудование во время пуска, защищает оборудование от повреждений и продлевает срок его службы. Устройство плавного пуска также выполняет функцию комплексной защиты двигателя.

1.3 Области применения

Устройство предназначено для работы с обычными трехфазными асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором. Основные типы нагрузки двигателя: вентилятор, водяной насос, компрессор, шаровая мельница, дробилка и др.

1.4 Характеристики

1.4.1 Основные технические возможности

- **Семь режимов регулирования при пуске:** токоограничение, двойное токоограничение, линейное увеличение напряжения, линейное увеличение напряжения с начальным толчком, линейное увеличение момента, квадратичное увеличение момента, с разделением частоты. Правильный выбор режима и значений параметров пуска в соответствии с характеристиками нагрузки позволяет обеспечить максимально эффективный пуск двигателя.
- **Сглаживание бросков тока в толчковом режиме:** при переключении в нормальный режим пуска из режима толчка обеспечивается плавное изменение тока, что продлевает срок службы механических компонентов.
- **Режим управления моментом:** регулирование электромагнитного момента двигателя в режиме реального времени для более плавного роста скорости двигателя в процессе пуска.
- **Экономия энергии при малой нагрузке:** при выборе режима энергосбережения выходное напряжение устройства плавного пуска снижается, если двигатель работает с малой нагрузкой. При этом происходит: снижение магнитного потока двигателя → снижение тока намагничивания → сокращение потерь в магнитной системе → снижение тока статора → сокращение потерь в обмотке статора → снижение выходной мощности устройства плавного пуска и, следовательно, обеспечивается энергосбережение.
- **Вращение с низкой скоростью в прямом и обратном направлении** (тихий ход вперед и назад): путем соответствующего регулирования углов отпирания тиристоров обеспечивается возможность вращения с низкой скоростью в прямом и обратном направлениях при решении конкретных прикладных задач (например, для очистки насоса).
- **Функции торможения и остановки:** быстрый останов может быть реализован подачей постоянного тока на двигатель при решении конкретных прикладных задач.
- **Широкий диапазон входной частоты:** в режиме токоограничения частота питающего напряжения может быть от 35 до 60 Гц, что позволяет использовать устройство с генераторными установками.

1.4.2 Дополнительные функциональные возможности

- **Функция двойного ограничения тока:** в отдельных случаях, при высокой нагрузке, если двигатель не может запуститься с заданным ограничением пускового тока, предусмотрена возможность второй ступени ограничения тока (при этом ток второй ступени ограничения больше, чем ток первой ступени), чтобы запустить двигатель и вывести его на полную рабочую скорость.
- **Последовательный пуск двух или трех двигателей:** параметры второго и третьего двигателей определяются сигналами внешнего управления на цифровых входах IN1 и IN2; при этом пуск, останов и защита от перегрузки во время работы осуществляются в соответствии с параметрами второго и третьего двигателей. Данная функция особенно полезна в системах с двумя или тремя двигателями и двухскоростными двигателями.

- **Различные функции защиты:** устройство плавного пуска и двигатель надежно защищены при возникновении таких неисправностей, как потеря входной фазы, потеря фазы двигателя, дисбаланс токов, отклонение питания по частоте, перегрузка в рабочем режиме, превышение времени протекания пускового тока, перенапряжение питающей сети, пониженное напряжение питающей сети, блокировка ротора/короткое замыкание, пробой тиристора, перегрев двигателя по PTC, перегрев УПП, затянутый пуск и частые запуски.
- **Четыре типа настройки аналогового токового выхода:** 4–20 мА, 0–20 мА, 2–10 мА и 0–10 мА для большей совместимости с оборудованием и приборами систем промышленной автоматизации.
- **Встроенный интерфейс передачи данных RS485:** для обмена данными между устройством плавного пуска и компьютером верхнего уровня используется стандартный протокол Modbus, при этом степень автоматизации значительно повышается.

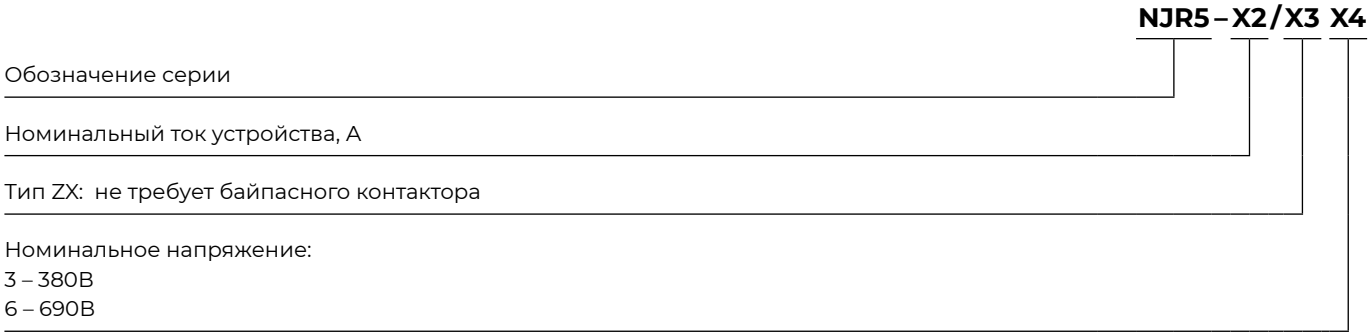
1.4.3 Удобство использования

- Удобные функции наладки: если выбран тип нагрузки (см. F2.00, F3.00 или F4.00), относящиеся к двигателю параметры пуска настраиваются автоматически для облегчения процесса отладки пользователем.
- Удобные функции при монтаже: предусмотрен специальный режим проверки трех входов и трех выходов, который облегчает процесс монтажа.
- Простота в эксплуатации: жидкокристаллический дисплей, понятный интерфейс и удобное управление.
- Функция записи 10 сообщений о неисправностях: регистрация рабочего состояния, температуры устройства, рабочего тока и рабочего напряжения в момент возникновения ошибки для удобства поиска и устранения неисправностей, анализа их причин и выбора необходимых решений.

1.4.4 Надежность

- Печатные платы защищены усовершенствованным покрытием, которое значительно повышает стабильность работы устройства.
- Конструкция с улучшенными характеристиками ЭМС, более высокой устойчивостью к электромагнитным помехам и высокой стабильностью работы.

1.5 Обозначение модели



Пример:

NJR5-150/ZX3 = устройство плавного пуска с номинальным током 150 А и номинальным напряжением 380 В. Рекомендуемым двигателем является трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором мощностью 75 кВт и номинальным напряжением 380 В.

1.6 Выбор изделия

См. таблицы 1.1a и 1.1b соответственно.

Таблица 1.1a

Таблица выбора для моделей NJR5-15/ZX3–NJR5-1000/ZX3

Модель устройства	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Номинальный ток двигателя, А	Номинальная мощность двигателя, кВт
NJR5-15/ZX3	380	15	15	7,5
NJR5-22/ZX3	380	22	22	11
NJR5-30/ZX3	380	30	29	15
NJR5-37/ZX3	380	37	36	18,5
NJR5-44/ZX3	380	44	42	22

Модель устройства	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Номинальный ток двигателя, А	Номинальная мощность двигателя, кВт
NJR5-60/ZX3	380	60	57	30
NJR5-74/ZX3	380	74	70	37
NJR5-90/ZX3	380	90	84	45
NJR5-110/ZX3	380	110	103	55
NJR5-150/ZX3	380	150	140	75
NJR5-180/ZX3	380	180	167	90
NJR5-220/ZX3	380	220	207	110
NJR5-264/ZX3	380	264	248	132
NJR5-320/ZX3	380	320	300	160
NJR5-370/ZX3	380	370	349	185
NJR5-440/ZX3	380	440	404	220
NJR5-500/ZX3	380	500	459	250
NJR5-560/ZX3	380	560	514	280
NJR5-630/ZX3	380	630	579	315
NJR5-710/ZX3	380	710	634	355
NJR5-800/ZX3	380	800	720	400
NJR5-900/ZX3	380	900	810	450
NJR5-1000/ZX3	380	1000	900	500

Таблица 1.1b

Таблица выбора для моделей NJR5-15/ZX6–NJR5-1000/ZX6

Модель устройства	Номинальное напряжение, В	Номинальный ток, А	Номинальный ток двигателя, А	Номинальная мощность двигателя, кВт
NJR5-15/ZX6	690	15	15	11
NJR5-22/ZX6	690	22	22	18,5
NJR5-30/ZX6	690	30	29	22
NJR5-37/ZX6	690	37	36	30
NJR5-44/ZX6	690	44	42	37
NJR5-60/ZX6	690	60	57	55
NJR5-74/ZX6	690	74	70	75
NJR5-90/ZX6	690	90	84	90
NJR5-110/ZX6	690	110	103	110
NJR5-150/ZX6	690	150	140	132
NJR5-180/ZX6	690	180	167	160
NJR5-220/ZX6	690	220	207	200
NJR5-264/ZX6	690	264	248	250
NJR5-320/ZX6	690	320	300	315
NJR5-370/ZX6	690	370	349	355
NJR5-440/ZX6	690	440	404	400
NJR5-500/ZX6	690	500	459	450
NJR5-560/ZX6	690	560	514	500
NJR5-630/ZX6	690	630	579	560
NJR5-710/ZX6	690	710	634	630
NJR5-800/ZX6	690	800	720	710
NJR5-900/ZX6	690	900	810	800
NJR5-1000/ZX6	690	1000	900	900

2 Условия эксплуатации, монтажа, транспортировки и хранения

2.1 Условия эксплуатации, транспортировки и хранения

- Рабочая температура окружающей среды от –10 до +40 °C. При температуре от +40 до +50 °C номинальный ток устройства снижается на 2 % каждый 1 °C.
- Температура хранения от –25 до +70 °C.
- Относительная влажность не должна превышать 95 % (при температуре от +20 до +65 C).
- Необходимо обеспечить отсутствие конденсата, горючих и взрывоопасных газов и проводящей пыли, а также достаточную вентиляцию.
- Если высота места установки устройства превышает 1000 м над уровнем моря, номинальный ток снижается на 0,5% на каждые 100 м в диапазоне от 1000 до 3000 м. Для размещения устройства на высоте более 3000 м потребуются специальные меры.
- Не допускается воздействие вибрации на устройство плавного пуска.
- Если температура окружающей среды в месте установки ниже –10 °C или на устройство не подавалось питание в течение 18 месяцев, перед началом работы его необходимо включить и прогреть в течение более 30 минут.

2.2 Условия монтажа

Для обеспечения достаточной вентиляции и отвода тепла при использовании устройства плавного пуска следует устанавливать устройство вертикально и оставлять вокруг него достаточное пространство для рассеивания тепла, как показано на рисунке 2.1.

Если устройство монтируется в шкафу, необходимо также предусмотреть вытяжной вентилятор, который обеспечит достаточную циркуляцию воздуха и продлит срок службы устройства.

К выполнению работ по установке устройства плавного пуска допускаются только квалифицированные специалисты. Перед подключением нагрузки внимательно изучите настоящее руководство.

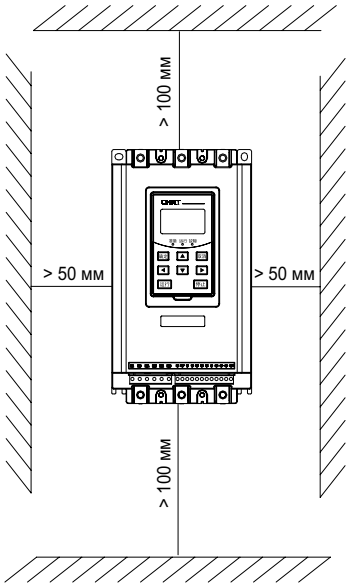


Рисунок 2.1. Необходимое свободное пространство вокруг устройства

Примечание. Если устройство монтируется в шкафу, необходимо также предусмотреть вытяжной вентилятор, который обеспечит достаточную циркуляцию воздуха.

3 Основные технические параметры и рабочие характеристики

Таблица 3.1.

Основные технические параметры и рабочие характеристики

Номер п/п	Технические характеристики	Показатели и данные
1	Напряжение питающей сети Ue	NJR5-□/ZX3: 380 В (от –15 % до +15 %) (323 В–437 В) NJR5-□/ZX6: 690 В (от –10 % до +10 %) (621 В–759 В)
2	Частота питающей сети	1. При пуске в режиме токоограничения (при питании от генератора): 35–60 Гц 2. При пуске в режиме без токоограничения: (50 ± 2) Гц и (60 ± 2) Гц
3	Двигатель	Стандартный трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором
4	Класс загрязнения	Уровень 3
5	Номинальное напряжение изоляции	NJR5-□/ZX3: 660 В NJR5-□/ZX6: 1000 В
6	Максимально допустимое импульсное напряжение	8 кВ
7	Режим охлаждения	Охлаждение воздушным потоком
8	Частота пусков	Рекомендуется установить почасовую норму количества пусков, не превышающую 10 пусков в час (чем выше нагрузка, тем меньше должна быть частота пусков). Если требуется высокая частота пусков, следует поддерживать более низкую температуру двигателя и устройства плавного пуска **Примечание.** В случае срабатывания защиты по превышению времени протекания пускового тока или защиты от перегрузки повторный запуск устройства возможен только через 30 минут
9	Сопротивление ударным нагрузкам	Вибрация менее 0,5 g
10	Класс по ЭМС	Класс A (промышленный)
11	Начальное напряжение	30–70 %Ue
12	Ограничение пускового тока	50–500 %Ie
13	Класс защиты от перегрузки	2, 10A, 10, 20 и 30
14	Релейные выходы	Три релейных выхода: реле разгона двигателя K1, параметрируемое реле состояния K2 и параметрируемое реле ошибки K3
15	Цифровые входы	Два параметрируемых цифровых входа: параметрируемая входная клемма IN1 и параметрируемая входная клемма IN2 Три цифровых входа: сигнал пуска RUN (Пуск), сигнал остановки STOP (Стоп) и сигнал аварийной остановки EMS (Аварийная остановка)
16	Аналоговый выход	Четыре возможности настройки: 4–20 мА, 0–20 мА, 2–10 мА и 0–10 мА
17	Аналоговый вход	Вход PTC термистора

4 Конструкция и принцип работы

4.1 Структура и принцип работы устройства

4.1.1 Общий вид устройства показан на рисунке 4.1.

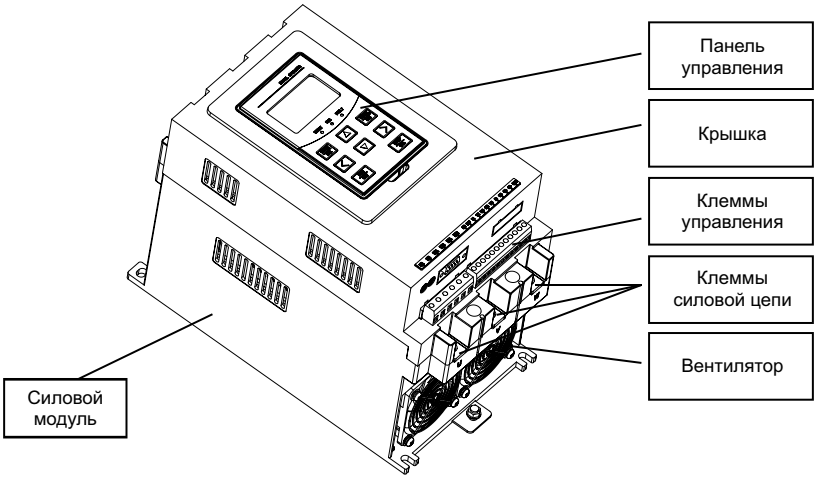


Рисунок 4.1. Общий вид

4.1.2 Принцип работы

Силовая электрическая схема устройства плавного пуска серии NJR5-▫/ZX содержит три пары встречно-параллельных тиристоров, каждая из которых последовательно включается в одну из фаз цепи статора двигателя переменного тока. Угол отпирания тиристоров регулируется микропроцессором MCU для соответствующего изменения выходного напряжения устройства и плавного пуска двигателя. После завершения пуска выходное напряжение устройства плавного пуска равно входному напряжению, а само устройство переключается в рабочий режим. Рисунок 4.2 иллюстрирует принцип работы устройства.

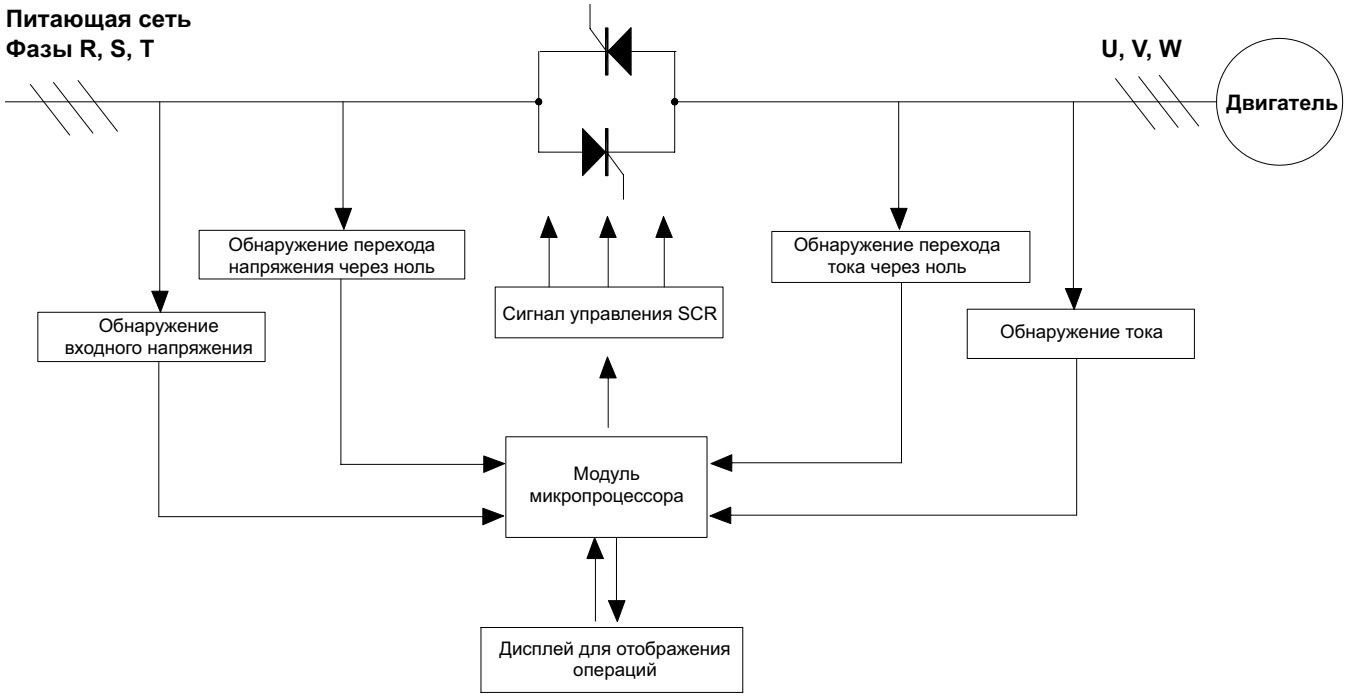


Рисунок 4.2. Принцип работы

4.2 Конструкция и принцип работы основных компонентов и функциональных блоков

4.2.1 Принципиальная схема подключения

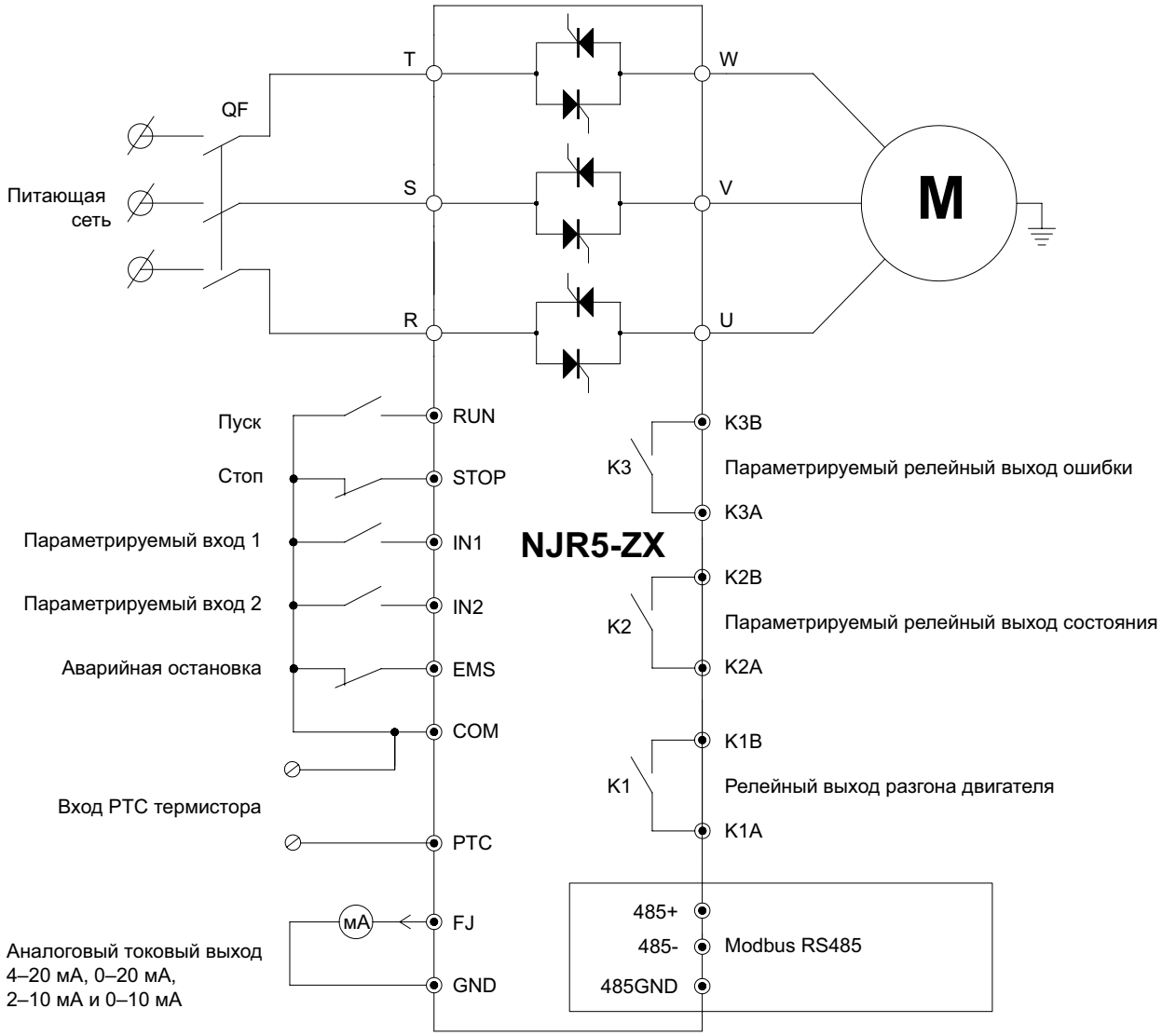
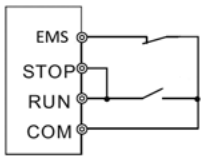
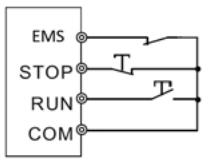


Рисунок 4.3 Схема внешних подключений





Примечание 1. При двухпроводном управлении для запуска УПП используйте общий НО контакт для клемм RUN/STOP. Для подачи сигнала используйте кнопки с фиксацией или схему с самоподхватом.

При трехпроводном управлении для включения устройства клеммы STOP и COM должны быть замкнуты. Двигатель запускается при замыкании клемм RUN и COM, останавливается при размыкании клеммы STOP. Для повторного включения нужно повторно замкнуть клеммы RUN и STOP. Для подачи сигналов используйте импульсные сигналы.

Примечание 2. Для проверки работы реле K2 и K3 можно изменить уставку функционального параметра F5.00 и определить фактическое состояние релейного выхода (замкнутое или разомкнутое). Подробнее см. в описании параметра F5.00.

4.2.2 Описание клемм силовой цепи

R, S, T	Вход устройства плавного пуска подключается к трехфазному источнику питания переменного тока.
U, V, W	Выход устройства плавного пуска подключается к статору трехфазного асинхронного двигателя.

4.2.3 Описание клемм управления

Таблица 4.1.

Описание клемм управления

Название клеммы	Тип клеммы	Подробное описание
K1A, K1B	Реле K1 разгона двигателя – выхода на рабочий режим (по умолчанию разомкнуто)	Реле 5 А/250 В переменного тока. Для управления контактором с более высоким током управления требуется промежуточное реле. Когда устройство плавного пуска переключается в рабочий режим, клеммы K1A и K1B замыкаются.
K2A, K2B	Параметрируемое реле состояния K2 (по умолчанию разомкнуто)	Реле 3 А/250 В переменного тока. Для управления контакторами с более высоким током управления требуется промежуточное реле. Действие реле определяется функциональными параметрами F5.00 и F5.13. Если параметр F5.00 равен 0, клеммы K2A и K2B замыкаются при реализации назначенного состояния; если F5.00 равен 1, клеммы K2A и K2B при срабатывании реле размыкаются. **Пример:** Если F5.00 установлен на 0, а для параметра F5.13 задано значение 2 (рабочий режим), то, когда устройство плавного пуска переходит в заданное состояние, клеммы K2A и K2B замыкаются, в других рабочих состояниях они разомкнуты. Если параметр F5.00 установлен на 1, а для параметра F5.13 задано значение 2 (рабочий режим), то, когда устройство плавного пуска переходит в заданное состояние, клеммы K2A и K2B размыкаются. В любом другом рабочем состоянии клеммы K2A и K2B замкнуты.
K3A, K3B	Параметрируемое реле ошибки K3 (по умолчанию разомкнуто)	Реле 3 А/250 В переменного тока. Для управления контакторами с более высокой мощностью управления требуется промежуточное реле. Действие реле определяется функциональными параметрами F5.00 и F5.14. Когда F5.00 равен 0, клеммы K3A и K3B замыкаются при возникновении назначенной ошибки. Когда F5.00 равен 1, клеммы K3A и K3B при срабатывании реле размыкаются. **Пример:** Если F5.00 установлен на 0, а для параметра F5.14 задано значение 0 (любая ошибка или аварийный сигнал), то клеммы K3A и K3B замыкаются при возникновении любой ошибки или аварийного сигнала в устройстве плавного пуска и размыкаются при отсутствии ошибок или аварийных сигналов. Если F5.00 установлен на 1, а для параметра F5.14 задано значение 0 (любая ошибка или аварийный сигнал), клеммы K2A и K2B размыкаются при возникновении любой ошибки или аварийного сигнала в устройстве плавного пуска. При отсутствии ошибок или аварийных сигналов клеммы K3A и K3B замкнуты.
RUN	Клемма пуска RUN	В качестве опорной точки используется клемма COM. Если разрешен запуск через клеммы внешнего управления, команда пуска реализуется, когда клеммы RUN и STOP замкнуты одновременно в течение времени, превышающего установленные значения параметров F5.07 и F5.09. Если клемма STOP разомкнута в течение времени, превышающего значение параметра F5.10, реализуется команда остановки. **Примечание.** Категорически запрещается подключать внешний источник питания переменного/постоянного тока.
STOP	Клемма остановки STOP	
IN1	Параметрируемая входная клемма IN1	Клемма COM используется в качестве опорной точки, функция определяется параметром F5.01. **Примечание.** Категорически запрещается подключать внешний источник питания переменного/постоянного тока.
IN2	Параметрируемая входная клемма IN2	Клемма COM используется в качестве опорной точки, функция определяется параметром F5.02. **Примечание.** Категорически запрещается подключать внешний источник питания переменного/постоянного тока.

Название клеммы	Тип клеммы	Подробное описание
EMS	Аварийная остановка EMS	Клемма COM используется в качестве опорной точки. Если обнаруживается, что клемма EMS разомкнута с клеммой COM в течение времени, превышающего установленное значение параметра F5.12, выводится сообщение об ошибке «Разомкнута цепь клеммы аварийной остановки». **Примечание.** Категорически запрещается подключать внешний источник питания переменного/постоянного тока.
COM	Клемма внешнего управления	Клемма общей опорной точки для сигналов клемм RUN, STOP, IN1, IN2, EMS и PTC.
PTC	Входная клемма датчика температуры двигателя – PTC термистора	Клемма COM используется в качестве опорной точки для тепловой защиты двигателя. Общее сопротивление цепи датчика температуры двигателя: 200–750 Ом при температуре 25 °C. Если общее сопротивление превышает 3,1 кОм, выдается сообщение о перегреве двигателя. Сообщение удаляется, когда общее сопротивление опускается ниже 1,5 кОм.
AO	Клемма аналогового выхода	В качестве опорной точки используется клемма заземления GND. Тип аналогового выхода для клеммы AO определяется параметром F6.00. Предусмотрено четыре типа выхода: 4–20 мА, 0–20 мА, 2–10 мА и 0–10 мА. Функция аналогового выхода AO определяется параметром F6.01: максимальный ток двигателя 500% Ie, максимальный ток двигателя 200% Ie, максимальный ток двигателя 100% Ie, напряжение главной цепи [В], температура устройства плавного пуска [°C], коэффициент мощности и электромагнитный момент (100 %). Подробности см. в описании параметров F6.00 и F6.01.
GND	Рабочее заземление	Аналоговый выход AO также использует эту клемму для подключения
485+	Клемма 485+ интерфейса передачи данных RS485	Клемма 485+ подключается к дифференциальной положительной клемме компьютера верхнего уровня.
485–	Клемма 485– интерфейса передачи данных RS485	Клемма 485- подключается к дифференциальной отрицательной клемме компьютера верхнего уровня.
485GND	Клемма заземления 485GND интерфейса передачи данных	Для повышения надежности связи клемма заземления 485GND подключается к земле дифференциального источника питания компьютера верхнего уровня так, чтобы заземление линии передачи данных устройства плавного пуска было напрямую связано с заземлением линии передачи данных компьютера верхнего уровня.

4.2.4 Внешний вид клемм управления

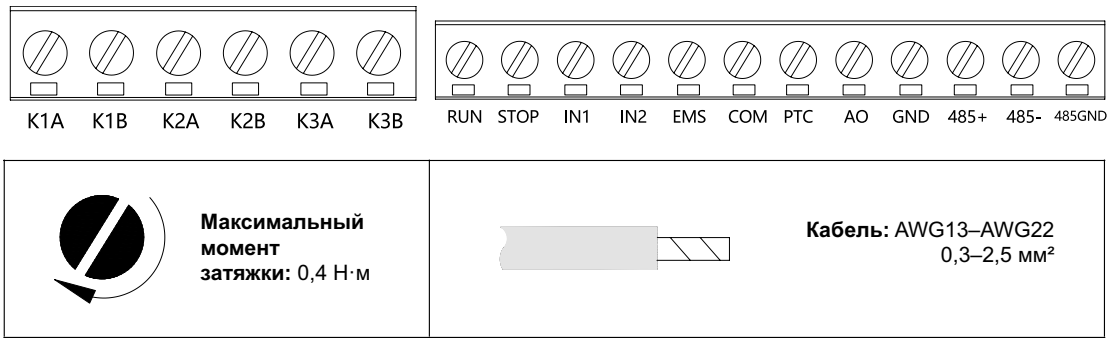


Рисунок 4.4 Клеммы управления

4.2.5 Соединения в силовой цепи

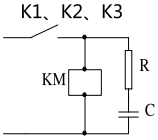
Примечание. Автоматический выключатель должен быть установлен в шкафу. Как правило, номинальный ток автоматического выключателя должен быть в 1,2 раза выше номинального тока устройства плавного пуска.

Рисунок 4.5. Соединения в силовой цепи

4.2.6 Важные требования при подключении силовой цепи

Уровень опасности	Подробное описание
⚡	▸ Категорически запрещается подключать конденсаторы непосредственно к выходным клеммам (U, V, W) устройства плавного пуска!
	▸ Если двигатель вращается в неправильном направлении, необходимо поменять местами любые две фазы из трех (U, V и W)!
	▸ Кабели (с медными жилами) главной цепи должны соответствовать действующим стандартам. Рекомендованные значения приведены для справки в Приложении A.
	▸ Если требованиями стандарта предусмотрено использование оборудования для защиты от тока утечки (автоматический выключатель тока утечки), необходимо при его установке во избежание непреднамеренного срабатывания при включении питания проверять его совместимость с другим защитным оборудованием.
⚠	▸ Не используйте включение/выключение цепи питания для пуска и остановки устройства плавного пуска. После подачи питания на устройство плавного пуска используйте клеммы внешнего управления, панель управления на устройстве плавного пуска или дистанционные средства для управления плавным пуском и остановкой двигателя.
	▸ Устройство плавного пуска должно быть заземлено в соответствии с действующими требованиями по току утечки, включая надежное заземление корпуса. Если к одной и той же линии заземления подключены несколько устройств плавного пуска, каждое из них должно быть заземлено отдельно!
	▸ Силовой кабель должен быть изолирован от слаботочной цепи (детектор, ПЛК, измерительный прибор). Рекомендуется использовать кабели питания сечением более 20 мм. Кабели должны быть проложены вертикально как можно дальше друг от друга.

4.2.7 Важные требования при подключении цепи управления

Уровень опасности	Подробное описание
	▸ Запрещается подавать внешнее питание на какие-либо клеммы, за исключением клемм K1A, K1B, K2A, K2B, K3A и K3B!
	▸ При присутствии команды пуска после возобновления питания или после ручного сброса ошибки двигатель запустится автоматически!
	▸ Слаботочные линии и сильноточные линии питания должны располагаться на расстоянии более 20 мм друг от друга. Линии перекрестной проводки должны располагаться перпендикулярно друг другу.
	▸ Если для управления внешними контакторами используются клеммы релейных выходов K1, K2 и K3, рекомендуется подключить резистивно-емкостную цепь параллельно катушке контактора, чтобы эффективно ограничить перенапряжение, возникающее во время срабатывания контактора, и повысить надежность системы. См. схему ниже:  R: 10–100 Ом; C: 0,01–1 мкФ

5 Внешний вид, установочные размеры и масса

5.1 Форма и установочные размеры устройства плавного пуска

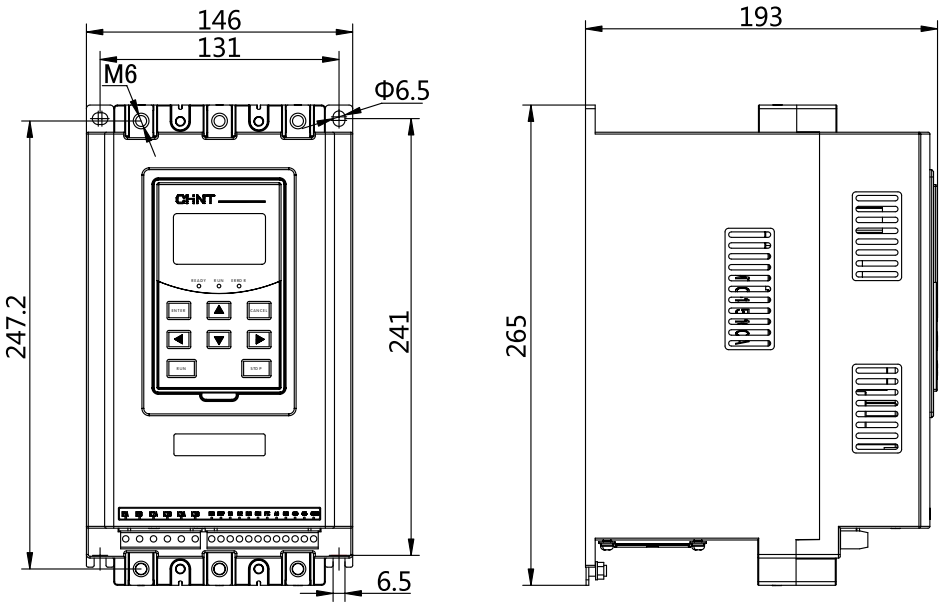


Рисунок 5.1. Общий компоновочный и установочный габаритный чертеж для устройств моделей NJR5-15/ZX3–NJR5-90/ZX3 и NJR5-15/ZX6–NJR5-90/ZX6

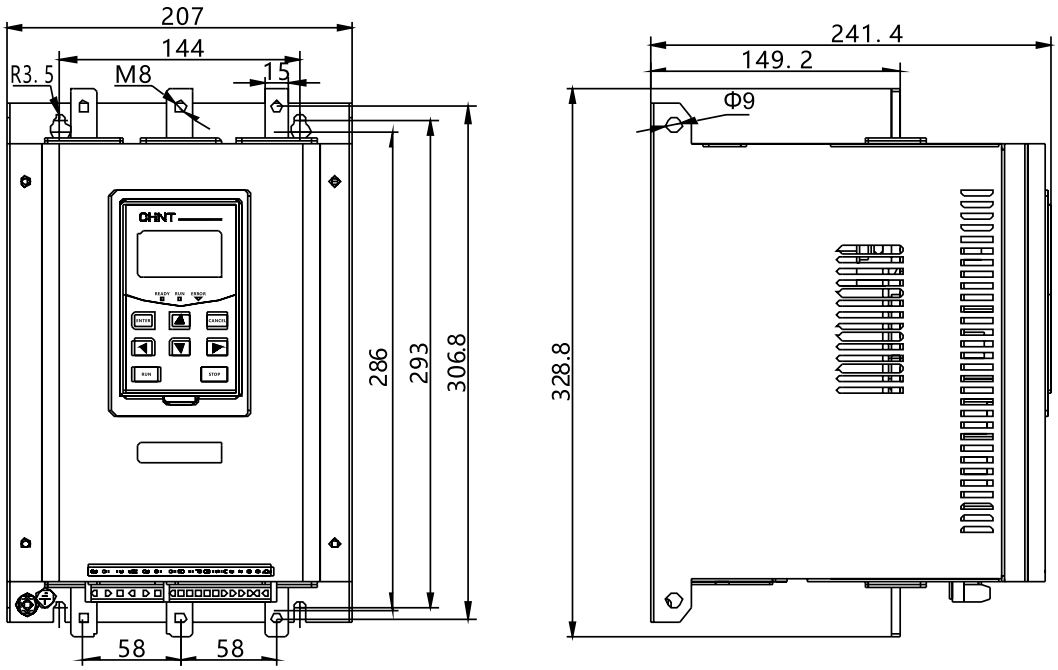


Рисунок 5.2. Общий компоновочный и установочный габаритный чертеж для устройств моделей NJR5-110/ZX3–NJR5-150/ZX3 и NJR5-110/ZX6–NJR5-150/ZX6

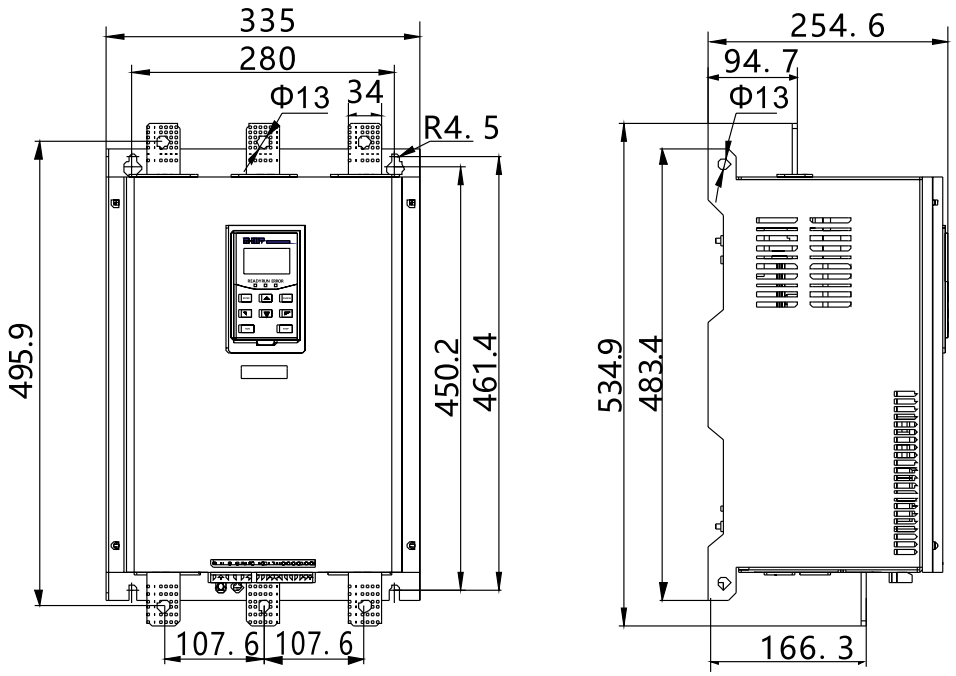


Рисунок 5.3. Общий компоновочный и установочный габаритный чертеж для устройств моделей NJR5-180/ZX3–NJR5-370/ZX3 и NJR5-180/ZX6–NJR5-370/ZX6

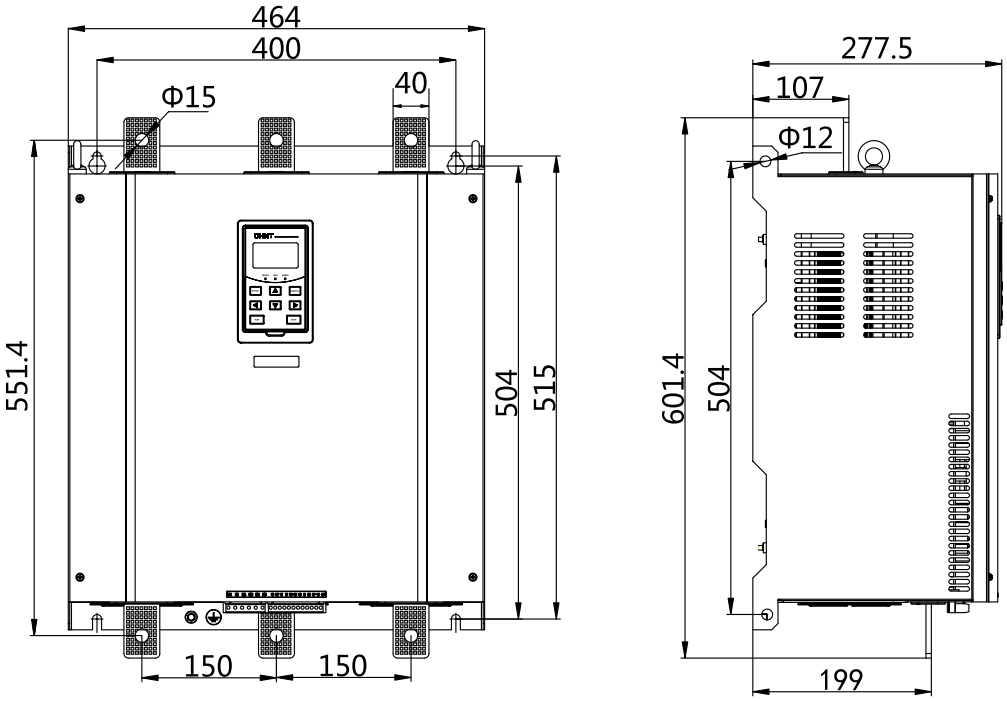


Рисунок 5.4. Общий компоновочный и установочный габаритный чертеж для устройств моделей NJR5-440/ZX3–NJR5-710/ZX3 и NJR5-440/ZX6–NJR5-710/ZX6

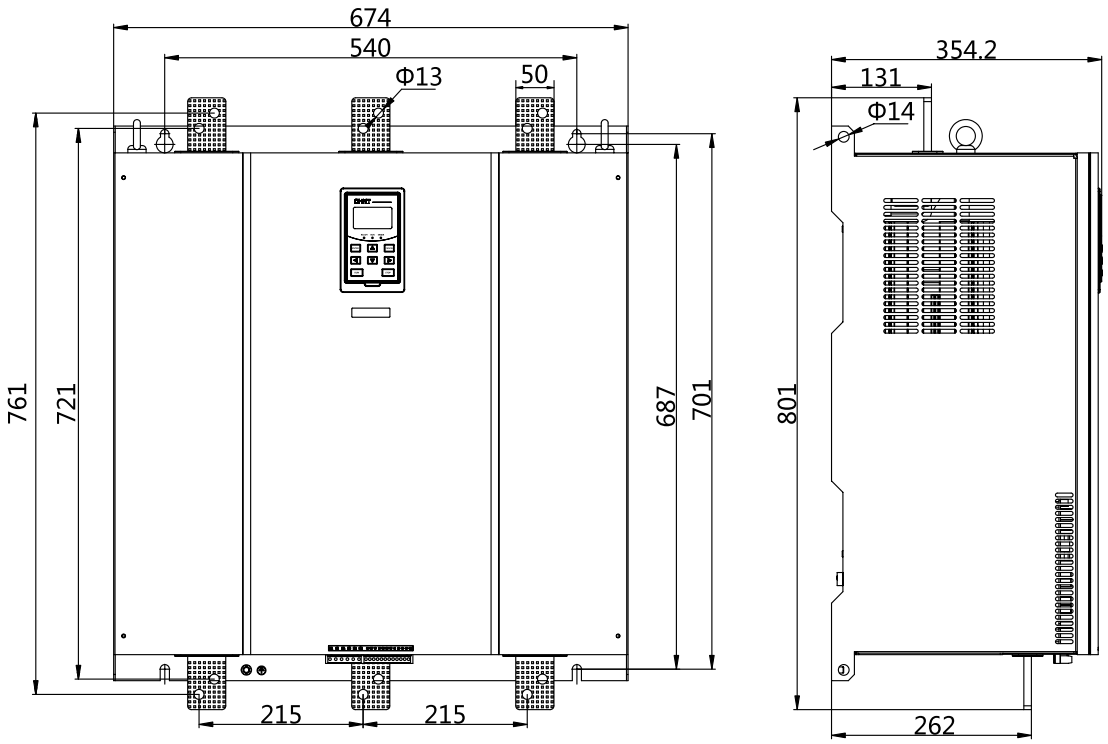


Рисунок 5.5. Общий компоновочный и установочный габаритный чертеж для устройств моделей NJR5-800/ZX3–NJR5-1000/ZX3 и NJR5-800/ZX6–NJR5-1000/ZX6

5.2 Масса устройства плавного пуска

Таблица 5.1.

Масса устройства плавного пуска

Модель	Масса нетто	Масса брутто	Примечания
NJR5-15/ZX3–NJR5-90/ZX3, NJR5-15/ZX6–NJR5-90/ZX6	6,2 кг	6,7 кг	Рисунок 5.1
NJR5-110/ZX3–NJR5-150/ZX3, NJR5-110/ZX6–NJR5-1 50/ZX6	10,2 кг	10,8 кг	Рисунок 5.2
NJR5-180/ZX3–NJR5-370/ZX3, NJR5-180/ZX6–NJR5-370/ZX6	24,5 кг	26,5 кг	Рисунок 5.3
NJR5-440/ZX3–NJR5-710/ZX3, NJR5-440/ZX6–NJR5-710/ZX6	39,6 кг	42,6 кг	Рисунок 5.4
NJR5-800/ZX3–NJR5-1000/ZX3, NJR5-800/ZX6–NJR5-1000/ZX6	80 кг	84 кг	Рисунок 5.5

6 Инструкции по монтажу, наладке и эксплуатации

6.1 Меры предосторожности при установке

Перед установкой устройства плавного пуска прочтите требования к условиям установки, параметрам и другим аспектам, приведенные в предыдущих главах.

6.2 Проверки до и после включения питания

6.2.1 Проверка перед включением питания

- Убедитесь, что соединения выполнены верно. Проверьте их контакты и соединение клеммы заземления.
- Убедитесь в отсутствии короткого замыкания или замыкания на землю между клеммами и открытыми токоведущими частями.
- Убедитесь, что тип двигателя соответствует требованиям устройства плавного пуска.
- Убедитесь, что изоляция двигателя соответствует требованиям.
- С помощью мультиметра проверьте отсутствие короткого замыкания на трех фазах питания (R, S и T).

  Примечание. Для устройств плавного пуска моделей NJR5-ZX6, в которых вход встроенного трансформатора соединен с клеммами S и T главной цепи, статическое сопротивление при проверке клемм S и T должно составлять 40–500 Ом.

6.2.2 Проверка после включения питания

- После включения питания на панели управления должно отобразиться сообщение Ready (Готов).
- ⚠ Параметр F2.01. Убедитесь, что установленный номинальный ток двигателя соответствует номинальному току, указанному на заводской табличке двигателя. Если настройка не соответствует данным на паспортной табличке, немедленно измените настройку. В противном случае двигатель может выйти из строя.
- Присутствие наведенного напряжения на выходных клеммах U, V и W устройства плавного пуска, не подключенного к двигателю, при подаче на него питания является нормальным явлением. Наведенное падение напряжения исчезает при подключении двигателя.

6.3 Пробный запуск

- После проведения проверок можно провести пробный запуск. При поступлении с завода-изготовителя по умолчанию используется режим управления от локальной панели и от клемм внешнего управления.
- Убедитесь, что направление вращения двигателя соответствует требованиям.
- Проверьте стабильность вращения двигателя (без вибрации и чрезмерного шума).
- Если при пуске двигателя обнаружены отклонения, отрегулируйте параметры F2.02 (режим пуска первого двигателя), F2.04 (ограничение тока первого двигателя), F2.07 (начальное напряжение первого двигателя), F2.08 (время плавного пуска первого двигателя) и т. д.
- Если температура окружающей среды в месте установки устройства ниже –10 °C или на устройство не подавалось питание в течение 18 месяцев, перед началом работы его необходимо включить и прогреть более 30 минут.
- ⚠ Если при работе устройства плавного пуска или двигателя обнаружены отклонения или неисправности, немедленно прекратите работу и установите причину в соответствии с фактическим состоянием оборудования.
- ⚠ Если во время плавного пуска выводятся сообщения о превышении времени протекания пускового тока, перегрузке при работе или срабатывании других защит, температура двигателя может превысить норму. Перед повторным пуском двигателя требуется достаточное время паузы для охлаждения двигателя (обычно более 30 минут). В противном случае двигатель может быть поврежден.
- ⚠ Не прикасайтесь к клеммам управления и клеммам силовой цепи.

6.4 Описание панели управления, опорной пластины и двери

- На рисунке 6.1a) показан внешний вид панели управления.
- На рисунке 6.1b) показан габаритный чертеж установки панели управления (вырез в двери шкафа). Панель управления может быть установлена непосредственно на двери шкафа.

  Примечание. Если панель управления устанавливается на дверь шкафа, толщина двери (включая толщину лакокрасочного покрытия) должна составлять менее 2 мм. В противном случае встраивание панели будет затруднено.

- На рисунке 6.2a) схематически изображена опорная пластина. Панель управления можно установить на опорную пластину.
- На рисунке 6.2b) показан габаритный чертеж установки опорной пластины (вырез в двери шкафа). Опорную пластину (вместе с панелью управления) можно установить на двери шкафа.

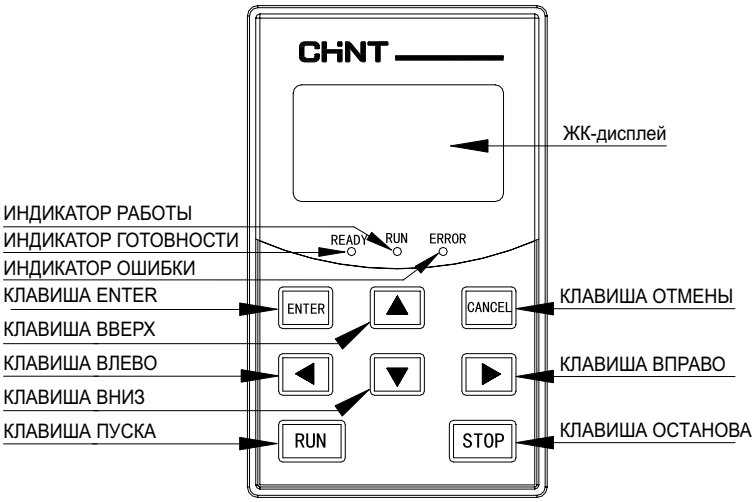


Рисунок 6.1a). Внешний вид панели управления

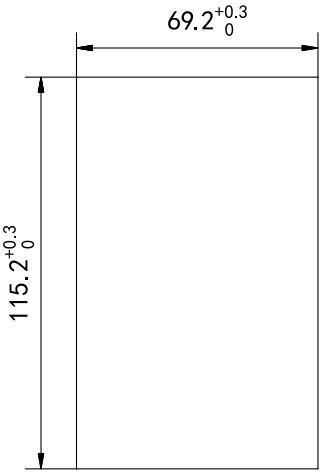


Рисунок 6.1b). Чертеж установки панели управления (вырез в двери шкафа)

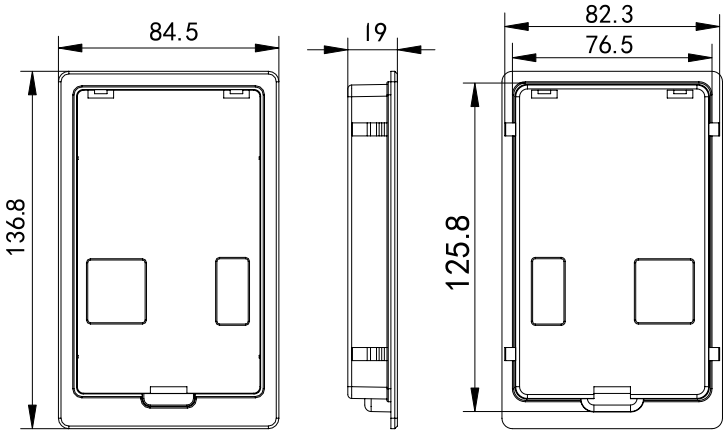


Рисунок 6.2a). Изображение опорной пластины

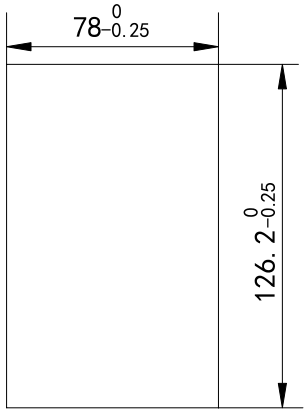


Рисунок 6.2b). Чертеж установки опорной пластины (вырез в двери шкафа)

Панель управления может быть установлена непосредственно на двери шкафа или сначала на опорной пластине, а затем вместе на двери шкафа. В процессе установки панель управления следует извлечь из верхней крышки устройства и установить на дверь шкафа (панель может быть установлена непосредственно на дверь шкафа или сначала на опорную пластину). Для подсоединения панели управления, установленной на двери шкафа, используется удлиненный внешний провод. Максимальная длина провода составляет 10 м. Если она превышает 10 м, требуется специальная настройка устройства.

Описание клавиш на панели управления

- КЛАВИША RUN: клавиша запуска устройства.
- КЛАВИША STOP: клавиша остановки или сброса ошибки.
- КЛАВИША ENTER: клавиша входа в меню группы параметров, а также подтверждения и сохранения измененных данных параметров.
- КЛАВИШИ НАВИГАЦИИ ВВЕРХ И ВНИЗ: при выборе меню клавиши используются для перелистывания отображаемых страниц; при настройке конкретных параметров клавиши используются для увеличения или уменьшения значений; в главном интерфейсе клавиши используются для переключения между различными экранами мониторинга.

- КЛАВИШИ НАВИГАЦИИ ВЛЕВО и ВПРАВО: при настройке конкретных параметров клавиши используются для выбора настроек; в главном интерфейсе клавиша вправо используется для удаления информации об ошибке, а клавиша влево используется для восстановления заводских значений параметров.
- КЛАВИША CANCEL: клавиша возврата в предыдущее меню или отмены настройки параметров.

Описание индикаторов на панели управления

Индикаторы	Описание
Индикатор готовности READY	Индикатор готовности READY горит, когда устройство находится в состоянии готовности. Во время задержки пуска индикатор готовности READY мигает. Если устройство не находится в вышеуказанных состояниях, индикатор готовности READY не горит.
Индикатор работы RUN	Индикатор работы RUN горит, когда устройство находится в рабочем режиме. В условиях плавного пуска, плавного останова, торможения постоянным током, вращения вперед и назад на низкой скорости индикатор работы RUN мигает. Если устройство не находится в вышеуказанных состояниях, индикатор работы RUN не горит.
Индикатор ошибки ERROR	Индикатор ошибки ERROR горит, когда устройство находится в состоянии ошибки. При наличии аварийного сигнала индикатор ошибки ERROR мигает. Если устройство не находится в вышеуказанных состояниях, индикатор ошибки ERROR не горит.
Примечание. Время до выключения подсветки ЖК-дисплея определяется параметром F8.01 (время до автоматического выключения подсветки ЖК-дисплея).	

6.5 Настройка функций

Ниже приводятся инструкции по возврату к заводским значениям параметров, сбросу ошибок, запросу журнала ошибок и настройке параметров. Возврат к заводским значениям параметров показан на рисунке 6.3a). Сброс ошибок показан на рисунке 6.3b). Настройка параметров показана на рисунке 6.3c. Запрос журнала ошибок показан на рисунке 6.3d.

Если в состоянии настройки ни одна из клавиш не нажимается в течение более 1 минуты, система автоматически выходит из состояния настройки.

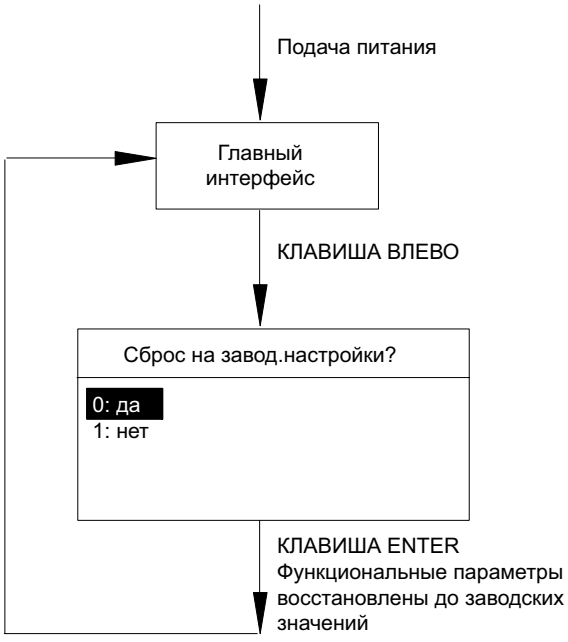


Рисунок 6.3a). Восстановление заводских значений параметров

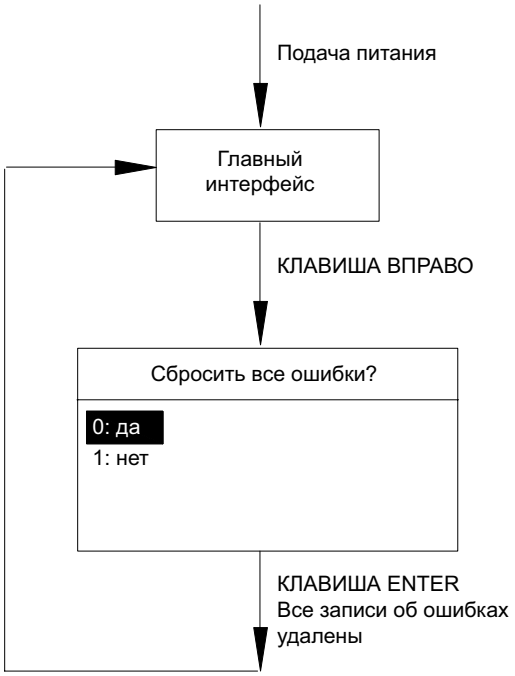


Рисунок 6.3b). Сброс ошибок

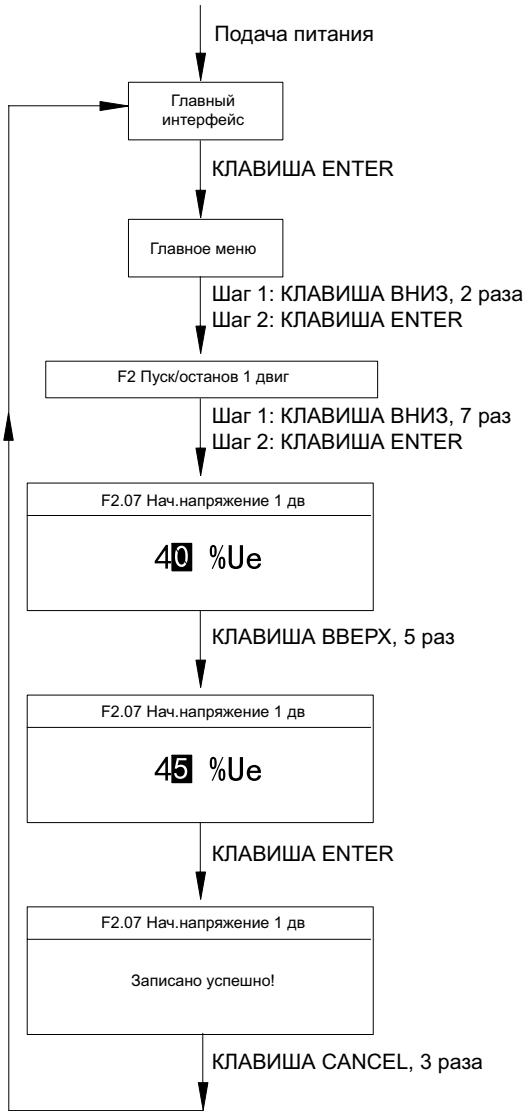


Рисунок 6.3c). Настройка параметров

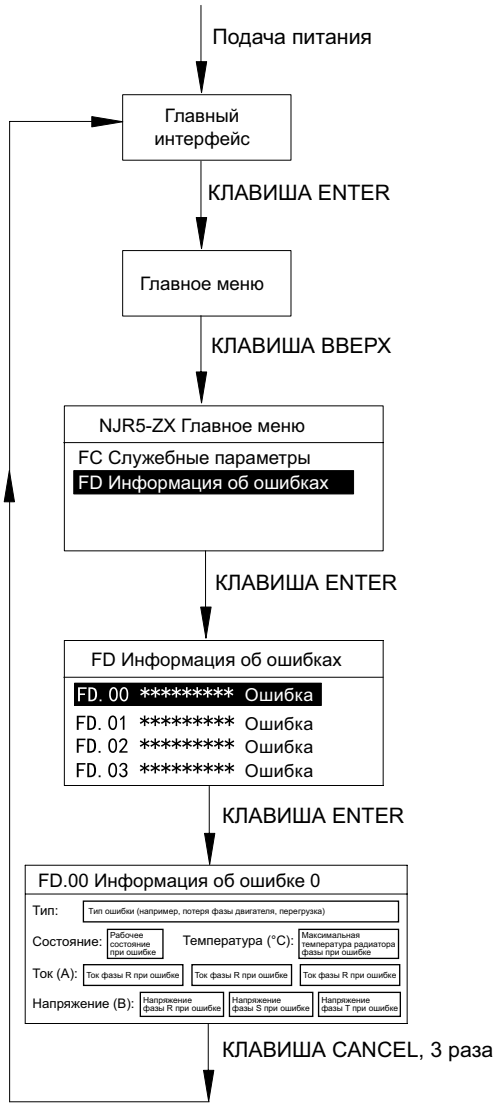


Рисунок 6.3d). Запрос журнала ошибок

6.6 Журнал ошибок

При выводе сообщения об ошибке перейдите в группу FD и проверьте информацию об ошибках FD.00–FD.09. В рабочем интерфейсе FD.00–FD.09 нажмите Confirm (Подтвердить), чтобы перейти в интерфейс групп информации об ошибках, где указаны типы ошибок, рабочее состояние до ошибки, максимальная температура устройства до ошибки, фазный ток в момент ошибки и фазное напряжение в момент ошибки. Подробнее см. рисунок 6.4.

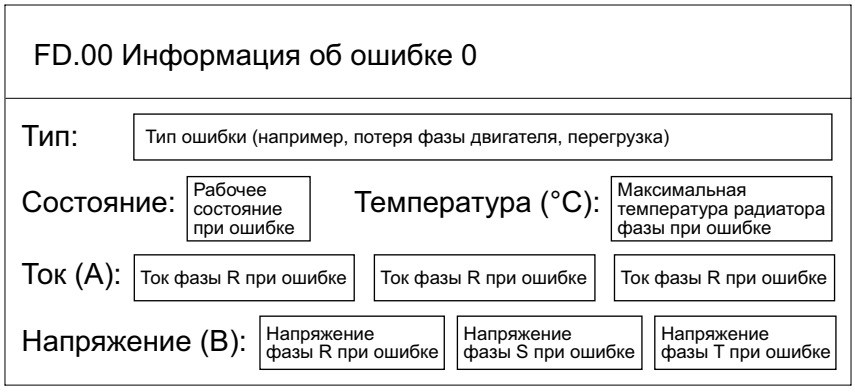


Рисунок 6.4. Запись в журнале ошибок

6.7 Определение и описание параметров

6.7.1 Пояснения к единицам измерения и символам (см. таблицу 6.1)

Таблица 6.1.

Пояснения к единицам измерения и символам

Название единицы измерения / символа	Пояснение
V	Единица измерения напряжения: вольт (В)
A	Единица измерения силы тока: ампер (А)
kW	Единица измерения активной мощности: киловатт (кВт)
VA	Единица измерения реактивной мощности: киловольт-ампер (кВАр)
kVA	Единица измерения полной мощности: киловольт-ампер (кВА)
MWH	Единица измерения энергии: мегаватт·час (МВт·ч)
kWH	Единица измерения энергии: киловатт·час (кВт·ч)
Hz	Единица измерения частоты: герц (Гц)
kH	Единица измерения времени: тысяча часов
H	Единица измерения времени: час (ч)
s	Единица измерения времени: секунда (с)
ms	Единица измерения времени: миллисекунда (мс)
μs	Единица измерения времени: микросекунда (мкс)
°C	Единица измерения температуры: градус Цельсия
Us	Номинальное напряжение цепи управления устройства плавного пуска
Ue	Номинальное напряжение двигателя
In	Номинальный ток устройства плавного пуска
Ie	Номинальный ток двигателя
Te	Номинальный крутящий момент двигателя
RPM	Скорость вращения двигателя, число оборотов в минуту (об/мин)
SS	SS – аббревиатура для обозначения устройства плавного пуска
SCR	SCR – аббревиатура для обозначения тиристора

6.7.2 Описание параметров

В устройстве плавного пуска предусмотрены следующие группы параметров: группа заводских параметров F0, группа управления пуском/остановом F1, группа пуска/останова первого двигателя F2, группа пуска/останова второго двигателя F3, группа пуска/останова третьего двигателя F4, группа клемм внешнего управления F5, группа аналогового выхода F6, группа параметров защиты F7, группа интерфейса F8, группа параметров передачи данных F9, группа запроса информации о состоянии FA, группа расширения FB, группа служебных параметров FC, группа запроса информации об ошибках / аварийных сигналах FD. Всего предусмотрено 14 групп функциональных параметров. Подробнее см. в таблице 6.2. Группа F0 не описана, поскольку содержит параметры с доступом только для производителя.

Примечание. Изменять функциональные параметры можно только в состоянии готовности или состоянии ошибки. Изменение значений параметров в других состояниях недоступно.

Таблица 6.2

Описание параметров

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
Группа F1: группа управления пуском/остановом				
F1.00	Канал пуска/ останова	0: клеммы внешнего управления 1: локальная панель 2: дистанционное управление 3: внешнее + локальное управление 4: внешнее + дистанционное управление 5: локальное + дистанционное управление 6: внешнее + локальное + дистанционное управление 7: запретить пуск	3: внешнее + локальное управление	Клеммы внешнего управления: пуск и останов осуществляются замыканием или размыканием клемм внешнего управления RUN, STOP и COM. Локальная панель: пуск и останов осуществляются с использованием локальной панели управления. Дистанционное управление: пуск и останов осуществляются с использованием интерфейса передачи данных 485, который передает данные на компьютер верхнего уровня через клеммы внешнего управления 485+ и 485–. Для запуска или остановки двигателя можно выбрать разные каналы пуска/останова. **Примечание.** Для пуска используется заданное значение. Останов может быть произведен только при получении действительного сигнала от клемм внешнего управления, локальной панели или средства дистанционного управления, не связанного с настройкой параметра F1.00.
F1.01	Задержка пуска	1–999 с	1 с	Двигатель запустится и будет постепенно ускоряться до перехода в рабочий режим после получения действительного сигнала пуска и истечения времени задержки F1.01. Во время задержки пуска светодиод готовности READY на панели мигает до окончания времени задержки.
F1.02	Количество запускаемых двигателей	0: один двигатель 1: два двигателя 2: три двигателя	0: один двигатель	0: устройство плавного пуска запускает только один двигатель. 1: устройство плавного пуска последовательно запускает два двигателя (параметры двигателей можно установить с помощью групп F2 и F3). 2: устройство плавного пуска последовательно запускает три двигателя (параметры двигателей можно установить с помощью групп F2, F3 и F4).
F1.03	Вращение на низкой скорости в прямом направлении с регулированием мощности	(10–100) %Ie	40 %Ie	Двигатель будет работать на низкой скорости в соответствии с мощностью, скоростью и направлением вращения, заданными в параметрах F1.03–F1.06, если для параметра F5.01 или F5.02 установлено значение Low forward (Вращение на низкой скорости в прямом направлении) или Low reverse (Вращение на низкой скорости в обратном направлении), а клемма внешнего управления IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM. **Примечание 1.** Если скорость двигателя не соответствует требованиям, можно дополнительно настроить параметры F1.03 или F1.05. **Примечание 2.** Немедленно прекратите применение, если двигатель сильно вибрирует.
F1.04	Вращение на низкой скорости в прямом направлении с регулированием скорости	0: 15 % от ном. скорости 1: 7% от ном. скорости	0: 15 % от ном. скорости	
F1.05	Вращение на низкой скорости в обратном направлении с регулированием мощности	(10–100) %Ie	40 %Ie	
F1.06	Вращение на низкой скорости в обратном направлении с регулированием скорости	0: 20 % от ном. скорости 1: 10 % от ном. скорости	0: 20 % от ном. скорости	

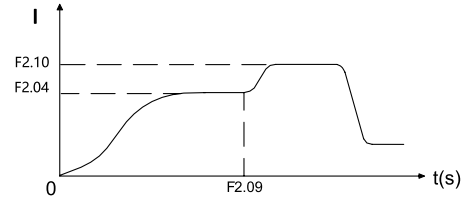
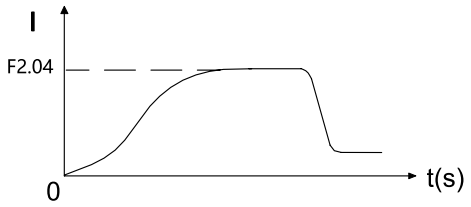
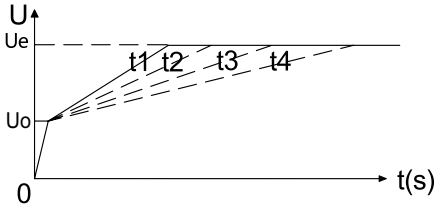
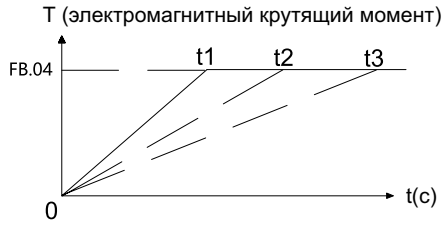
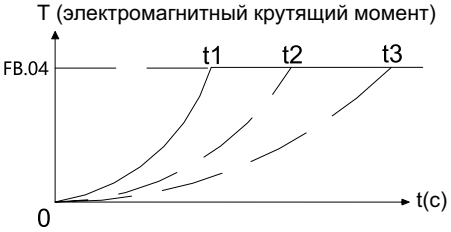
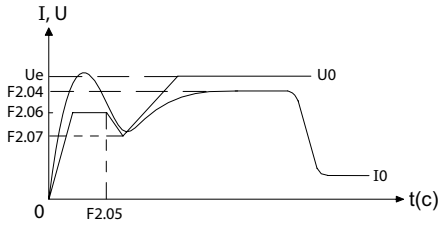
<table>
<tr><th>Код</th><th>Описание</th><th>Диапазон настройки</th><th>Значение по умолчанию</th><th>Подробные сведения о параметрах</th></tr>
<tr><td colspan="5">Группа F2: группа пуска/останова первого двигателя
Примечание. Параметры по умолчанию данной таблицы действительны только для F2 и не применяются для F3 и F4.</td></tr>
<tr><td>F2.00</td><td>Выбор типа нагрузки для двигателя № 1</td><td>0: нагрузка не определена
1: погружной насос
2: центробежный насос
3: гидравлический насос
4: осевой вентилятор
5: центробежный вентилятор
6: смеситель
7: компрессор
8: дробилка
9: шаровая мельница
10: ленточный конвейер
11: резерв</td><td>0: нагрузка не определена</td><td>0: настройки по умолчанию.
Все, кроме 0: для различных нагрузок предусмотрены разные настройки параметров, как показано в таблице ниже.
<table>
<tr><th>№</th><th>Тип нагрузки</th><th>Режим пуска</th><th>Коэффиц. ограниче-ния тока</th><th>Начал. напряж.</th><th>Время плав. пуска</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Погружной насос</td><td rowspan="7">Линейное увеличение напряжения</td><td>400 %Ie</td><td>50 %</td><td>6 с</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Центробеж-ный насос</td><td>350 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Гидравличес-кий насос</td><td>350 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Осевой вентилятор</td><td>350 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>5</td><td>Центробеж-ный вентилятор</td><td>350 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>6</td><td>Смеситель</td><td>400 %Ie</td><td>50 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Компрессор</td><td>300 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Дробилка</td><td rowspan="2">Токо-ограничение</td><td>350 %Ie</td><td>70 %</td><td>4 с</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Шаровая мельница</td><td>450 %Ie</td><td>70 %</td><td>4 с</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Ленточный конвейер</td><td rowspan="2">Линейное увеличение момента</td><td>300 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
<tr><td>11</td><td>Лопасти</td><td>300 %Ie</td><td>40 %</td><td>10 с</td></tr>
</table>
Примечание. Таблица носит справочный характер. Представленные значения необходимо корректировать с учетом характеристик нагрузки. При невысокой мощности трансформатора коэффициент ограничения тока необходимо постепенно увеличивать от сниженного до заданного значения для обеспечения запуска двигателя и защиты от срабатывания входного автоматического выключателя.</td></tr>
<tr><td>F2.01</td><td>Номинальный ток двигателя № 1</td><td>1–1600 А</td><td>Номинальный ток двигателя</td><td>Номинальный ток рекомендованного двигателя для конкретных устройств плавного пуска показан в таблицах 1.1a) и 1.1b).</td></tr>
<tr><td>F2.02</td><td>Режим пуска двигателя № 1</td><td>0: токоограничение
1: двойное токоограничение
2: линейное увеличение напряжения
3: линейное увеличение напряжения с начальным толчком
4: линейное увеличение момента
5: квадратичное увеличение момента
6: с разделением частоты</td><td>2: линейное увеличение напряжения</td><td>1. Инструкции для режимов с ограничением и двойным ограничением тока
▸ Данные режимы пуска подходят для сетей с сильными колебаниями частоты (генератор работает на частоте от 35 до 60 Гц).
▸ Данные режимы обеспечивают высокие пусковые показатели при работе с большой нагрузкой.
▸ Производительность и эффективность в этих режимах пуска зависят только от значений параметров F2.04, F2.09 и F2.10. При более высоких значениях параметра F2.04 повышается мощность пуска и сокращается время пуска, однако требуется более высокая мощность трансформатора.
▸ На рисунке 6.5 показана кривая тока при пуске с включенной функцией двойного токоограничения. На рисунке 6.6 показана кривая при выключенной функции.


Рисунок 6.5. Кривая тока при пуске с включенной функцией двойного ограничения тока</td></tr>
</table>

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
				 **Рисунок 6.6. Кривая тока при пуске с выключенной функцией двойного ограничения тока** **2. Инструкции для режимов с регулированием напряжения и начальным толчком** ▸ Данные режимы пуска подходят для сетей с небольшими колебаниями частоты (±2 Гц). ▸ Пусковые характеристики в режиме линейного увеличения напряжения с начальным толчком выше, чем в режиме обычного линейного увеличения. ▸ Производительность и эффективность устройства плавного пуска в этих режимах пуска зависят не только от значений параметров F2.04, F2.09 и F2.10, но также от настроек параметров F2.07 и F2.08. При повышении коэффициента ограничения тока повышается мощность и сокращается время пуска. При более высоком начальном толчке напряжения повышается мощность и сокращается время пуска. При меньшем времени плавного пуска повышается мощность и сокращается время пуска. ▸ На рисунке 6.7 показано изменение напряжения для данного режима пуска.  **Рисунок 6.7. Графики изменения напряжения в режиме линейного увеличения напряжения** Uo на рисунке 6.7 обозначает начальное напряжение. При более высоких значениях параметра F2.07 повышается начальный пусковой крутящий момент. Символами t1, t2, t3 и t4 обозначены значения параметра F2.08 (t1 < t2 < t3 < t4). Чем меньше значение параметра, тем выше будут выходное напряжение и ускорение двигателя. **Примечание.** Пусковой ток также ограничивается в режиме линейного увеличения напряжения. **3. Инструкции для режимов линейного и квадратичного увеличения момента** ▸ Данные режимы пуска предназначены для использования в условиях, когда требуется высокая плавность при пуске под нагрузкой. ▸ Данные режимы пуска подходят для сетей с небольшими колебаниями частоты (±2 Гц). ▸ Производительность и эффективность устройства плавного пуска в этих режимах пуска зависит не только от значений параметров F2.09 и F2.10, но также от настроек параметров F2.08 и FB.04.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
				▸ На рисунке 6.8 показаны графики изменения крутящего момента в режиме пуска с его линейным увеличением, а на рисунке 6.9 показаны графики для пуска с квадратичным увеличением момента.  **Рисунок 6.8. Графики изменения момента в режиме его линейного увеличения** На рисунке 6.8 электромагнитный крутящий момент двигателя линейно увеличивается со временем в процессе плавного пуска. Символами t1, t2 и t3 обозначены значения параметра F2.08 (t1 < t2 < t3). Когда устройство плавного пуска достигает заданного значения параметра F2.08, электромагнитный крутящий момент достигает значения параметра FB.04.  **Рисунок 6.9. Графики изменения момента в режиме его квадратичного увеличения** На рисунке 6.9 электромагнитный крутящий момент двигателя увеличивается в квадратичной зависимости от времени в процессе плавного пуска. Символами t1, t2 и t3 обозначены значения параметра F2.08 (t1 < t2 < t3). Когда устройство плавного пуска достигает заданного значения параметра F2.08, электромагнитный крутящий момент достигает значения параметра FB.04. **Примечание.** Для режима регулирования момента предусмотрена функция двойного ограничения, т. е. используется как ограничение тока, так и ограничение крутящего момента. **4. Инструкции для режима пуска с разделением частоты.** ▸ 4.1 Данный режим пуска подходит для сетей с небольшими колебаниями частоты (±2 Гц). ▸ 4.2 Плавный пуск начинается при частоте, равной ¼ частоты питания на первом этапе пуска, а затем продолжается на полной частоте сети в режиме линейного увеличения напряжения.
F2.03	Режим останова двигателя № 1	0: выбег 1: торможение постоянным током 2: плавный останов снижением напряжения	0: выбег	Выбор режима останова первого двигателя 0: выбег. 1: торможение постоянным током. Время торможения определяется параметром F2.13. Поскольку при торможении ток присутствует только в двух фазах, при недостаточной мощности сети отсутствие тока в третьей фразе может привести к трехфазному дисбалансу в сети. Соблюдайте осторожность при использовании данной функции.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
				2: Плавный останов снижением напряжения. Данный останов предусматривает выполнение процесса, обратного плавному пуску. Время останова определяется параметром F2.11. Коэффициент ограничения тока при плавном останове составляет 0,5 и применяется к значению параметра F2.04.
F2.04	Ограничение тока двигателя № 1	50–500 %Ie	350 %Ie	Когда пусковой ток двигателя достигает предельного значения, выходное напряжение остается стабильным до тех пор, пока значение тока не упадет ниже предельного значения, после чего вновь продолжается процесс повышения напряжения.
F2.05	Длительность начального толчка напряжения двигателя № 1	0,0–2,0 с	0,0 с	0: напряжение двигателя увеличивается равномерно при пуске. Все, кроме 0: напряжение двигателя резко увеличивается в начале пуска.
F2.06	Величина начального толчка напряжения двигателя № 1	50–100 %Ue	80 %Ue	Величина толчка напряжения двигателя при пуске.
F2.07	Начальное напряжение двигателя № 1	30–70 %Ue	40 %Ue	На рисунке 6.10 показаны кривые напряжения и тока в режиме пуска с толчком напряжения в начале. На рисунке 6.10: U0 – выходное напряжение, I0 – выходной ток.  **Рисунок 6.10. Кривые напряжения и тока при пуске с начальным толчком напряжения.**
F2.08	Время пуска двигателя № 1	2–60 с	10 с	Когда двигатель получает сигнал пуска, напряжение и крутящий момент двигателя будут постепенно увеличиваться. **Примечание.** Время плавного пуска не является общим временем для всего процесса запуска устройства плавного пуска: чем выше заданное значение, тем медленнее будут увеличиваться выходной ток и напряжение, и наоборот.
F2.09	Время до второй ступени ограничения тока двигателя № 1	0–60 с	0 с	0: двойное ограничение тока двигателя не применяется. Все, кроме 0: время, по истечении которого применяется второе ограничение тока двигателя.
F2.10	Ограничение тока второй ступени двигателя № 1	F2.04: прибл. 500 %Ie	450 %Ie	Значение тока двигателя второй ступени ограничения.
F2.11	Время плавного останова двигателя № 1	2–60 с	2 с	Когда двигатель получает сигнал остановки, напряжение и крутящий момент двигателя постепенно уменьшаются, чтобы остановить двигатель. Функция выполняется, когда функциональный параметр F2.03 имеет значение 2: «Плавный останов снижением напряжения». **Примечание.** Время плавного останова не является общим временем для всего процесса плавного останова устройства плавного пуска. Чем выше заданное значение, тем дольше будет процесс плавного останова и тем медленнее будет снижаться выходное напряжение, и наоборот.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F2.12	Конечное напряжение плавного останова двигателя № 1	20–80 %Ue	30 %Ue	Уровень напряжения в конце останова двигателя действителен, когда функциональный параметр F2.03 имеет значение 2: «Плавный останов снижением напряжения».
F2.13	Время торможения постоянным током двигателя № 1	2–60 с	10 с	Время торможения постоянным током при останове двигателя задается, если функциональный параметр F2.03 имеет значение 1: «Торможение постоянным током». Когда двигатель получает сигнал остановки, на его две фазы подается постоянный ток, поэтому двигатель останавливается и отключается.
F2.14	Мощность торможения постоянным током двигателя № 1	20–100 %	40 %	Чем выше интенсивность торможения, тем выше ток торможения и тем быстрее выполняется останов. **Примечание.** Чем больше мощность торможения, тем быстрее выполняется останов. При этом механическая вибрация может возрастать. Будьте осторожны при изменении данного параметра.
Группа F3: группа пуска/останова второго двигателя **Примечание.** Параметры группы F3 применяются только тогда, когда выбран второй двигатель (более подробную информацию см. в инструкциях к параметрам F1.02, F5.01 и F5.02).				
F3.00	Выбор типа нагрузки для двигателя № 2	0: нагрузка не определена 1: погружной насос 2: центробежный насос 3: гидравлический насос 4: осевой вентилятор 5: центробежный вентилятор 6: смеситель 7: компрессор 8: дробилка 9: шаровая мельница 10: ленточный конвейер 11: резерв	0: нагрузка не определена	Функция работает аналогично функции F2.00.
F3.01	Номинальный ток двигателя № 2	1–1600 А	Номинальный ток двигателя	Номинальный ток второго двигателя
F3.02	Режим пуска двигателя № 2	0: токоограничение 1: двойное токоограничение 2: линейное увеличение напряжения 3: линейное увеличение напряжения с начальным толчком 4: линейное увеличение момента 5: квадратичное увеличение момента 6: с разделением частоты	2: линейное увеличение напряжения	Функция работает аналогично функции F2.02.
F3.03	Режим останова двигателя № 2	0: выбег 1: торможение постоянным током 2: плавный останов снижением напряжения	0: выбег	Функция работает аналогично функции F2.03.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F3.04	Ограничение тока двигателя № 2	50–500 %Ie	350 %Ie	Функция работает аналогично функции F2.04.
F3.05	Длительность начального толчка напряжения двигателя № 2	0,0–2,0 с	0,0 с	Функция работает аналогично функции F2.05.
F3.06	Величина начального толчка напряжения двигателя № 2	50–100 %Ue	80 %Ue	Функция работает аналогично функции F2.06.
F3.07	Начальное напряжение двигателя № 2	30–70 %Ue	40 %Ue	Функция работает аналогично функции F2.07.
F3.08	Время пуска двигателя № 2	2–60 с	10 с	Функция работает аналогично функции F2.08.
F3.09	Время до второй ступени ограничения тока двигателя № 2	0–60 с	0 с	Функция работает аналогично функции F2.09.
F3.10	Ограничение тока второй ступени двигателя № 2	F2.04: прибл. 500 %Ie	450 %Ie	Функция работает аналогично функции F2.10.
F3.11	Время плавного останова двигателя № 2	2–60 с	2 с	Функция работает аналогично функции F2.11.
F3.12	Конечное напряжение плавного останова двигателя № 2	20–80 %Ue	30 %Ue	Функция работает аналогично функции F2.12.
F3.13	Время торможения постоянным током двигателя № 2	2–60 с	10 с	Функция работает аналогично функции F2.13.
F3.14	Мощность торможения постоянным током двигателя №2	(20–100) %	40 %	Функция работает аналогично функции F2.14.
Группа F4: группа пуска/останова третьего двигателя **Примечание.** Параметры группы F4 применяются только тогда, когда выбран третий двигатель (более подробную информацию см. в инструкциях к параметрам F1.02, F5.01 и F5.02).				
F4.00	Выбор типа нагрузки для двигателя № 3	0: нагрузка не определена 1: погружной насос 2: центробежный насос 3: гидравлический насос 4: осевой вентилятор 5: центробежный вентилятор 6: смеситель 7: компрессор 8: дробилка 9: шаровая мельница 10: ленточный конвейер 11: резерв	0: нагрузка не определена	Функция работает аналогично функции F2.00.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F4.01	Номинальный ток двигателя № 3	1–1600 A	Номинальный ток двигателя	Номинальный ток третьего двигателя
F4.02	Режим пуска двигателя № 3	0: токоограничение 1: двойное токоограничение 2: линейное увеличение напряжения 3: линейное увеличение напряжения с начальным толчком 4: линейное увеличение момента 5: квадратичное увеличение момента 6: с разделением частоты	2: линейное увеличение напряжения	Функция работает аналогично функции F2.02.
F4.03	Режим останова двигателя № 3	0: выбег 1: торможение постоянным током 2: плавный останов снижением напряжения	0: выбег	Функция работает аналогично функции F2.03.
F4.04	Ограничение тока двигателя № 3	50–500 %Ie	350 %Ie	Функция работает аналогично функции F2.04.
F4.05	Длительность начального толчка напряжения двигателя № 3	0,0–2,0 с	0,0 с	Функция работает аналогично функции F2.05.
F4.06	Величина начального толчка напряжения двигателя № 3	50–100 %Ue	80 %Ue	Функция работает аналогично функции F2.06.
F4.07	Начальное напряжение двигателя № 3	30–70 %Ue	40 %Ue	Функция работает аналогично функции F2.07.
F4.08	Время пуска двигателя № 3	2–60 с	10 с	Функция работает аналогично функции F2.08.
F4.09	Время до второй ступени ограничения тока двигателя № 3	0–60 с	0 с	Функция работает аналогично функции F2.09.
F4.10	Ограничение тока второй ступени двигателя № 3	F2.04: прибл. 500 %Ie	450 %Ie	Функция работает аналогично функции F2.10.
F4.11	Время плавного останова двигателя № 3	2–60 с	2 с	Функция работает аналогично функции F2.11.
F4.12	Конечное напряжение плавного останова двигателя № 3	20–80 %Ue	30 %Ue	Функция работает аналогично функции F2.12.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F4.13	Время торможения постоянным током двигателя № 3	2–60 с	10 с	Функция работает аналогично функции F2.13.
F4.14	Мощность торможения постоянным током двигателя №3	20–100 %	40 %	Функция работает аналогично функции F2.14.
Группа F5: группа клемм внешнего управления				
F5.00	Действительное состояние реле	0 × 0000–0 × 0011	0 × 0000	Значения соответствуют различным состояниям выходных реле K3 и K2. При значении 0 клеммы K3A и K3B реле K3 замыкаются при срабатывании реле; при значении 1 клеммы K3A и K3B размыкаются. При значении 0 клеммы K2A и K2B реле K2 замыкаются при срабатывании реле; при значении 1 клеммы K2A и K2B размыкаются. **Примечание.** Используются шестнадцатеричные числа.
F5.01	Выбор функции для In1	0: нет функции 1: внешняя ошибка 2: запуск второго двигателя 3: запуск третьего двигателя 4: сброс ошибки 5: вращение на низкой скорости в прямом направлении (тихий ход вперед) 6: вращение на низкой скорости в обратном направлении (тихий ход назад)	1: внешняя ошибка	Клемма COM используется в качестве опорной точки. 0: функция входных клемм IN1 и IN2 недействительна. 1: если входная клемма IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM, выдается сообщение о внешней ошибке. 2: если входная клемма IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM, будет выбран второй двигатель и будут применяться значения параметров группы F3. 3: если входная клемма IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM, будет выбран третий двигатель и будут применяться значения параметров группы F4. 4: если входная клемма IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM, соответствующая ошибка будет сброшена. 5: если входная клемма IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM, будет выполняться вращение вперед на низкой скорости. 6: если входная клемма IN1 или IN2 замкнута с клеммой COM, будет выполняться вращение на низкой скорости в обратном направлении. ***Пример 1.*** Активация вращения вперед на низкой скорости с помощью клеммы IN1. Во время подготовки установите для параметра F5.01 значение 5: «Вращение на низкой скорости в прямом направлении», а затем замкните клеммы IN1 и COM. Двигатель будет сохранять низкую скорость вращения вперед и остановится после размыкания клемм IN1 и COM. ***Пример 2.*** Последовательный плавный пуск двух двигателей См. принципиальные схемы на рисунках B.2 и B.3 в приложении B. Во время подготовки значения параметров F2 и F3 устанавливаются согласно паспортным табличкам первого и второго двигателей и условиям эксплуатации. Затем для параметра F1.02 задается значение 1: «Два двигателя», а для параметра F5.01 задается значение 2: «Запуск второго двигателя». Нажмите кнопку запуска SB2, чтобы запустить первый двигатель; после плавного запуска первого двигателя нажмите кнопку запуска SB4.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F5.02	Выбор функции для In2	0: нет функции 1: внешняя ошибка 2: запуск второго двигателя 3: запуск третьего двигателя 4: сброс ошибки 5: вращение на низкой скорости в прямом направлении (тихий ход вперед) 6: вращение на низкой скорости в обратном направлении (тихий ход назад)	4: сброс ошибки	***Пример 3.*** Последовательный плавный пуск трех двигателей См. принципиальные схемы на рисунках B.4 и B.5 в приложении B. Во время подготовки значения параметров F2, F3 и F4 устанавливаются согласно паспортным табличкам первого, второго и третьего двигателей и условиям эксплуатации. Затем для параметра F1.02 задается значение 2: «Три двигателя», для параметра F5.01 задается значение 2: «Запуск второго двигателя», а для параметра F5.02 задается значение 3: «Запуск третьего двигателя». Нажмите кнопку запуска SB2, чтобы запустить первый двигатель. После плавного запуска первого двигателя нажмите кнопку запуска SB4, чтобы начать плавный пуск второго двигателя. После плавного запуска второго двигателя нажмите кнопку запуска SB6, чтобы начать плавный пуск третьего двигателя. **Примечание 1.** В примерах 2 и 3 для режимов останова F2.03, F3.03 и F4.03 должно быть задано значение 0: «Выбег». **Примечание 2.** Замыкание клемм происходит, когда сигнал состояния клеммы IN1 или IN2 изменяется с разомкнутого состояния (см. значение параметра F5.04 или F5.06) на замкнутое состояние (см. значение параметра F5.03 или F5.05).
F5.03	Задержка замыкания клеммы In1	1–200 мс	50 мс	Время замыкания клеммы IN1 должно быть больше заданного значения.
F5.04	Задержка размыкания клеммы In1	1–200 мс	50 мс	Время размыкания клеммы IN1 должно быть больше заданного значения.
F5.05	Задержка замыкания клеммы In2	1–200 мс	50 мс	Время замыкания клеммы IN2 должно быть больше заданного значения.
F5.06	Задержка размыкания клеммы In2	1–200 мс	50 мс	Время размыкания клеммы IN2 должно быть больше заданного значения.
F5.07	Задержка замыкания клеммы RUN	1–20 000 мс	200 мс	Время замыкания клеммы RUN должно быть больше заданного значения.
F5.08	Задержка размыкания клеммы RUN	1–20 000 мс	100 мс	Время размыкания клеммы RUN должно быть больше заданного значения.
F5.09	Задержка замыкания клеммы STOP	1–20 000 мс	200 мс	Время замыкания клеммы STOP должно быть больше заданного значения.
F5.10	Задержка размыкания клеммы STOP	1–20 000 мс	100 мс	Время размыкания клеммы STOP должно быть больше заданного значения.
F5.11	Задержка замыкания клеммы EMS	1–20 000 мс	100 мс	Время замыкания клеммы EMS должно быть больше заданного значения.
F5.12	Задержка размыкания клеммы EMS	1–200 мс	100 мс	Время размыкания клеммы EMS должно быть больше заданного значения.
F5.13	Назначение релейного выхода K2	0: готовность 1: плавный пуск 2: рабочий режим 3: плавный останов 4: ошибка	2: рабочий режим	Состояние релейного выхода K2 определяется параметрами F5.00 и F5.13. Если для параметра F5.00 задано значение 0, клеммы K2A и K2B замыкаются в активном состоянии (при совершении события); если для параметра F5.00 задано значение 1, клеммы K2A и K2B размыкаются в активном состоянии.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
		5: торможение постоянным током 6: вращение на низкой скорости в прямом направлении 7: вращение на низкой скорости в обратном направлении		***Примеры.*** Если для параметра F5.00 задано значение 0, а параметр F5.13 имеет значение 2: «Рабочий режим», клеммы K2A и K2B замкнуты, когда устройство плавного пуска находится в рабочем режиме, и разомкнуты, когда устройство находится в другом рабочем состоянии.Если для параметра F5.00 задано значение 1, а параметр F5.13 имеет значение 2: «Рабочий режим», клеммы K2A и K2B разомкнуты, когда устройство плавного пуска находится в рабочем режиме, и замкнуты, когда устройство находится в другом рабочем состоянии.
F5.14	Назначение релейного выхода K3	0: любая ошибка / аварийный сигнал 1: перегрузка 2: блокировка ротора / короткое замыкание 3: превышение времени протекания пускового тока 4: дисбаланс токов 5: потеря фазы двигателя 6: потеря фазы входного сигнала 7: отклонение питания по частоте 8: пробой тиристора SCR 9: перегрев устройства плавного пуска 10: перегрев двигателя (PTC) 11: ошибка переключения на байпас 12: перенапряжение в главной цепи 13: недостаточное напряжение в главной цепи 14: резерв 15: резерв 16: резерв 17: ошибка по размыканию клеммы EMS 18: частые запуски 19: затянутый пуск 20: некорректное значение параметра 21: внешняя ошибка 22: истечение времени передачи данных 23: аварийный сигнал перегрева устройства плавного пуска 24: аварийный сигнал недостаточной нагрузки	0: любая ошибка / аварийный сигнал	Функция релейного выхода ошибки K3 определяется параметрами F5.00 и F5.14. Если параметр F5.00 имеет значение 0, клеммы K3A и K3B замыкаются в активном состоянии. Если параметр F5.00 имеет значение 1, клеммы K3A и K3B размыкаются в активном состоянии. **Примеры.** Если параметр F5.00 имеет значение 0, а параметр F5.14 имеет значение 0: «Любая ошибка / аварийный сигнал», клеммы K3A и K3B замкнуты, когда на устройстве плавного пуска присутствует какая-либо ошибка или аварийный сигнал, и разомкнуты при отсутствии ошибки или аварийного сигнала. Если параметр F5.00 имеет значение 1, параметр F5.14 имеет значение 0: «Любая ошибка / аварийный сигнал», клеммы K2A и K2B разомкнуты, когда на устройстве плавного пуска присутствует какая-либо ошибка или аварийный сигнал, и замкнуты при отсутствии ошибки или аварийного сигнала.

<table>
<tr><th>Код</th><th>Описание</th><th>Диапазон настройки</th><th>Значение по умолчанию</th><th>Подробные сведения о параметрах</th></tr>
<tr><td colspan="5">Группа F6: группа аналогового выхода</td></tr>
<tr><td>F6.00</td><td>Тип аналогового выхода</td><td>0: 4–20 мА
1: 0–20 мА
2: 2–10 мА
3: 0–10 мА</td><td>0: 4–20 мА</td><td>Для определения тока аналогового выхода см. таблицу 6.3.
Таблица 6.3. Ток аналогового выхода
<table>
<tr><th>Ток аналогового выхода (мА)</th><th>F6.00 Тип аналогового выхода</th><th>F6.01 Функция аналогового выхода</th></tr>
<tr><td>4 + 3,2 × I ÷ Ie</td><td rowspan="8">0: 4–20 мА</td><td>0: макс. ток двигателя Iмакс. = 500 %Ie</td></tr>
<tr><td>4 + 8× I ÷ Ie</td><td>1: макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie</td></tr>
<tr><td>4+16× I ÷ Ie</td><td>2: макс. ток двигателя Iмакс. = 100 %Ie</td></tr>
<tr><td>4 + 16 × U ÷ 1000</td><td>3: напряжение главной цепи [В]</td></tr>
<tr><td>4 + 16 × C ÷ 100</td><td>4: температура устройства плавного пуска [°C]</td></tr>
<tr><td>4 + 16 × λ</td><td>5: коэффициент мощности</td></tr>
<tr><td>4 + 16 × T ÷ 300</td><td>6: электромагнитный момент [100 %]</td></tr>
<tr><td>4 × I ÷ Ie</td><td rowspan="8">1: 0–20 мА</td><td>0: макс. ток двигателя Iмакс. = 500 %Ie</td></tr>
<tr><td>10 × I ÷ Ie</td><td>1: макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie</td></tr>
<tr><td>20 × I ÷ Ie</td><td>2: макс. ток двигателя Iмакс. = 100 %Ie</td></tr>
<tr><td>20 × U + 1000</td><td>3: напряжение главной цепи [В]</td></tr>
<tr><td>20 × C ÷ 100</td><td>4: температура устройства плавного пуска [°C]</td></tr>
<tr><td>20 × λ</td><td>5: коэффициент мощности</td></tr>
<tr><td>20 × T ÷ 300</td><td>6: электромагнитный момент [100 %]</td></tr>
<tr><td>2 + 1,6 × I ÷ Ie</td><td rowspan="8">2: 2–10 мА</td><td>0: макс. ток двигателя Iмакс. = 500 %Ie</td></tr>
<tr><td>2 + 4 × I ÷ Ie</td><td>1: макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie</td></tr>
<tr><td>2 + 8 × I ÷ Ie</td><td>2: макс. ток двигателя Iмакс = 100 %Ie</td></tr>
<tr><td>2 + 8 × U÷ 1000</td><td>3: напряжение главной цепи [В]</td></tr>
<tr><td>2 + 8 × C ÷ 100</td><td>4: температура устройства плавного пуска [°C]</td></tr>
<tr><td>2 + 8 × λ</td><td>5: коэффициент мощности</td></tr>
<tr><td>2 + 8 × T ÷ 300</td><td>6: электромагнитный момент [100 %]</td></tr>
<tr><td>2 × I ÷ Ie</td><td rowspan="8">3: 0–10 мА</td><td>0: макс. ток двигателя Iмакс. = 500 %Ie</td></tr>
<tr><td>5 × I ÷ Ie</td><td>1: макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie</td></tr>
<tr><td>10 × I ÷ Ie</td><td>2: макс. ток двигателя Iмакс. = 100 %Ie</td></tr>
<tr><td>10 × U ÷ 1000</td><td>3: напряжение главной цепи [В]</td></tr>
<tr><td>10 × C ÷ 100</td><td>4: температура устройства плавного пуска [°C]</td></tr>
<tr><td>10 × λ</td><td>5: коэффициент мощности</td></tr>
<tr><td>10 × T ÷ 300</td><td>6: электромагнитный момент [100 %]</td></tr>
</table>
Примечание 1. Под током аналогового выхода понимается выходной ток клеммы AO, который образует токовую петлю с клеммой GND и измеряется в мА.
Примечание 2. Если требуется напряжение аналогового выхода, подключите параллельно резистор 250 Ом между клеммами AO и GND.
Примеры.
Если параметр F6.00 имеет значение 0: «4–20 мА», а параметр F6.01 имеет значение 1: «Макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie», когда ток равен номинальному току двигателя, ток между клеммами AO и GND на аналоговом выходе составляет 4 + 16 × 1 ÷ 2 = 12 мА.</td></tr>
</table>

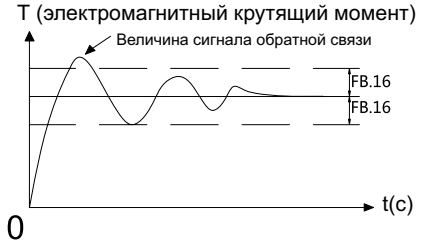
Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F6.01	Функция аналогового выхода	0: макс. ток двигателя Iмакс. = 500 %Ie 1: макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie 2: макс. ток двигателя Iмакс. = 100 %Ie 3: напряжение главной цепи [В] 4: температура устройства плавного пуска [°C] 5: коэффициент мощности 6: электромагнитный момент [100 %]	1: макс. ток двигателя Iмакс. = 200 %Ie	0: максимальное значение параметра F6.00 соответствует току, в 5 раз превышающему номинальный ток двигателя, а минимальное значение соответствует 0. 1: максимальное значение параметра F6.00 соответствует току, в 2 раза превышающему номинальный ток двигателя, а минимальное соответствует 0. 2: максимальное значение параметра F6.00 соответствует номинальному току двигателя, а минимальное соответствует 0. 3: максимальное значение параметра F6.00 соответствует напряжению главной цепи, равному 1000 В переменного тока, а минимальное соответствует 0. 4: максимальное значение параметра F6.00 соответствует температуре устройства плавного пуска 100 °C, а минимальное значение параметра соответствует 0 °C. 5: максимальное значение параметра F6.0 соответствует коэффициенту мощности 1,0, а минимальное значение соответствует 0. 6: максимальное значение параметра F6.00 соответствует электромагнитному моменту, в 3 раза превышающему номинальный момент двигателя, а минимальное значение соответствует 0.
Группа F7: группа параметров защиты				
F7.00	Класс защиты от перегрузки	0: класс 2 1: класс 10A 2: класс 10 3: класс 20 4: класс 30	2: класс 10	Чем выше класс защиты двигателя от перегрузки, тем дольше будет задержка вывода сообщения о превышении времени протекания пускового тока.
F7.01	Выбор теплового ограничения перегрузки	0–5	0	0: в соответствии с классом защиты от перегрузки. 1: превышение теплового ограничения на 10% 2: превышение теплового ограничения на 20% 3: превышение теплового ограничения на 30% 4: превышение теплового ограничения на 40% 5: превышение теплового ограничения на 50% **Примечание.** Будьте осторожны при настройке. Если для параметра F7.01 задано значение от 1 до 5, двигатель может сгореть.
F7.02	Уставка защиты по пере-напряжению главной цепи	100–130 %Ue	120 %Ue	В любом состоянии (за исключением состояния ошибки), если обнаруживается, что напряжение главной цепи превышает значение параметра F7.02 в течение времени, превышающего значение параметра F7.03, выдается сообщение о перенапряжении главной цепи.
F7.03	Время задержки срабатывания защиты по пере-напряжению главной цепи	0,1–10,0 с	3,0 с	
F7.04	Уставка защиты по недостаточному напряжению главной цепи	60–90 %Ue	80 %Ue	В любом состоянии (за исключением состояния ошибки), если обнаруживается, что напряжение главной цепи ниже значения параметра F7.04 в течение времени, превышающего значение параметра F7.05, выдается сообщение о недостаточном напряжении главной цепи. **Примечание.** Сообщение о недостаточном напряжении главной цепи не выводится во время выполнения плавного пуска.
F7.05	Время задержки срабатывания защиты по недостаточному напряжению главной цепи	0,1–10,0 с	3,0 с	

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F7.06	Уставка тока для защиты от блокировки ротора	600–750 %Ie	700 %Ie	Если ток превышает значение параметра F7.06 в течение времени, превышающего значение параметра F7.07, выдается сообщение о блокировке ротора / коротком замыкании.
F7.07	Время задержки срабатывания защиты от блокировки ротора	0,1–5,0 с	3,0 с	
F7.08	Дисбаланс токов	10–50 %	30 %	Функция работает в режиме плавного пуска, рабочем режиме, режимах вращения на низкой скорости в прямом и обратном направлении при условии, что значения токов во всех фазах превышают 5% номинального тока. Если (I_мин./I_макс.) × 100 < 100 – F7.08) в течение времени, превышающего значение параметра F7.09, выдается сообщение о трехфазном дисбалансе токов. **Примечание.** I_мин. = наименьший фазный ток; I_макс. = наибольший фазный ток.
F7.09	Время задержки срабатывания при дисбалансе токов	1,0–20,0 с	3,0 с	
F7.10	Количество пусков	0–10	0	Если число пусков в час превышает заданное значение, выдается сообщение о частых запусках. Если установлено значение 0, частота пусков не ограничена. **Примечание.** При возникновении ошибки «Превышение времени протекания пускового тока» или «Перегрузка» повторный запуск устройства возможен через 30 мин.
F7.11	Уставка защиты от перегрева устройства плавного пуска	75–90 °C	80 °C	В любом состоянии (кроме состояния ошибки), если обнаруживается, что температура радиатора устройства плавного пуска превышает уставку защиты от перегрева, выдается сообщение о перегреве устройства плавного пуска и устройство отключается.
F7.12	Уставка аварийного сигнала перегрева устройства плавного пуска	65–74 °C	70 °C	В любом состоянии (кроме состояния ошибки), когда температура устройства плавного пуска превышает значение параметра F7.12, выдается предупреждение о перегреве устройства плавного пуска. Если температура устройства плавного пуска снижается более чем на 2 °C относительно значения параметра F7.12, предупреждение о перегреве устройства плавного пуска автоматически удаляется. Значение по умолчанию для устройств с номинальным током выше 150 А составляет 74 °C. Значение по умолчанию для устройств с номинальным током 150 А и ниже составляет 70 °C. **Примечание.** Устройство плавного пуска не отключается в состоянии аварийного сигнала по перегреву. Если аварийный сигнал по перегреву возникает, когда устройство находится в состоянии готовности, запуск устройства невозможен.
F7.13	Уставка аварийного сигнала недостаточной нагрузки по току	0–90 %Ie	0 %Ie	При значении 0 функция отключена. При других значениях функция активирована. В рабочем режиме, если обнаруживается, что ток двигателя меньше тока, установленного в параметре F7.13, в течение времени, заданного параметром F7.14, выдается сообщение о недостаточной нагрузке. Если для параметра F5.14 установлено значение 0 или 24, реле K3 сработает, но устройство не будет отключено. При активации аварийного сигнала недостаточной нагрузки, если обнаружено, что ток двигателя выше тока, установленного для параметра F7.13, в течение времени, заданного параметром F7.15, аварийный сигнал недостаточной нагрузки по току автоматически отключается, а реле K3 продолжает работу.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
F7.14	Время активации сигнала недостаточной нагрузки по току	0,1–60,0 с	5,0 с	См. параметр F7.13.
F7.15	Время деактивации сигнала недостаточной нагрузки по току	0,1–60,0 с	5,0 с	
Группа F8: группа интерфейса				
F8.00	Блокировка настройки параметров	0: разблокировано 1: заблокировано	0: разблокировано	При управлении от локальной панели данная функция разрешает или запрещает изменение параметров на экране дисплея (за исключением параметров с доступом только для производителя). Если активировано дистанционное управление, функция блокировки недоступна.
F8.01	Время отключения подсветки ЖК-дисплея	0–600 с	30 с	0: подсветка ЖК-дисплея остается включенной. 1–600 с: после прекращения нажатия клавиш подсветка ЖК-дисплея будет отключена в соответствии с настройкой параметра F8.01.
Группа F9: группа параметров передачи данных				
F9.00	Адрес устройства плавного пуска	1–247	1	Адрес устройства плавного пуска в сети Modbus.
F9.01	Скорость передачи данных	0: 4,8 кбит/с 1: 9,6 кбит/с 2: 19,2 кбит/с	1: 9,6 кбит/с	Скорость передачи данных при дистанционном управлении
F9.02	Формат обмена данными	0: 8-1-N RTU 1: 8-1-E RTU 2: 8-1-O RTU 3: 8-1-N ASCII 4: 8-1-E ASCII 5: 8-1-O ASCII	0: 8-1-N RTU	Формат обмена данными 0: 8-1-N RTU: 8 бит данных + 1 стоповый бит + без контроля по четности, формат данных RTU 1: 8-1-E RTU: 8 бит данных + 1 стоповый бит + контроль по четности, формат данных RTU 2: 8-1-O RTU: 8 бит данных + 1 стоповый бит + контроль по нечетности, формат данных RTU 3: 8-1-N ASCII: 8 бит данных + 1 стоповый бит + без контроля по четности, формат данных ASCII 4: 8-1-E ASCII: 8 бит данных + 1 стоповый бит + контроль по четности, формат данных ASCII 5: 8-1-O ASCII: 8 бит данных + 1 стоповый бит + контроль по нечетности, формат данных ASCII
F9.03	Время регистрации ошибки по истечении времени передачи данных	0,1–60,0 с	2,0 с	Если превышено время передачи данных, заданное значением параметра F9.03, и передаваемые данные не обнаружены, выводится сообщение об ошибке по истечении времени передачи данных.
Группа FA: группа запроса информации о состоянии				
FA.00	Версия программного обеспечения	X.XX	/	Текущая версия программного обеспечения основной платы и программного обеспечения платы дисплея.
FA.01	Обновление программного обеспечения (год)	XXXX (год)	/	Год обновления программного обеспечения основной платы и программного обеспечения платы дисплея

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
FA.02	Обновление программного обеспечения (месяц и день)	XX (месяц) XX (день)	/	День и месяц обновления программного обеспечения основной платы и программного обеспечения платы дисплея
FA.03	Ток фазы R	0–65 535 A	/	Измеренное значение. **Примечание.** Для устройств плавного пуска с номинальным током 630 A и ниже используется дробное число. Для устройств плавного пуска с номинальным током выше 630 A используется целое число.
FA.04	Ток фазы S	0–65 535 A	/	
FA.05	Ток фазы T	0–65 535 A	/	
FA.06	Напряжение фазы R	0,0–1000,0 В	/	Измеренное значение
FA.07	Напряжение фазы S	0,0–1000,0 В	/	
FA.08	Напряжение фазы T	0,0–1000,0 В	/	
FA.09	Линейное напряжение между R и S	0,0–1500,0 В	/	Измеренное значение
FA.10	Линейное напряжение между R и T	0,0–1500,0 В	/	
FA.11	Линейное напряжение между S и T	0,0–1500,0 В	/	
FA.12	Температура радиатора фазы R	0–100,0 °C	/	Измеренное значение. Температура радиатора является самой высокой температурой устройства плавного пуска. **Примечание.** Устройства с номинальным током 180 A и выше могут отображать температуру радиаторов трех фаз (R, S, T). Устройства с номинальным током ниже 180 A могут отображать только температуру радиатора фазы S.
FA.13	Температура радиатора фазы S	0–100,0 °C	/	
FA.14	Температура радиатора фазы T	0–100,0 °C	/	
FA.15	Частота сети	0–100 Гц	/	Измеренное значение
FA.16	Коэффициент мощности	0,00–1,00	/	Измеренное значение
FA.17	Активная мощность [кВт]	0,0–6500,0 кВт	/	Измеренное значение
FA.18	Реактивная мощность [кВАр]	0,0–6500,0 кВАр	/	Измеренное значение
FA.19	Полная мощность [кВА]	0,0–6500,0 кВА	/	Измеренное значение
FA.20	Электро-магнитный момент	0,0–300,0 %	/	Измеренное значение
FA.21	Макс. рабочий ток	0–65 535 A	/	Измеренное значение
FA.22	Макс. пусковой ток	0–65 535 A	/	Измеренное значение
FA.23	Количество пусков	0–60 000	/	Измеренное значение
FA.24	Макс. энергопотреб-ление [МВт·ч]	0–9999 МВт·ч	/	Измеренное значение. Значение указывается только для справки и не должно рассматриваться как стандартное.
FA.25	Мин. энергопотреб-ление [кВт·ч]	0,0–999,9 кВт·ч	/	Измеренное значение. Значение указывается только для справки и не должно рассматриваться как стандартное.
FA.26	Макс. время работы [тыс. ч]	0–9999 тыс. ч	/	Измеренное значение
FA.27	Мин. время работы [ч]	0,0–999,9 ч	/	Измеренное значение

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
FA.28	Макс. время включения питания [тыс. ч]	0–9999 тыс. ч	/	Измеренное значение
FA.29	Мин. время включения питания [ч]	0,0–999,9 ч	/	Измеренное значение
FA.30	Общее число ошибок	0–60 000	/	Измеренное значение
FA.31	Напряжение сети	0: резерв 1: 380 В перем. тока 2: резерв 3: резерв 4: 690 В перем. тока	1: 380 В перем. тока	Определяется заводскими параметрами.
Группа FB: группа расширения				
FB.00	Задержка переключения в рабочий режим	1–20 с	1 с	В состоянии плавного пуска, после обнаружения достижения максимальной скорости двигателя, применяется задержка, заданная в параметре FB.00, перед переключением в рабочий режим.
FB.01	Номинальная мощность двигателя № 1	1–10 000 кВт	F0.04	При пуске в режиме линейного или квадратичного увеличения момента требуется точный ввод ном. мощности первого двигателя.
FB.02	Номинальная частота вращения двигателя № 1	1–3000 об/мин	1440 об/мин	При пуске в режиме линейного или квадратичного увеличения момента требуется точный ввод ном. частоты вращения первого двигателя.
FB.03	Коэффициент потерь статора двигателя № 1	20–500 %	100 %	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента и представляет собой коэффициент, характеризующий влияние активных потерь в обмотке статора первого двигателя.
FB.04	Кратность ограничения момента двигателя № 1	50,0–300,0 %	150,0 %	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента и отражает верхний предел момента для пуска первого двигателя. Чем выше значение параметра, тем легче запустится двигатель.
FB.05	Номинальная мощность двигателя № 2	0–10 000 кВт	F0.04	При пуске в режиме линейного или квадратичного увеличения момента требуется точный ввод ном. мощности второго двигателя.
FB.06	Номинальная частота вращения двигателя № 2	0–3000 об/мин	1440 об/мин	При пуске в режиме линейного или квадратичного увеличения момента требуется точный ввод ном. частоты вращения второго двигателя.
FB.07	Коэффициент потерь статора двигателя № 2	20–500 %	100 %	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента и представляет собой коэффициент, характеризующий влияние активных потерь в обмотке статора второго двигателя.
FB.08	Кратность ограничения момента двигателя № 2	50,0–300,0 %	150,0 %	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента и отражает верхний предел момента для пуска второго двигателя. Чем выше значение параметра, тем легче запустится двигатель.
FB.09	Номинальная мощность двигателя № 3	0–10 000 кВт	F0.04	При пуске в режиме линейного или квадратичного увеличения момента требуется точный ввод ном. мощности третьего двигателя.
FB.10	Номинальная частота вращения двигателя № 3	0–3000 об/мин	1440 об/мин	При пуске в режиме линейного или квадратичного увеличения момента требуется точный ввод ном. частоты вращения третьего двигателя.
FB.11	Коэффициент потерь статора двигателя № 3	20–500 %	100 %	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента и представляет собой коэффициент, характеризующий влияние активных потерь в обмотке статора третьего двигателя.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
FB.12	Кратность ограничения момента двигателя № 3	50,0–300,0 %	150,0 %	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента и отражает верхний предел момента для пуска третьего двигателя. Чем выше значение параметра, тем легче запустится двигатель.
FB.13	Пропорцио-нальный коэффициент усиления в режиме увеличения момента (kp)	1–10	4	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента. Если в регуляторе момента используется только пропорциональный коэффициент усиления kp, полностью устранить ошибку невозможно. Для увеличения точности можно использовать интегральный коэффициент Ti в замкнутом контуре регулирования. Чем меньше значение Ti, тем быстрее будет реакция на отклонение. При слишком малом значении могут возникнуть колебания. Как правило, изменение данного параметра не требуется.
FB.14	Интегральный коэффициент в режиме увеличения момента (Ti)	500–10 000	1000 (количество периодов напряжения сети)	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента. Интегральный коэффициент ПИ-регулятора момента, как правило, не требует изменения.
FB.15	Период выборки в режиме увеличения момента	1–100	1 (количество периодов напряжения сети)	Данный параметр применяется в режиме линейного или квадратичного увеличения момента. Величина сигнала обратной связи для ПИ-регулятора момента определяется дискретно во времени, один раз в каждый период выборки. Чем больше период выборки, тем медленнее реакция. Как правило, изменение данного параметра не требуется.
FB.16	Предельное отклонение в режиме увеличения момента	0,0–10,0 %Te	1,0 %Te	Если обнаружено, что отклонение между текущим электромагнитным моментом и заданным моментом находится в диапазоне значений, заданных параметром FB.16, ПИ-регулятор не используется. См. рисунок 6.11. Как правило, изменение данного параметра не требуется.  **Рисунок 6.11. Иллюстрация работы ПИ-регулятора**
FB.17	Время работы вентилятора после останова	1–600 с	120 с	После отключения устройства (обесточивания двигателя) вентилятор продолжает работать в соответствии с настройками параметра FB.17, а затем выключается.
FB.18	Величина обратного угла в режиме токоограничения	0–200 мкс	100 мкс	Данные параметры применяются в режимах обычного или двойного токоограничения. Как правило, изменение данных параметров не требуется.
FB.19	Предел повышения тока в режиме токоограничения	10–50 %Ie	20 %Ie	
Группа FC: группа служебных параметров				
FC.00	Коэффициент калибровки напряжения фазы R	90–110 %Ue	102% Ue	Пропорциональный коэффициент калибровки напряжения фазы R.
FC.01	Коэффициент калибровки напряжения фазы S	90–110 %Ue	102% Ue	Пропорциональный коэффициент калибровки напряжения фазы S.

Код	Описание	Диапазон настройки	Значение по умолчанию	Подробные сведения о параметрах
FC.02	Коэффициент калибровки напряжения фазы T	90–110 %Ue	102% Ue	Пропорциональный коэффициент калибровки напряжения фазы T.
FC.03	Коэффициент калибровки тока фазы R	90–110 %Ie	100 % Ie	FC.03 – пропорциональный коэффициент калибровки тока фазы R; FC.04 – константа калибровки тока фазы R. Если разница между значением тока, отображаемым на панели управления устройства плавного пуска, и фактическим значением тока двигателя увеличивается пропорционально фактическому значению тока, значение параметра FC.03 необходимо отрегулировать. Если разница между значением тока, отображаемым на панели управления устройства плавного пуска, и фактическим значением тока двигателя остается фиксированной и некорректной по отношению к фактическому значению тока, значение параметра FC.04 необходимо отрегулировать.
FC.04	Константа калибровки тока фазы R	0–10 %Ie	0 % Ie	
FC.05	Коэффициент калибровки тока фазы S	90–110 %Ie	100 % Ie	Функция аналогична параметрам FC.03 и FC.04.
FC.06	Константа калибровки тока фазы S	0–10 %Ie	0 % Ie	
FC.07	Коэффициент калибровки тока фазы T	90–110 %Ie	100 % Ie	Функция аналогична параметрам FC.03 и FC.04.
FC.08	Константа калибровки тока фазы T	0–10 %Ie	0 % Ie	
FC.09	Константа калибровки аналогового выхода	90–110 %	100 %	Пропорциональный коэффициент калибровки аналогового выхода.
Группа FD: Группа запроса информации об ошибках				
FD.00	Информация об ошибках 0	....		При возникновении ошибки / аварийного сигнала регистрируется следующая информация: название ошибки / аварийного сигнала (1 байт); максимальная температура (1 байт, целое число); рабочее состояние (2 байта); ток фазы R (2 байта, целое число); ток фазы S (2 байта, целое число); ток фазы T (2 байта, целое число); напряжение фазы R (2 байта, целое число); напряжение фазы S (2 байта, целое число); напряжение фазы T (2 байта, целое число). Всего 16 байт. Записывается 10 информационных сообщений об ошибках. **Примечание.** Каждое сообщение содержит 16 байт, т. е. 8 слов. При чтении информации об ошибке количество прочитанных слов в отдельный момент времени должно быть целым числом, кратным 8.
FD.01	Информация об ошибках 1			
FD.02	Информация об ошибках 2			
FD.03	Информация об ошибках 3			
FD.04	Информация об ошибках 4			
FD.05	Информация об ошибках 5			
FD.06	Информация об ошибках 6			
FD.07	Информация об ошибках 7			
FD.08	Информация об ошибках 8			
FD.09	Информация об ошибках 9			

7 Передача данных по стандарту RS485

Устройство плавного пуска снабжено интерфейсом передачи данных RS485 и использует протокол передачи данных международного стандарта Modbus для связи между главным и подчиненным устройствами. Пользователям доступно централизованное управление через компьютер, ПЛК или специальное оборудование для передачи данных. С использованием указанного протокола связи пользователи могут задавать команду запуска устройства плавного пуска, изменять или считывать параметры, считывать рабочее состояние и информацию об ошибках устройства плавного пуска и т. д.

7.1 Коммуникации

В системе используются интерфейс RS485, асинхронная передача данных и порядок отправки кадров данных «сначала старший байт, а затем младший байт» (за исключением значения контрольного кода CRC, где используется порядок «сначала младший байт, затем старший байт»). При отправке каждого одного байта сначала отправляется самый младший бит, а самый старший бит отправляется последним.
Схема соединений между устройством плавного пуска и компьютером показана на рисунке 7.1.
Схема соединений между несколькими устройствами плавного пуска и компьютером показана на рисунке 7.2. Клеммы 485+ и 485– терминала внешнего управления устройством плавного пуска соответственно соединены с клеммами 485+ и 485– компьютера верхнего уровня через витую пару.

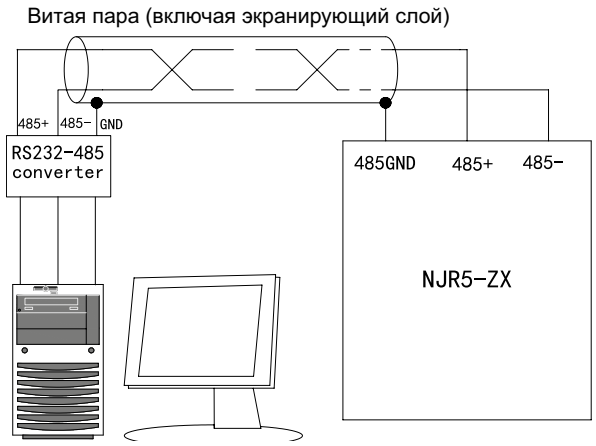


Рисунок 7.1. Соединения между устройством плавного пуска и компьютером

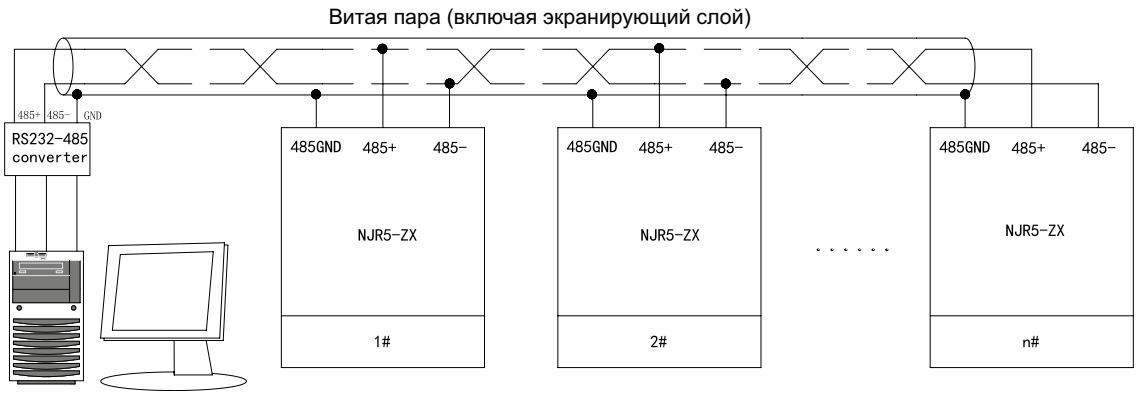


Рисунок 7.2. Соединения между несколькими устройствами плавного пуска и компьютером

Примечание. Как правило, клеммы устройства плавного пуска 485+ и 485– не требуют подключения оконечных резисторов. На больших расстояниях оконечные резисторы можно подключить к клеммам устройства плавного пуска 485+ и 485– на самом дальнем конце шины (значение сопротивления оконечных резисторов составляет 120 Ом).

Примечание. В целях снижения внешних помех для сигналов передачи данных рекомендуется использовать для линий связи витые пары экранированных проводов. При большой длине шины соедините клемму 485GND терминала внешнего управления устройства плавного пуска с экранирующим слоем витой пары.

7.2 Условия передачи данных

Адрес подчиненного устройства может быть установлен в диапазоне от 1 до 247, а значение 0 соответствует широковещательному адресу. В системах с одним главным устройством и одним или несколькими подчиненными адрес каждого подчиненного устройства в сети уникален. В системе поддерживается протокол Modbus. Этот протокол последовательной связи определяет содержимое кадра и формат использования асинхронной передачи данных при последовательной связи и поддерживает форматы кодов RTU и ASCII.

В режиме передачи данных RTU каждый 8-битный байт сообщения содержит два 4-битных символа в шестнадцатеричном формате. Преимущество данного режима заключается в более высокой плотности символов, что обеспечивает более высокую пропускную способность, чем в режиме ASCII, при той же скорости передачи данных. Максимальный размер кадра RTU для устройства плавного пуска модели NJR5-ZX составляет 256 байт.

В режиме передачи данных ASCII два символа ASCII используются для отправки 8-битного байта в сообщении. Если устройство не может работать в режиме RTU, используется режим ASCII. Максимальная длина кадра ASCII для устройства плавного пуска модели NJR5-ZX составляет 256 символов. Соответствие между кодами ASCII и передаваемыми символами показано в таблице 7.1.

Таблица 7.1.

Соответствие между кодами ASCII и передаваемыми символами

Символы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Код ASCII	0×30	0×31	0×32	0×33	0×34	0×35	0×36	0×37	0×38	0×39
Символы	A	B	C	D	E	F	:	CR	LF	
Код ASCII	0×41	0×42	0×43	0×44	0×45	0×46	0×3A	0×0D	0×0A	

7.3 Формат протокола

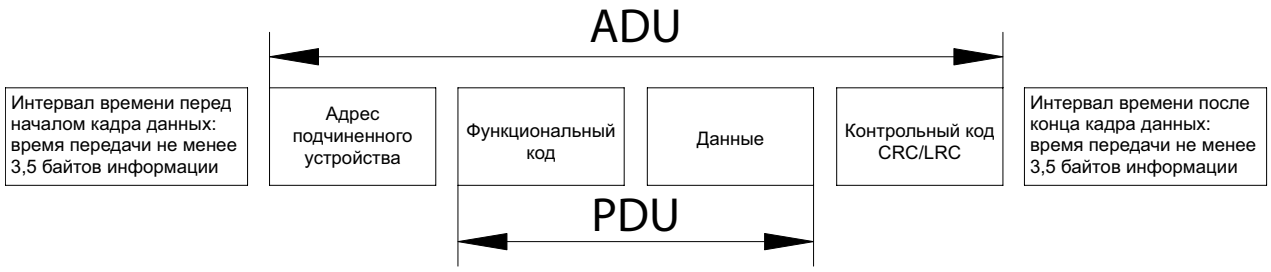


Рисунок 7.3. Формат протокола

ADU – это блок данных приложения, а PDU – блок данных протокола. 16-битный контрольный код CRC/LRC получается путем проверки данных первых трех частей ADU. Контрольный код CRC – это код проверки в режиме RTU, с порядком от младшего байта к старшему; контрольный код LRC – это код проверки в режиме ASCII с порядком от старшего байта к младшему.

7.3.1 Стандартная структура кадра RTU

Для ознакомления со стандартной структурой кадра RTU см. таблицу 7.2. Информация кадра должна передаваться в виде непрерывных данных. Если длительность интервала передачи внутри кадра превышает время передачи 1,5 байтов до окончания передачи всего кадра, принимающее устройство считает кадр неполным, удаляет полученную информацию и сообщает об ошибке передающему устройству. Если интервал между началом нового кадра и концом предыдущего составляет менее времени передачи 3,5 байтов, принимающее устройство будет считать данные продолжением предыдущего кадра, а итоговое значение контрольного кода CRC будет неверным вследствие нарушения структуры кадра.

Таблица 7.2.

Стандартная структура кадра RTU

Начало кадра	T1-T2-T3-T4 (время передачи 4 байтов)
Адрес подчиненного устройства	1–247 (один байт, десятичное число, 0 – широковещательный адрес)
Функциональный код команды	0x03: Чтение одного или нескольких регистров параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат) 0x04: Чтение значений одного или нескольких регистров атрибутов параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат, целое число, кратное 5) 0x06: Запись одного регистра параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат) 0x10: Запись нескольких регистров параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат)
DATA(N-1)...DATA(0)	2N байтов данных, которые содержат основную передаваемую информацию (2N байтов)
Контрольный код CRC	Значение CRC со специальной программой контроля (двойные байты)
Конец кадра	T1-T2-T3-T4 (время передачи 4 байтов)

7.3.2 Стандартная структура кадра ASCII

Для ознакомления со стандартной структурой кадра ASCII см. таблицу 7.3. В режиме ASCII используется заголовок кадра «:» (0×3a) и признак конца кадра CRLF ('0×0D'' 0×0A'). В режиме ASCII, за исключением заголовка и признака конца кадра, все остальные байты данных передаются в формате кода ASCII (см. таблицу 7.1). Сначала отправляются старшие 4 байта и затем отправляются младшие 4 байта.
Для проверки целостности данных используется контрольный код LRC. Проверка проводится для трех частей: от адреса подчиненного устройства до пакета данных. Контрольный код равен дополнению суммы всех символов в проверяемых данных.

Таблица 7.3.

Стандартная структура кадра ASCII

Начало кадра	«:»
Адрес подчиненного устройства	1–247. Адрес подчиненного устройства (8 бит данных) состоит из двух символов в кодах ASCII.
Функциональный код команды	0×03: чтение одного или нескольких регистров параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат). 0×04: чтение одного или нескольких регистров атрибутов параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат, количество регистров – целое число, кратное 5). 0×06: запись одного регистра параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат). 0×10: запись нескольких регистров параметров подчиненного устройства (один байт, шестнадцатеричный формат). Каждый функциональный код (8 бит данных) состоит из двух кодов ASCII.
DATA(N-1)...DATA(0)	2N байтов данных содержат основную передаваемую информацию (2N байтов). Каждый байт данных (8 битов данных) состоит из двух символов ASCII.
Контрольный код LRC	Значение LRC состоит из двух байтов данных. Каждый байт данных (8 битов данных) состоит из двух символов ASCII.
Конец кадра	Состоит из двух символов ASCII: 0×0D и 0×0A.

7.4 Проверка передачи данных

Проверка кадра предусматривает два основных этапа: проверку битов байта и проверку данных кадра. При проверке данных кадра проводится контроль CRC (режим RTU) и проверка LRC (режим ASCII).

7.4.1 Проверка битов внутри байта

Пользователи могут выбирать различные режимы проверки битов в соответствии с фактическими потребностями или отказаться от проверки, что повлияет на настройку проверочных битов каждого байта.

Контроль четности: перед передачей к данным добавляется бит четности, который указывает на то, является ли количество единиц в передаваемых данных нечетным или четным. Если количество единиц четное, задается значение 0, в противном случае устанавливается значение 1, чтобы сохранить неизменную четность данных.

Контроль нечетности: перед передачей к данным добавляется бит нечетности, который указывает на то, является ли количество единиц в передаваемых данных нечетным или четным. Если количество единиц нечетное, задается значение 0, в противном случае устанавливается значение 1, чтобы сохранить неизменную нечетность данных.

Пример: необходимо передать данные 11001110, в данных имеется пять единиц. Если используется контроль четности, бит четности имеет значение 1; если используется контроль нечетности, бит нечетности имеет значение 0. При передаче данных бит четности вычисляется и помещается в положение бита контроля четности кадра, а принимающее устройство также должно выполнить проверку четности. Если обнаруживается, что четность полученных данных не соответствует заданной, считается, что при передаче данных произошла ошибка.

7.4.2 Контроль с помощью циклического избыточного кода (CRC)

При использовании формата кадра RTU в кадр включается поле обнаружения ошибок кадра, рассчитанное с помощью циклического избыточного кода (CRC). Поле кода CRC позволяет проверить содержимое всего кадра. Поле кода CRC состоит из двух байтов и содержит 16 битов. Значение рассчитывается передающим устройством и добавляется к кадру. Принимающее устройство пересчитывает CRC полученного кадра и сравнивает его со значением в полученном поле CRC. Если два значения CRC не равны друг другу, значит, произошла ошибка при передаче данных.

7.4.3 Контроль с помощью линейного избыточного кода (LRC) в режиме ASCII

При контроле линейным избыточным кодом (LRC) проверочный код добавляется к адресу подчиненного устройства, функциональному коду и данным в ADU, затем берутся младшие 8 цифр, а затем берется дополнение.

Расчет проверочного кода LRC по таблице 7.5 выполняется следующим образом:
0×01 + 0×03 + 0×01 + 0×00 + 0×00 + 0×01 = 0×06 → дополнение 0×06 = 0×fa → коды ASCII, соответствующие 0×fa, равны 0×46 и 0×41 соответственно.

7.5 Описание функциональных кодов

В настоящем руководстве преимущественно описываются формат данных RTU и применение поддерживаемых устройством плавного пуска функций протокола Modbus. В формате ASCII необходимо изменить только заголовок и режим проверки достоверности данных на режим LRC, а затем разделить каждые данные в пакете данных в RTU на два пакета данных для отправки. Устройства серии NJR5-ZX поддерживают использование четырех функциональных кодов (0×03, 0×04, 0×06 и 0×10).

7.5.1 Функциональный код 0×03

Чтение значений из одного или нескольких регистров параметров подчиненного устройства. С помощью данного функционального кода из устройства плавного пуска серии NJR5-ZX (при условии, что адрес подчиненного устройства = 1, т. е. F9.00 = 1) могут быть считаны значения соответствующих параметров, например, текущие значения функционального параметра F1.00 (при этом для F1.00 установлено значение 3). См. таблицы 7.4 и 7.5 для режимов RTU и ASCII соответственно.

Таблица 7.4.

Функциональный код 0×03 (режим RTU)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов	Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов
Адрес подчиненного устройства	0×01	Адрес подчиненного устройства	0×01
Функциональный код	0×03	Функциональный код	0×03
Старший байт стартового адреса регистра	0×01	Количество байтов	0×02
Младший байт стартового адреса регистра	0×00	Старший байт адреса 0×0100	0×00
Количество регистров (старший байт)	0×00	Младший байт адреса 0×0100	0×03
Количество регистров (младший байт)	0×01	Младший байт контрольного кода CRC	0×F8
Младший байт контрольного кода CRC	0×85	Старший байт контрольного кода CRC	0×45
Старший байт контрольного кода CRC	0×F6	Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов
Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов		

Таблица 7.5.

Функциональный код 0×03 (режим ASCII)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Информация о команде главного устройства	Информация об ответе подчиненного устройства	Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов
Начало	0×3A	Начало	0×3A
Адрес подчиненного устройства	0×30	Адрес подчиненного устройства	0×30
	0×31		0×31
Функциональный код	0×30	Функциональный код	0×30
	0×33		0×33
Старший байт стартового адреса регистра	0×30	Количество байтов	0×30
	0×31		0×32
Младший байт стартового адреса регистра	0×30	Старший байт адреса 0×0100	0×30
	0×30		0×30
Количество регистров (старший байт)	0×30	Младший байт адреса 0×0100	0×30
	0×30		0×33
Количество регистров (младший байт)	0×30	Старший байт контрольного кода LRC	0×46
	0×31	Младший байт контрольного кода LRC	0×37
Старший байт контрольного кода LRC	0×46	Конец	0×0D
Младший байт контрольного кода LRC	0×41		0×0A
Конец	0×0D		
	0×0A		

Примечание. Порядок отправки контрольного кода CRC: от младшего байта к старшему. Порядок отправки контрольного кода LRC: от старшего байта к младшему.

7.5.2 Функциональный код 0×04

Функциональный код 0×04 реализует чтение атрибута параметра. Количество операций чтения должно быть кратно 5. Атрибут содержит пять пакетов 16-битных данных, которые описаны в таблице 7.6. Пример: чтение текущего атрибута параметра F2.01 (в настоящее время значение F2.01 составляет 15 A). См. таблицы 7.7 и 7.8 для режимов RTU и ASCII соответственно.

Таблица 7.6.

Описание атрибута параметра

<table>
<tr><th>Атрибут параметра подчиненного устройства</th><th>Значение</th></tr>
<tr><td>Первое слово атрибута</td><td>Максимальное значение параметра регистра</td></tr>
<tr><td>Второе слово атрибута</td><td>Минимальное значение параметра регистра</td></tr>
<tr><td>Третье слово атрибута</td><td>Текущее значение параметра регистра</td></tr>
<tr><td>Четвертое слово атрибута</td><td>
<table>
<tr><th>Бит №</th><th>Значение</th></tr>
<tr><td>Бит 14–15</td><td>Резерв</td></tr>
<tr><td>Бит 11–13</td><td>Изменение атрибутов
0×00: доступны чтение и запись
0×02: только для чтения
0×04: доступна запись только с разрешения производителя</td></tr>
<tr><td>Бит 8–10</td><td>Тип данных
0×01: 8-битное целое число без знака.
0×02: 16-битное целое число без знака.</td></tr>
<tr><td>Бит 5–7</td><td>Множитель
0×00: умножить на 1
0×01: умножить на 0,1
0×02: умножить на 0,01
0×03: умножить на 0,001
0×04: умножить на 0,0001
0×05: умножить на 0,00001</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>Атрибут параметра подчиненного устройства</th><th>Значение</th></tr>
<tr><td></td><td>
<table>
<tr><th>Бит №</th><th>Значение</th></tr>
<tr><td>Бит 0–4</td><td>Единицы измерения
0×00: без единиц измерения
0×01: напряжение (В)
0×02: ток (А)
0×03: мощность (кВт)
0×04: реактивная мощность (кВАр)
0×05: полная мощность (кВА)
0×06: потребляемая мощность (Вт)
0×07: потребление электроэнергии (кВт·ч)
0×08: частота (Гц)
0×09: время (тыс. ч)
0×0A: время (ч)
0×0B: время (с)
0×0C: время (мс)
0×0D: время (мкс)
0×0E: температура (°C)
0×0F: процент напряжения главной цепи устройства плавного пуска (%Un)
0×10: процент напряжения двигателя (%Ue)
0×11: процент напряжения цепи управления устройства плавного пуска (%Us)
0×12: процент тока устройства плавного пуска (%In)
0×13: процент тока двигателя (%Ie)
0×14: момент двигателя в процентах (%Te)
0×15: процентное значение (%)
0×16: номинальная частота вращения двигателя (об/мин)</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Пятое слово атрибута</td><td>Резерв</td></tr>
</table>

Таблица 7.7.

Функциональный код 0×04 (режим RTU)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов	Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов
Адрес подчиненного устройства	0×01	Адрес подчиненного устройства	0×01
Функциональный код	0×04	Функциональный код	0×04
Старший байт стартового адреса регистра	0×02	Количество байтов	0×0A
Младший байт стартового адреса регистра	0×01	Параметр F2.01, старший байт первого слова атрибута	0×00
Количество регистров (старший байт)	0×00	Параметр F2.01, младший байт первого слова атрибута	0×0F
Количество регистров (младший байт)	0×05	Параметр F2.01, старший байт второго слова атрибута	0×00
Младший байт контрольного кода CRC	0×60	Параметр F2.01, младший байт второго слова атрибута	0×03
Старший байт контрольного кода CRC	0×71	Параметр F2.01, старший байт третьего слова атрибута	0×00
Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов	Параметр F2.01, младший байт третьего слова атрибута	0×0F
		Параметр F2.01, старший байт четвертого слова атрибута	0×01
		Параметр F2.01, младший байт четвертого слова атрибута	0×02
		Параметр F2.01, старший байт пятого слова атрибута	0×00
		Параметр F2.01, младший байт пятого слова атрибута	0×02
		Младший байт контрольного кода CRC	0×D6
		Старший байт контрольного кода CRC	0×71
		Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов

Таблица 7.8.

Функциональный код 0x04 (режим ASCII)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Начало	0×3A	Начало	0×3A
Адрес подчиненного устройства	0×30	Адрес подчиненного устройства	0×30
	0×31		0×31
Функциональный код	0×30	Функциональный код	0×30
	0×34		0×34
Старший байт стартового адреса регистра	0×30	Количество байтов	0×30
	0×32		0×41
Младший байт стартового адреса регистра	0×30	Параметр F2.01, старший байт первого слова атрибута	0×30
			0×30
	0×31	Параметр F2.01, младший байт первого слова атрибута	0×30
			0×3F
Количество регистров (старший байт)	0×30	Параметр F2.01, старший байт второго слова атрибута	0×30
			0×30
	0×30	Параметр F2.01, младший байт второго слова атрибута	0×30
			0×33
Количество регистров (младший байт)	0×30	Параметр F2.01, старший байт третьего слова атрибута	0×30
			0×30
	0×35	Параметр F2.01, младший байт третьего слова атрибута	0×30
			0×3F
Младший байт контрольного кода LRC	0×46	Параметр F2.01, старший байт четвертого слова атрибута	0×30
			0×31
Старший байт контрольного кода LRC	0×33	Параметр F2.01, младший байт четвертого слова атрибута	0×30
			0×32
Конец	0×0D	Параметр F2.01, старший байт пятого слова атрибута	0×30
			0×30
	0×0A	Параметр F2.01, младший байт пятого слова атрибута	0×30
			0×32
		Старший байт контрольного кода LRC	0×43
		Младший байт контрольного кода LRC	0×42
		Конец	0×0D
			0×0A

7.5.3 Функциональный код 0×06

Запись слова данных в один регистр подчиненного устройства, т. е. установка значения одного параметра. Например, запись значения 2 в параметр F1.00. См. таблицы 7.9 и 7.10 для режимов RTU и ASCII соответственно.

Таблица 7.9.

Функциональный код 0×06 (режим RTU)

Информация о команде главного устройства			Информация об ответе подчиненного устройства		
Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов		Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов	
Адрес подчиненного устройства		0×01	Адрес подчиненного устройства		0×01
Функциональный код		0×06	Функциональный код		0×06

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Старший байт стартового адреса регистра	0×01	Старший байт стартового адреса регистра	0×01
Младший байт стартового адреса регистра	0×00	Младший байт стартового адреса регистра	0×00
Старший байт содержимого регистра	0×00	Старший байт содержимого регистра	0×00
Младший байт содержимого регистра	0×02	Младший байт содержимого регистра	0×02
Младший байт проверочного кода CRC	0×09	Младший байт проверочного кода CRC	0×09
Старший байт проверочного кода CRC	0×F7	Старший байт проверочного кода CRC	0×F7
Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов	Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов

Таблица 7.10.

Функциональный код 0×06 (режим ASCII)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Начало	0×3A	Начало	0×3A
Адрес подчиненного устройства	0×30	Адрес подчиненного устройства	0×30
	0×31		0×31
Функциональный код	0×30	Функциональный код	0×30
	0×36		0×36
Старший байт стартового адреса регистра	0×30	Старший байт стартового адреса регистра	0×30
	0×31		0×31
Младший байт стартового адреса регистра	0×30	Младший байт стартового адреса регистра	0×30
	0×30		0×30
Старший байт содержимого регистра	0×30	Старший байт содержимого регистра	0×30
	0×30		0×30
Младший байт содержимого регистра	0×30	Младший байт содержимого регистра	0×30
	0×32		0×32
Старший байт проверочного кода LRC	0×46	Старший байт проверочного кода LRC	0×46
Младший байт проверочного кода LRC	0×36	Младший байт проверочного кода LRC	0×36
Конец	0×0D	Конец	0×0D
	0×0A		0×0A

7.5.4 Функциональный код 0×010

Запись нескольких слов данных в несколько регистров подчиненного устройства, т. е. последовательная установка значений нескольких параметров. Например, запись данных 0×03 и 0×02 в параметры F1.00 и F1.01. См. таблицы 7.11 и 7.12 для режимов RTU и ASCII соответственно.

Таблица 7.11.

Функциональный код 0×010 (режим RTU)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов	Начало	Длительность интервала передачи 3,5 байтов
Адрес подчиненного устройства	0×01	Адрес подчиненного устройства	0×01
Функциональный код	0×10	Функциональный код	0×10
Старший байт стартового адреса регистра	0×01	Старший байт стартового адреса регистра	0×01
Младший байт стартового адреса регистра	0×00	Младший байт стартового адреса регистра	0×00

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Старший байт содержимого регистра	0×00	Старший байт количества слов регистра	0×00
Количество слов регистра (младший бит)	0×02	Количество слов регистра (младший байт)	0×02
Количество байт регистра	0×04	Младший байт контрольного кода CRC	0×40
Старший бит содержимого слова регистра	0×00	Старший байт контрольного кода CRC	0×34
Младший байт содержимого слов регистра	0×03	Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов
Старший байт содержимого слова регистра	0×00		
Младший байт содержимого слов регистра	0×02		
Младший байт контрольного кода CRC	0×8F		
Старший байт контрольного кода CRC	0×FE		
Конец	Длительность интервала передачи 3,5 байтов		

Таблица 7.12.

Функциональный код 0×10 (режим ASCII)

Информация о команде главного устройства		Информация об ответе подчиненного устройства	
Начало	0×3A	Начало	0×3A
Адрес подчиненного устройства	0×30	Адрес подчиненного устройства	0×30
	0×31		0×31
Функциональный код	0×31	Функциональный код	0×31
	0×30		0×30
Старший байт стартового адреса регистра	0×30	Старший байт стартового адреса регистра	0×30
	0×31		0×31
Младший байт стартового адреса регистра	0×30	Младший байт стартового адреса регистра	0×30
	0×30		0×30
Старший байт количества слов регистра	0×30	Старший байт количества слов регистра	0×30
	0×30		0×30
Количество байт регистра (младший байт)	0×30	Количество слов регистра (младший байт)	0×30
	0×32		0×32
Количество байт регистра	0×30	Старший байт контрольного кода LRC	0×45
	0×34	Младший байт контрольного кода LRC	0×43
Старший байт содержимого регистра	0×30	Конец	0×0D
	0×30		0×0A
Младший байт содержимого регистра	0×30		
	0×33		
Старший байт содержимого регистра	0×30		
	0×30		
Младший байт содержимого регистра	0×30		
	0×32		
Старший байт контрольного кода LRC	0×45		
Младший байт контрольного кода LRC	0×33		
Конец	0×0D		
	0×0A		

7.6 Описание функциональных кодов исключения

Если команда не выполнена, то устройство в ответ в составе PDU отправляет код ошибки и код исключения. Код ошибки равен функциональному коду невыполненной команды плюс 0×80, а код исключения указывает на конкретную причину ошибки. См. таблицу 7.13 со списком кодов исключений.

Таблица 7.13.

Описание кодов исключения

Код исключения (шестнадцатеричный)	Причина ошибки
0×01	Недопустимый функциональный код: устройство плавного пуска получило функциональный код, который не поддерживается.
0×02	Недопустимый адрес регистра: устройство плавного пуска получило запрос с несуществующим адресом данных. Пример: запрос на чтение данных адреса регистра 0×FF00 (при фактически отсутствующем адресе регистра 0×FF00). Запрос, отправленный компьютером верхнего уровня (шестнадцатеричный формат): **01 03 FF 00 00 01 87 1E** Данные ответа устройства плавного пуска (шестнадцатеричный формат): **01 83 02 C0 F1** 83: означает функциональный код невыполненной команды (0×03) +0×80 02: означает несуществующий адрес регистра
0×03	Недопустимая структура запроса: неточное количество данных PDU.
0×10	Контрольный код ошибки: неправильный контрольный код, полученный устройством плавного пуска.
0×11	Невозможность выполнения запроса: параметры функции могут быть записаны только в состоянии готовности или ошибки и не могут быть записаны в других состояниях.
0×12	Значение функционального параметра вне диапазона: установленное значение функционального параметра выходит за пределы допустимого диапазона.
0×15	Нет разрешения производителя: для чтения и записи требуется пароль.

7.7 Modbus адресация параметров устройства плавного пуска

7.7.1 Адреса функциональных параметров

Таблица 7.14.

Адреса функциональных параметров

Код параметра	Описание параметра	Атрибут чтения/записи	Modbus-адрес
F1.00	Канал пуска/останова	Чтение/запись	0×0100
F1.01	Задержка пуска	Чтение/запись	0×0101
F1.02	Количество запускаемых двигателей	Чтение/запись	0×0102
F1.03	Вращение на низкой скорости в прямом направлении с регулированием мощности	Чтение/запись	0×0103
F1.04	Вращение на низкой скорости в прямом направлении с регулированием скорости	Чтение/запись	0×0104
F1.05	Вращение на низкой скорости в обратном направлении с регулированием мощности	Чтение/запись	0×0105
F1.06	Вращение на низкой скорости в обратном направлении с регулированием скорости	Чтение/запись	0×0106
F2.00	Выбор типа нагрузки для двигателя № 1	Чтение/запись	0×0200
F2.01	Номинальный ток двигателя № 1	Чтение/запись	0×0201
F2.02	Режим пуска двигателя № 1	Чтение/запись	0×0202
F2.03	Режим останова двигателя № 1	Чтение/запись	0×0203
F2.04	Ограничение тока двигателя № 1	Чтение/запись	0×0204
F2.05	Длительность начального толчка напряжения двигателя № 1	Чтение/запись	0×0205
F2.06	Величина начального толчка напряжения двигателя № 1	Чтение/запись	0×0206
F2.07	Начальное напряжение двигателя № 1	Чтение/запись	0×0207
F2.08	Время пуска двигателя № 1	Чтение/запись	0×0208

Код параметра	Описание параметра	Атрибут чтения/записи	Modbus-адрес
F2.09	Время до второй ступени ограничения тока двигателя № 1	Чтение/запись	0×0209
F2.10	Ограничение тока второй ступени двигателя № 1	Чтение/запись	0×020A
F2.11	Время плавного останова двигателя № 1	Чтение/запись	0×020B
F2.12	Конечное напряжение плавного останова двигателя № 1	Чтение/запись	0×020C
F2.13	Время торможения постоянным током двигателя № 1	Чтение/запись	0×020D
F2.14	Мощность торможения постоянным током двигателя № 1	Чтение/запись	0×020E
F3.00	Выбор типа нагрузки для двигателя № 2	Чтение/запись	0×0300
F3.01	Номинальный ток двигателя № 2	Чтение/запись	0×0301
F3.02	Режим пуска двигателя № 2	Чтение/запись	0×0302
F3.03	Режим останова двигателя № 2	Чтение/запись	0×0303
F3.04	Ограничение тока двигателя № 2	Чтение/запись	0×0304
F3.05	Длительность начального толчка напряжения двигателя № 2	Чтение/запись	0×0305
F3.06	Величина начального толчка напряжения двигателя № 2	Чтение/запись	0x0306
F3.07	Начальное напряжение двигателя № 2	Чтение/запись	0x0307
F3.08	Время пуска двигателя № 2	Чтение/запись	0x0308
F3.09	Время до второй ступени ограничения тока двигателя № 2	Чтение/запись	0x0309
F3.10	Ограничение тока второй ступени двигателя № 2	Чтение/запись	0×030A
F3.11	Время плавного останова двигателя № 2	Чтение/запись	0×030B
F3.12	Конечное напряжение плавного останова двигателя № 2	Чтение/запись	0×030C
F3.13	Время торможения постоянным током двигателя № 2	Чтение/запись	0×030D
F3.14	Мощность торможения постоянным током двигателя №2	Чтение/запись	0×030E
F4.00	Выбор типа нагрузки для двигателя № 3	Чтение/запись	0×0400
F4.01	Номинальный ток двигателя № 3	Чтение/запись	0×0401
F4.02	Режим пуска двигателя № 3	Чтение/запись	0×0402
F4.03	Режим останова двигателя № 3	Чтение/запись	0×0403
F4.04	Ограничение тока двигателя № 3	Чтение/запись	0×0404
F4.05	Длительность начального толчка напряжения двигателя № 3	Чтение/запись	0×0405
F4.06	Величина начального толчка напряжения двигателя № 3	Чтение/запись	0×0406
F4.07	Начальное напряжение двигателя № 3	Чтение/запись	0×0407
F4.08	Время пуска двигателя № 3	Чтение/запись	0×0408
F4.09	Время до второй ступени ограничения тока двигателя № 3	Чтение/запись	0×0409
F4.10	Ограничение тока второй ступени двигателя № 3	Чтение/запись	0×040A
F4.11	Время плавного останова двигателя № 3	Чтение/запись	0×040B
F4.12	Конечное напряжение плавного останова двигателя № 3	Чтение/запись	0×040C
F4.13	Время торможения постоянным током двигателя № 3	Чтение/запись	0×040D
F4.14	Мощность торможения постоянным током двигателя №3	Чтение/запись	0×040E
F5.00	Действительное состояние реле	Чтение/запись	0×0500
F5.01	Выбор функции для In1	Чтение/запись	0×0501
F5.02	Выбор функции для In2	Чтение/запись	0×0502
F5.03	Задержка замыкания клеммы In1	Чтение/запись	0×0503
F5.04	Задержка размыкания клеммы In1	Чтение/запись	0×0504
F5.05	Задержка замыкания клеммы In2	Чтение/запись	0×0505
F5.06	Задержка размыкания клеммы In2	Чтение/запись	0×0506
F5.07	Задержка замыкания клеммы RUN	Чтение/запись	0×0507
F5.08	Задержка размыкания клеммы RUN	Чтение/запись	0×0508
F5.09	Задержка замыкания клеммы STOP	Чтение/запись	0×0509
F5.10	Задержка размыкания клеммы STOP	Чтение/запись	0×050A
F5.11	Задержка замыкания клеммы EMS	Чтение/запись	0×050B
F5.12	Задержка размыкания клеммы EMS	Чтение/запись	0×050C
F5.13	Назначение релейного выхода K2	Чтение/запись	0×050D
F5.14	Назначение релейного выхода K3	Чтение/запись	0×050E
F6.00	Тип аналогового выхода	Чтение/запись	0×0600
F6.01	Функция аналогового выхода	Чтение/запись	0×0601

Код параметра	Описание параметра	Атрибут чтения/записи	Modbus-адрес
F7.00	Класс защиты от перегрузки	Чтение/запись	0×0700
F7.01	Выбор теплового ограничения перегрузки	Чтение/запись	0×0701
F7.02	Уставка защиты по перенапряжению главной цепи	Чтение/запись	0×0702
F7.03	Время задержки срабатывания защиты по перенапряжению главной цепи	Чтение/запись	0×0703
F7.04	Уставка защиты по недостаточному напряжению главной цепи	Чтение/запись	0×0704
F7.05	Время задержки срабатывания защиты по недостаточному напряжению главной цепи	Чтение/запись	0×0705
F7.06	Уставка тока для защиты от блокировки ротора	Чтение/запись	0×0706
F7.07	Время задержки срабатывания защиты от блокировки ротора	Чтение/запись	0×0707
F7.08	Дисбаланс токов	Чтение/запись	0×0708
F7.09	Время задержки срабатывания при дисбалансе токов	Чтение/запись	0×0709
F7.10	Количество пусков	Чтение/запись	0×070A
F7.11	Уставка защиты от перегрева устройства плавного пуска	Чтение/запись	0×070B
F7.12	Уставка аварийного сигнала перегрева устройства плавного пуска	Чтение/запись	0×070C
F7.13	Уставка аварийного сигнала недостаточной нагрузки по току	Чтение/запись	0×070D
F7.14	Время активации сигнала недостаточной нагрузки по току	Чтение/запись	0×070E
F7.15	Время деактивации сигнала недостаточной нагрузки по току	Чтение/запись	0×070F
F8.00	Блокировка настройки параметров	Чтение/запись	0×0800
F8.01	Время отключения подсветки ЖК-дисплея	Чтение/запись	0×0801
F9.00	Адрес устройства плавного пуска	Чтение/запись	0×0900
F9.01	Скорость передачи данных	Чтение/запись	0×0901
F9.02	Формат обмена данными	Чтение/запись	0×0902
F9.03	Время регистрации ошибки по истечении времени передачи данных	Чтение/запись	0×0903
FA.00	Версия программного обеспечения	Чтение	0×0A00
FA.01	Обновление программного обеспечения (год)	Чтение	0×0A01
FA.02	Обновление программного обеспечения (месяц и день)	Чтение	0×0A02
FA.03	Ток фазы R	Чтение	0×0A03
FA.04	Ток фазы S	Чтение	0×0A04
FA.05	Ток фазы T	Чтение	0×0A05
FA.06	Напряжение фазы R	Чтение	0×0A06
FA.07	Напряжение фазы S	Чтение	0×0A07
FA.08	Напряжение фазы T	Чтение	0×0A08
FA.09	Линейное напряжение между R и S	Чтение	0×0A09
FA.10	Линейное напряжение между R и T	Чтение	0×0A0A
FA.11	Линейное напряжение между S и T	Чтение	0×0A0B
FA.12	Температура радиатора фазы R	Чтение	0×0A0C
FA.13	Температура радиатора фазы S	Чтение	0×0A0D
FA.14	Температура радиатора фазы T	Чтение	0×0A0E
FA.15	Частота сети	Чтение	0×0A0F
FA.16	Коэффициент мощности	Чтение	0×0A10
FA.17	Активная мощность [кВт]	Чтение	0×0A11
FA.18	Реактивная мощность [кВАр]	Чтение	0×0A12
FA.19	Полная мощность [кВА]	Чтение	0×0A13
FA.20	Электромагнитный момент	Чтение	0×0A14
FA.21	Макс. рабочий ток	Чтение	0×0A15
FA.22	Макс. пусковой ток	Чтение	0×0A16
FA.23	Количество пусков	Чтение	0×0A17
FA.24	Макс. энергопотребление [МВт·ч]	Чтение	0×0A18
FA.25	Мин. энергопотребление [кВт·ч]	Чтение	0×0A19
FA.26	Макс. время работы [тыс. ч]	Чтение	0×0A1A
FA.27	Мин. время работы [ч]	Чтение	0×0A1B
FA.28	Макс. время включения питания [тыс. ч]	Чтение	0×0A1C

Код параметра	Описание параметра	Атрибут чтения/записи	Modbus-адрес
FA.29	Мин. время включения питания [ч]	Чтение	0×0A1D
FA.30	Общее число ошибок	Чтение	0×0A1E
FA.31	Напряжение сети	Чтение	0×0A1F
FB.00	Задержка переключения в рабочий режим	Чтение/запись	0×0B00
FB.01	Номинальная мощность двигателя № 1	Чтение/запись	0×0B01
FB.02	Номинальная частота вращения двигателя № 1	Чтение/запись	0×0B02
FB.03	Коэффициент потерь статора двигателя № 1	Чтение/запись	0×0B03
FB.04	Кратность ограничения момента двигателя № 1	Чтение/запись	0×0B04
FB.05	Номинальная мощность двигателя № 2	Чтение/запись	0×0B05
FB.06	Номинальная частота вращения двигателя № 2	Чтение/запись	0×0B06
FB.07	Коэффициент потерь статора двигателя № 2	Чтение/запись	0×0B07
FB.08	Кратность ограничения момента двигателя № 2	Чтение/запись	0×0B08
FB.09	Номинальная мощность двигателя № 3	Чтение/запись	0×0B09
FB.10	Номинальная частота вращения двигателя № 3	Чтение/запись	0×0B0A
FB.11	Коэффициент потерь статора двигателя № 3	Чтение/запись	0×0B0B
FB.12	Кратность ограничения момента двигателя № 3	Чтение/запись	0×0B0C
FB.13	Пропорциональный коэффициент усиления в режиме увеличения момента (kp)	Чтение/запись	0×0B0D
FB.14	Интегральный коэффициент в режиме увеличения момента (Ti)	Чтение/запись	0×0B0E
FB.15	Период выборки в режиме увеличения момента	Чтение/запись	0×0B0F
FB.16	Предельное отклонение в режиме увеличения момента	Чтение/запись	0×0B10
FB.17	Время работы вентилятора после останова	Чтение/запись	0×0B11
FB.18	Величина обратного угла в режиме токоограничения	Чтение/запись	0×0B12
FB.19	Предел повышения тока в режиме токоограничения	Чтение/запись	0×0B13
FC.00	Коэффициент калибровки напряжения фазы R	Чтение/запись	0×0C00
FC.01	Коэффициент калибровки напряжения фазы S	Чтение/запись	0×0C01
FC.02	Коэффициент калибровки напряжения фазы T	Чтение/запись	0×0C02
FC.03	Коэффициент калибровки тока фазы R	Чтение/запись	0×0C03
FC.04	Константа калибровки тока фазы R	Чтение/запись	0×0C04
FC.05	Коэффициент калибровки тока фазы S	Чтение/запись	0×0C05
FC.06	Константа калибровки тока фазы S	Чтение/запись	0×0C06
FC.07	Коэффициент калибровки тока фазы T	Чтение/запись	0×0C07
FC.08	Константа калибровки тока фазы T	Чтение/запись	0×0C08
FC.09	Константа калибровки аналогового выхода	Чтение/запись	0×0C09
FD.00	Информация об ошибках 0	Чтение	0×0D00
FD.01	Информация об ошибках 1	Чтение	0×0D01
FD.02	Информация об ошибках 2	Чтение	0×0D02
FD.03	Информация об ошибках 3	Чтение	0×0D03
FD.04	Информация об ошибках 4	Чтение	0×0D04
FD.05	Информация об ошибках 5	Чтение	0×0D05
FD.06	Информация об ошибках 6	Чтение	0×0D06
FD.07	Информация об ошибках 7	Чтение	0×0D07
FD.08	Информация об ошибках 8	Чтение	0×0D08
FD.09	Информация об ошибках 9	Чтение	0×0D09

7.7.2 Адреса для передачи команд управления

Подробно см. в таблице 7.15.

Таблица 7.15.

Адреса для передачи команд управления

Описание команды управления	Код команды управления	Атрибут чтения/записи	Modbus-адрес регистра команды
Команда пуска/остановки	0×00AA: пуск 0×0055: останов **Примечание.** при получении команды остановки выполняется сброс текущей ошибки.	Запись	0×3201
Возврат к заводским настройкам	0×00AA: да; 0×0055: нет	Запись	0×3202
Сброс ошибки	0×00AA: да; 0×0055: нет	Запись	0×3203
Активация разрешения производителя	Резерв	Запись	0×3204
Команда вращения вперед на низкой скорости	0×00AA: тихий ход вперед 0×0055: останов	Запись	0×3205
Команда вращения назад на низкой скорости	0×00AA: тихий ход назад 0×0055: останов	Запись	0×3206
Чтение текущего рабочего состояния	0×0001: состояние готовности 0×0002: состояние плавного пуска 0×0004: состояние рабочего режима 0×0008: состояние плавного останова 0×0010: состояние ошибки 0×0020: состояние торможения постоянным током 0×0040: состояние тихого хода вперед 0×0080: состояние тихого хода назад	Чтение	0×4201
Чтение текущей ошибки или аварийного сигнала	0×0000: без ошибки 000×01: ошибка по перегрузке во время работы 0×0002: ошибка при блокировке ротора / коротком замыкании 0×0003: ошибка по превышению времени протекания пускового тока 0×0004: ошибка по трехфазному дисбалансу токов 0×0005: ошибка по потере фазы двигателя 0×0006: ошибка по потере входной фазы 0×0007: ошибка по отклонению частоты питания 0×0008: ошибка по пробою тиристора 0×0009: ошибка по перегреву устройства плавного пуска 0×000a: ошибка по перегреву двигателя 0×000b: ошибка байпаса 0×000c: ошибка по перенапряжению главной цепи 0×000d: ошибка по пониженному напряжению главной цепи 0×000e: резерв 0×000f: резерв 0×0010: резерв 0×0011: ошибка по размыканию цепи выключателя аварийного останова 0×0012: ошибка по частоте пусков 0×0013: ошибка по затянутому пуску 0×0014: ошибка по некорректному значению параметра 0×0015: внешняя ошибка	Чтение	0×4202

Описание команды управления	Код команды управления	Атрибут чтения/записи	Modbus-адрес регистра команды
	0×0016: ошибка по истечении времени передачи данных 0×0017: аварийный сигнал перегрева 0×0018: аварийный сигнал недостаточной нагрузки		
Начальное значение таймера	1–999 с	Чтение	0×4203
Таймер устранения неисправности	0–1800 с Таймер активируется только в случае возникновения ошибки по рабочей перегрузке или превышению времени протекания пускового тока при условии, что другие ошибки отсутствуют.	Чтение	0×4204

7.8 Пример передачи данных по протоколу Modbus

Перед передачей данных сначала выполните конфигурирование шины Modbus: установите параметры связи, согласуйте адреса сетевых устройств, скорость и формат передачи данных, контроль четности для компьютера верхнего уровня и устройств плавного пуска

- **Пример 1: модель устройства плавного пуска – NJR5-150/ZX3, адрес этого устройства – 0×01. Чтение текущего трехфазного тока устройства плавного пуска.**

  Запрос, отправленный главным компьютером: **01 03 0A 03 00 03 F6 13**

  Данные, полученные главным компьютером от устройства плавного пуска: **01 03 06 02 E0 02 E2 02 DF 40 37**

  В этих коммуникационных данных **02 E0** = ток фазы R; **02 E2** = ток фазы S; **02 DF** = ток фазы T.

  0×02E0 = 736, номинальный ток для модели NJR5-150/ZX3 составляет 150 A, что меньше 630 A, следовательно, значение отображается с десятичной точкой, поэтому фактический ток фазы R = 73,6 A, фазы S = 73,8 A и фазы T = 73,5 A.

- **Пример 2. Модель устройства плавного пуска – NJR5-1000/ZX3, адрес этого устройства – 0×01. Чтение текущего трехфазного тока устройства плавного пуска.**

  Запрос, отправленный главным компьютером: **01 03 0A 03 00 03 F6 13**

  Данные, полученные главным компьютером: **01 03 06 02 E0 02 E2 02 DF 40 37**

  В коммуникационных данных **02 E0** = ток фазы R; **02 E2** = ток фазы S; **02 DF** = ток фазы T.

  0×02E0 = 736, номинальный ток для модели NJR5-1000/ZX3 составляет 1000 A, что выше 630 A, следовательно, отображается целочисленное значение, поэтому фактический ток фазы R = 736 A, фазы S = 738 A и фазы T = 735 A

- **Пример 3. Адрес устройства плавного пуска – 0x01. Для реализации плавного пуска по сети Modbus необходимы два шага.**

  Шаг 1. Настройка канала пуска/останова: задание значения 2 для параметра F1.00 (можно также задать значение от 4 до 6; в примере установлено значение 2).

  Запрос, отправленный главным компьютером: **01 06 01 00 00 02 09 F7**

  Данные, полученные главным компьютером: **01 06 01 00 00 02 09 F7**

  Таким образом, для функционального параметра F1.00 устанавливается значение 2 (**00 02** соответствует значению 2).

  Шаг 2. Отправка команды плавного пуска главным компьютером на устройство плавного пуска.

  Запрос, отправленный главным компьютером: **01 06 32 01 00 AA 56 CD**

  Данные, полученные главным компьютером: **01 06 32 01 00 AA 56 CD**

  Для реализации плавного пуска команда пуска 00 AA отправляется по адресу **32 01**.

8 Поиск и устранение неисправностей

8.1 Техническое обслуживание

Техническое обслуживание допускается проводить только после полного отключения электропитания. К выполнению работ по демонтажу и техническому обслуживанию оборудования допускаются только квалифицированные специалисты.

- Проверьте, не ослаблены ли клеммные соединения.
- Проверьте проводку на наличие повреждений и признаков износа.
- Убедитесь в отсутствии тепловых повреждений на медной жиле или проводящей части.

8.2 Система защиты и профилактики ошибок

Устройства плавного пуска серии NJR5-ZX оснащены современными функциями защиты, которые обеспечивают безопасность использования устройства плавного пуска и двигателя.

В случае срабатывания защиты устройство плавного пуска немедленно выключится. Уставки и параметры защиты настраиваются в соответствии с фактическими условиями работы оборудования.

8.2.1 Защита от перегрузки при работе (Over load)

В рабочем режиме непрерывно рассчитывается интегральное значение ∫x2·t·k в соответствии со стандартными требованиями к кривой защиты от перегрева, предусмотренными в стандарте IEC 60947-4-2 (см. рисунок 8.1). На графике по оси X показан относительный ток двигателя, T соответствует времени измерения тока, а k представляет собой коэффициент защиты двигателя от перегрузки, который связан с классом защиты двигателя от перегрузки F7.00. Чем выше класс защиты двигателя от перегрузки, тем меньше значение k. Когда интегральное значение ∫x2·t·k превышает уставку защиты от перегрузки, выдается сообщение об ошибке по перегрузке во время работы. Стандартные характеристики аварийного отключения показаны в таблице 8.1.

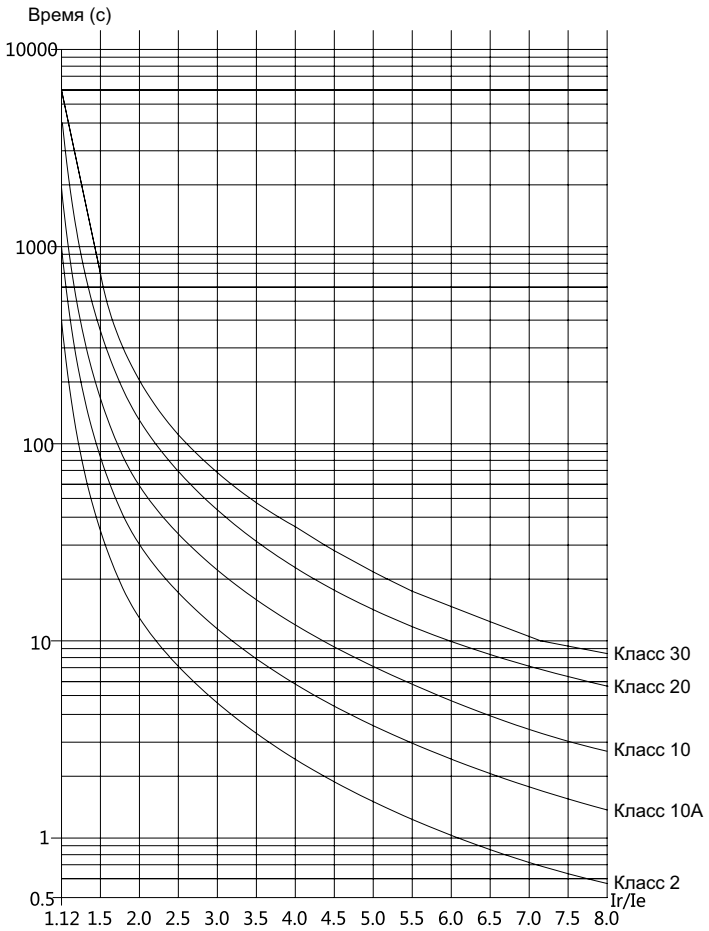


Рисунок 8.1. Стандартные кривые защиты от тепловой перегрузки

Таблица 8.1.

Стандартные характеристики аварийного отключения

	Время до аварийного отключения в стандартных условиях (класс 10)				Время до аварийного отключения при высоком классе защиты (класс 20)			
Ток	200 %Ie	300 %Ie	400 %Ie	500 %Ie	200 %Ie	300 %Ie	400 %Ie	500 %Ie
Время	60 с	23 с	14 с	8 с	120 с	46 с	28 с	15 с

Примечание. После срабатывания защиты от перегрузки необходимо подождать 30 минут перед повторным запуском устройства.

8.2.2 Защита от блокировки ротора / короткого замыкания (Lock rotor/short)

Защита от блокировки ротора / короткого замыкания предусматривает защиту от работы с заторможенным ротором и защиту от короткого замыкания нагрузки.

Защита от блокировки ротора

Если в условиях плавного пуска, плавного останова, в рабочем режиме, при медленном вращении вперед и назад или торможении обнаруживается, что действующее значение тока превышает уставку защиты от блокировки ротора в параметре F7.06 в течение времени, превышающего уставку времени блокировки ротора в параметре F7.07, выдается сообщение об ошибке при заторможенном роторе / коротком замыкании.

Защита от короткого замыкания

Если в условиях плавного пуска, плавного останова, в рабочем режиме, при медленном вращении вперед и назад или торможении обнаруживается, что пиковый ток более чем в 11 раз превышает номинальный ток устройства плавного пуска, немедленно выдается сообщение об ошибке при заторможенном роторе / коротком замыкании.

Примечание. По причине длительного времени выключения тиристора (определяемого собственными характеристиками выключения тиристора) при возникновении короткого замыкания тиристор может перегореть.

8.2.3 Защита от превышения времени протекания пускового тока (Limit I. timeout)

В условиях плавного пуска, плавного останова, в рабочем режиме, при медленном вращении вперед и назад непрерывно рассчитывается интегральное значение $\int x^2 \cdot t$. Если интегральное значение $\int x^2 \cdot t$ превышает уставку ограничения тока, выдается сообщение об ошибке по превышению времени протекания пускового тока. Для получения информации о взаимосвязи между временем и током срабатывания защиты по превышению времени протекания пускового тока см. таблицу 8.2, где Ir – фактический ток, а Ie – номинальный ток двигателя.

Примечание 1. Если время плавного пуска превышает 80 с, выдается сообщение об ошибке при затянутом пуске.

Примечание 2. После выдачи сообщения об ошибке по превышению времени протекания пускового тока необходимо подождать 30 минут перед повторным запуском.

Таблица 8.2.

График работы защиты при превышении времени протекания пускового тока

Уставка F7.00 / Фактический ток	0: класс 2	1: класс 10A	2: класс 10	3: класс 20	4: класс 30
500 %Ie	25 с	25 с	25 с	30 с	40 с
450 %Ie	31 с	31 с	31 с	37 с	49 с
400 %Ie	39 с	39 с	39 с	46 с	62 с
350 %Ie	51 с	51 с	51 с	61 с	81 с
300 %Ie	69 с	69 с	69 с	83 с	111 с
250 % Ie	100 с	100 с	100 с	120 с	160 с

8.2.4 Защита от трехфазного дисбаланса токов (Unbalance of I.)

Сообщение об ошибке по дисбалансу токов выдается, если I_мин./I_макс. < (100 – уставка F7.08) % в течение времени, превышающего уставку функционального параметра времени трехфазного дисбаланса токов F7.09. Защита работает при плавном пуске, плавном останове, в рабочем режиме, при медленном вращении вперед и назад, если значения токов во всех фазах превышают 5 %Ie.

Примечание 1. I_мин. = наименьший фазный ток; I_макс. = наибольший фазный ток.

Примечание 2. Сообщение об ошибке по трехфазному дисбалансу токов также может выводиться при потере входной фазы.

8.2.5 Защита от потери фазы двигателя (Outp phase loss)

- Если во время предварительного запуска обнаруживается, что одна фаза двигателя не подключена к выходной клемме устройства плавного пуска, выдается сообщение о потере фазы двигателя.
- В условиях плавного пуска, плавного останова, в рабочем режиме, при медленном вращении вперед и назад, если все фазные токи превышают 5%Ie, сообщение об ошибке по потере фазы двигателя выдается при условии, что I_мин./I_макс. < 40 % в течение времени, превышающего 0,5 с,.

  Примечание 1. I_мин. = наименьший фазный ток; I_макс. = наибольший фазный ток.

  Примечание 2. Сообщение об ошибке по трехфазному дисбалансу токов также может выводиться при потере входной фазы.

8.2.6 Защита от потери входной фазы (Input phase loss)

Если во время предварительного запуска обнаруживается отсутствие напряжения питания на одной или нескольких фазах в течение 1 с, выдается сообщение об ошибке по потере входной фазы.

8.2.7 Защита от отклонения питания по частоте (Frequency wrong)

- Если запуск выполняется в режиме без регулирования тока (включая обычное и двойное токоограничение), сообщение об ошибке по отклонению частоты выдается, если обнаружено, что частота напряжения питания отличается от 50 или 60 Гц более чем на 2 Гц.
- Если запуск выполняется в режиме с регулированием тока (включая обычное и двойное токоограничение), некорректная частота не обнаруживается.

8.2.8 Защита от пробоя тиристора (SCR short)

В состоянии медленного вращения вперед или назад, если все фазные токи превышают 5 %Ie, при пробое тиристора любой фазы выдается сообщение о пробое тиристора фазы.

8.2.9 Защита устройства плавного пуска от перегрева (SS over hot)

В любом состоянии (кроме состояния ошибки), если обнаруживается, что текущая температура устройства плавного пуска превышает уставку защиты от перегрева устройства в функциональном параметре F7.11, выдается сообщение об ошибке по перегреву устройства плавного пуска. Если температура устройства плавного пуска снижается более чем на 2 °C относительно уставки, сообщение о перегреве устройства плавного пуска автоматически удаляется.

8.2.10 Защита от перегрева двигателя (Motor over hot)

В любом состоянии (кроме состояния ошибки) общее сопротивление цепи датчика температуры двигателя составляет 200–750 Ом при 25 °C. Если сопротивление превышает 3,1 кОм, выдается сообщение о перегреве двигателя. Соответствующее сообщение удаляется, когда сопротивление опускается ниже 1,5 кОм.

8.2.11 Защита от перенапряжения главной цепи (Main circuit OV)

В любом состоянии (кроме состояния ошибки), если обнаружено, что линейное напряжение превышает уставку защиты от перенапряжения главной цепи в функциональном параметре F7.02 в течение времени, превышающего уставку времени задержки срабатывания в функциональном параметре F7.03, выдается сообщение об ошибке по чрезмерному напряжению в главной цепи.

8.2.12 Защита от пониженного напряжения главной цепи (Main circuit UV)

В любом состоянии (кроме состояния ошибки), если обнаружено, что линейное напряжение меньше уставки защиты от пониженного напряжения главной цепи в функциональном параметре F7.04 в течение времени, превышающего уставку времени задержки срабатывания в функциональном параметре F7.05, выдается сообщение об ошибке по недостаточному напряжению в главной цепи.

8.2.13 Защита от размыкания клеммы EMS (EMS open fault)

В любом состоянии (кроме состояния ошибки), если обнаруживается, что клеммы EMS и COM разомкнуты в течение времени, превышающего уставку функционального параметра времени задержки размыкания клеммы EMS F5.12, выдается сообщение об ошибке по размыканию клеммы EMS.

8.2.14 Защита от частых запусков (Too many starts)

Если уставка функционального параметра количества пусков F7.10 равна 0, сообщение об ошибке по частым запускам выдаваться не будет.

Если уставка функционального параметра F7.10 больше 0 и количество пусков в час превышает это значение, выдается сообщение об ошибке по частым запускам.

8.2.15 Защита от ошибки при затянутом пуске (Too long start time)

Если суммарное время всего процесса плавного пуска превышает 80 с, выдается сообщение об ошибке при затянутом пуске.

8.2.16 Защита от ошибки при некорректном параметре (Parameter wrong)

- Если значения читаемых и записываемых функциональных параметров (т. е. функциональных параметров всех групп, кроме FA и FD) выходят за пределы диапазона настройки параметров, выдается сообщение об ошибке по некорректному значению параметра. В состоянии ошибки по некорректному значению параметра, если обнаружено, что значения всех читаемых и записываемых функциональных параметров находятся в пределах диапазона настройки параметров, сообщение об ошибке автоматически удаляется.
- Если уставка выбора функции функционального параметра F5.01 для входной клеммы IN1 равна уставке выбора функции функционального параметра F5.02 для входной клеммы IN2, а функциональный параметр F5.01 имеет значение 1, 2, 3, 4, 5 или 6, выдается сообщение об ошибке по некорректному значению параметра. В состоянии ошибки по некорректному значению параметра, если обнаружено, что значение функционального параметра F5.01 не равно значению функционального параметра F5.02 или значения функциональных параметров F5.01 и F5.02 равны 0, сообщение об ошибке по некорректному значению параметра автоматически удаляется.

8.2.17 Защита от внешних ошибок (External fault)

- Если для функционального параметра F5.01 входной клеммы IN1 установлено значение выбора функции 1: «Внешняя ошибка» и обнаруживается, что состояние клеммы IN1 изменяется с разомкнутого (в течение времени, большего уставки функционального параметра F5.04 «Время задержки размыкания клеммы IN1») на замкнутое (в течение времени, большего уставки функционального параметра F5.03 «Время задержки размыкания клеммы IN1»), выдается сообщение о внешней ошибке. В состоянии внешней ошибки, если обнаружено, что время разомкнутого состояния клеммы IN1 превышает уставку функционального параметра F5.04 «Время задержки размыкания клеммы IN1», сообщение о внешней ошибке автоматически удаляется.
- Если для функционального параметра F5.02 входной клеммы IN2 установлено значение выбора функции 1: «Внешняя ошибк» и обнаруживается, что состояние клеммы IN2 изменяется с разомкнутого (в течение времени, большего уставки функционального параметра F5.06 «Время задержки размыкания клеммы IN2») на замкнутое (в течение времени, большего уставки функционального параметра F5.05 «Время задержки размыкания клеммы IN2»), выдается сообщение о внешней ошибке. В состоянии внешней ошибки сообщение о внешней ошибке автоматически удаляется, если время разомкнутого состояния клеммы IN2 превышает уставку функционального параметра F5.06 «Время задержки размыкания клеммы IN2».

8.2.18 Аварийный сигнал перегрева устройства плавного пуска (SS OH. alarm)

В любом состоянии (кроме состояния ошибки), если обнаруживается, что температура устройства плавного пуска превышает уставку аварийного сигнала перегрева устройства плавного пуска в функциональном параметре F7.12, выдается сообщение об аварийном сигнале перегрева устройства плавного пуска. В состоянии аварийного сигнала перегрева устройства плавного пуска, если обнаружено, что температура устройства плавного пуска на 2 °C ниже уставки функционального параметра F7.12, аварийный сигнал перегрева устройства плавного пуска автоматически удаляется.

Примечание. Устройство плавного пуска не отключается в состоянии аварийного сигнала по перегреву. Если аварийный сигнал по перегреву возникает, когда устройство находится в состоянии готовности, запуск устройства невозможен.

8.2.19 Аварийный сигнал недостаточной нагрузки (Under load alarm)

Если функциональный параметр аварийного сигнала недостаточной нагрузки по току F7.13 имеет значение 0, сообщение об аварийном сигнале недостаточной нагрузки выдаваться не будет

Когда уставка функционального параметра аварийного сигнала недостаточной нагрузки по току F7.13 отлична от 0, если обнаруживается, что текущий ток двигателя меньше уставки данного функционального параметра в течение времени, превышающего уставку функционального параметра времени активации сигнала недостаточной нагрузки F7.14, выдается аварийный сигнал недостаточной нагрузки. Если для функционального параметра F5.14 установлено значение 0 «Любая ошибка или аварийный сигнал» или 24 «Аварийный сигнал недостаточной нагрузки», сработает реле K3. Аварийный сигнал недостаточной нагрузки автоматически сбрасывается, если обнаружено, что текущий ток превышает уставку функционального параметра F7.13 в течение времени, превышающего уставку функционального параметра F7.15. Если для функционального параметра F5.14 установлено значение 0 «Любая ошибка или аварийный сигнал» или 24 «Аварийный сигнал недостаточной нагрузки», реле K3 вернется в исходное положение.

Примечание. Не останавливайте устройство в случае появления аварийного сигнала недостаточной нагрузки.

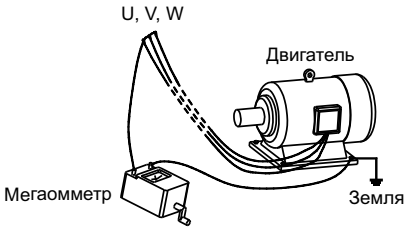
8.3 Поиск и устранение наиболее распространенных неисправностей

В случае неисправности устройства плавного пуска, двигателя или оборудования распределения электроэнергии действует система защиты от ошибок.

При этом название неисправности и соответствующая информация отображается на дисплее. См. описание в таблице 8.3.

Таблица 8.3.

Инструкции по поиску и устранению наиболее распространенных неисправностей

Название неисправности	Возможные причины	Способы устранения
Over load (Перегрузка)	1. Чрезмерная нагрузка или ток нагрузки часто превышает номинальный ток двигателя. 2. Неправильно задан номинальный ток двигателя.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия заслонки вентилятора или водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). Проверьте рабочий ток. Величина номинального тока двигателя задается параметром F2.01, F3.01 или F4.01. 2. Проверьте номинальный ток двигателя, заданный функциональным параметром F2.01, F3.01 или F4.01. Убедитесь, что задано не слишком низкое значение. 3. Проверьте, насколько часто ток двигателя превышает номинальное значение во время работы. 4. Проверьте величину отклонения фактического значения тока от номинального тока устройства плавного пуска.
Lock rotor/short (Блокировка ротора / короткое замыкание)	1. Чрезмерная нагрузка или ток нагрузки часто превышает номинальный ток двигателя. 2. Неправильно задан номинальный ток двигателя. 3. Короткое замыкание на землю или неисправность изоляции обмотки двигателя. 4. Короткое замыкание или неисправность изоляции между фазами обмоток двигателя.	1. Проверьте, не заблокирован ли ротор двигателя. 2. Убедитесь в отсутствии короткого замыкания на обмотках двигателя. 3. Убедитесь в отсутствии короткого замыкания обмоток двигателя на землю. Проверка проводится следующим образом.  4. Проверьте, находится ли отображаемый ток в пределах, заданных функциональным параметром F7.06 для защиты от блокировки ротора.
Limit I. timeout t (Превышение времени протекания пускового тока)	1. Чрезмерная нагрузка. 2. Функциональными параметрами F2.04, F3.04 и F4.04 заданы недостаточно высокие коэффициенты ограничения тока двигателя. 3. Функциональными параметрами F2.07, F3.07 и F4.07 заданы недостаточно высокие значения начального напряжения двигателя. 4. Функциональными параметрами F2.08, F3.08 и F4.08 заданы слишком высокие значения времени плавного пуска двигателя. 5. Недостаточная мощность трансформатора сети.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия заслонки вентилятора или водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). 2. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.04, F3.04 и F4.04 заданы достаточно высокие коэффициенты ограничения тока двигателя. 3. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.07, F3.07 и F4.07 заданы достаточно высокие значения начального напряжения двигателя. 4. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.08, F3.08 и F4.08 заданы не слишком высокие значения времени плавного пуска двигателя. 5. Проверьте мощность источника питания. Недостаточная мощность приводит к чрезмерному падению напряжения при плавном пуске. В нормальных условиях мощность источника питания должна превышать мощность двигателя более чем в 2,5 раза.

Название неисправности	Возможные причины	Способы устранения
Unbalance of I. (Дисбаланс токов)	1. Неисправность контакта между выходными клеммами устройства плавного пуска и линией подключения двигателя. 2. Не сбалансировано входное напряжение трехфазной электросети. 3. Неисправен тиристор. 4. Неисправна материнская плата устройства плавного пуска.	1. Проверьте состояние выходных клемм и линии подключения двигателя. 2. Убедитесь, что сбалансировано трехфазное входное напряжение электросети. 3. Проверьте состояние тиристоров. Проверьте проводимость между клеммами главной цепи R и U, S и V, T и W с помощью мультиметра. Наличие проводимости указывает на неисправность тиристора. Дополнительно также с помощью мультиметра проверьте сопротивление между управляющим электродом и катодом каждого тиристора. Оно должно быть нормальным и постоянным. 4. Замените материнскую плату.
Outp phase loss (Потеря фазы двигателя)	1. Неисправность контакта между выходными клеммами устройства плавного пуска и линией подключения двигателя. 2. Не сбалансировано входное напряжение трехфазной электросети, отсутствует фаза входного напряжения. 3. Неисправен тиристор. 4. Неисправна материнская плата устройства плавного пуска.	1. Проверьте состояние трехфазного входного источника питания и двигателя нагрузки. 2. Проверьте надежность соединений входных и выходных цепей устройства плавного пуска. При наличии в главной цепи последовательно включенных автоматических выключателей и контакторов убедитесь в надежности их включения. 3. Убедитесь, что трехфазное входное напряжение электросети сбалансировано. 4. Проверьте состояние тиристоров. Проверьте проводимость между клеммами главной цепи R и U, S и V, T и W с помощью мультиметра. Наличие проводимости указывает на неисправность тиристора. Дополнительно также с помощью мультиметра проверьте сопротивление между управляющим электродом и катодом каждого тиристора. Оно должно быть нормальным и постоянным. 5. Замените материнскую плату.
Input phase loss (Потеря входной фазы)	1. Трехфазный входной источник питания или входной автоматический выключатель неисправны. 2. Ненормированные показатели выходного напряжения и частоты при питании от генератора. 3. Неисправен тиристор. 4. Неисправна материнская плата устройства плавного пуска.	1. Проверьте состояние источника питания и исправность проводки. 2. Убедитесь, что частота сети находится в пределах нормального диапазона. 3. Проверьте состояние тиристоров. Проверьте проводимость между клеммами главной цепи R и U, S и V, T и W с помощью мультиметра. Наличие проводимости указывает на неисправность тиристора. Дополнительно также с помощью мультиметра проверьте сопротивление между управляющим электродом и катодом каждого тиристора. Оно должно быть нормальным и постоянным. 4. Замените материнскую плату.
Frequency wrong (Некорректная частота)	1. Недостаточная или нестабильная мощность генератора. 2. Отклонение частоты сети от номинального значения выходит за допустимые пределы. 3. Неисправна материнская плата устройства плавного пуска.	1. Убедитесь, что выходная частота генератора стабильна и находится в допустимых пределах. 2. Если для подачи питания не используется генератор, убедитесь, что частота сети не выходит за допустимые пределы.
SCR short (Пробой тиристора SCR)	1. Короткое замыкание тиристора. 2. Неисправен контакт между двигателем нагрузки и устройством плавного пуска. 3. Неисправна материнская плата.	1. Проверьте тиристор SCR на наличие короткого замыкания. 2. Проверьте состояние контакта между двигателем и устройством плавного пуска.
SS over hot (Перегрев устройства плавного пуска)	1. Чрезмерная нагрузка. 2. Частые запуски. 3. Затянутый плавный пуск.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия заслонки вентилятора или водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). 2. Проверьте частоту пусков.

Название неисправности	Возможные причины	Способы устранения
		3. Если процесс плавного пуска слишком долгий, что приводит к значительному нагреву устройства, можно увеличить коэффициент ограничения пускового тока и величину начального напряжения и уменьшить заданное время плавного пуска для улучшения пусковых характеристик и устранения проблем значительного нагрева. 4. Проверьте соответствие между характеристиками устройства плавного пуска и двигателя нагрузки. 5. Проверьте уставку защиты от перегрева устройства плавного пуска. Возможно, следует установить максимальное значение.
Motor over hot (Перегрев двигателя)	1. Чрезмерная нагрузка. 2. Частые запуски. 3. Затянутый плавный пуск.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия заслонки вентилятора или водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). 2. Проверьте частоту пусков. 3. Если процесс плавного пуска слишком долгий, что приводит к значительному нагреву, можно увеличить коэффициент ограничения пускового тока и величину начального напряжения и уменьшить заданное время плавного пуска для улучшения пусковых характеристик и устранения проблем значительного нагрева. 4. Проверьте соответствие между характеристиками устройства плавного пуска и двигателя. 5. Проверьте уставку защиты от перегрева устройства плавного пуска. Возможно, следует установить максимальное значение.
Main circuit OV (Чрезмерное напряжение в главной цепи)	1. Сильные колебания трехфазного входного напряжения электросети. 2. Присутствует источник сильных помех.	1. Убедитесь, что задана не слишком низкая уставка защиты от перенапряжения главной цепи в функциональном параметре F7.02 и не слишком малое время задержки срабатывания в функциональном параметре F7.03. 2. Убедитесь в отсутствии источника сильных помех вблизи устройства (например, среднечастотной печи).
Main circuit UV (Недостаточное напряжение в главной цепи)	1. Низкое трехфазное входное напряжение электросети. 2. Сильные колебания трехфазного входного напряжения электросети. 3. Присутствует источник сильных помех.	1. Проверьте напряжение трехфазной входной электросети. 2. Убедитесь, что задано не слишком высокое значение функционального параметра пониженного напряжения главной цепи F7.04 и не слишком малое время задержки срабатывания в функциональном параметре F7.05. 3. Убедитесь в отсутствии источника сильных помех вблизи устройства (например, среднечастотной печи).
Too many starts (Частые запуски)	Количество пусков в течение часа превышает допустимое число пусков, заданное функциональным параметром F7.10.	Убедитесь, что количество пусков в течение часа не превышает уставку функционального параметра F7.10 (при значении F7.10 больше 0).
Too long start time (Затянутый пуск)	1. Чрезмерная нагрузка. 2. Функциональными параметрами F2.04, F3.04 и F4.04 заданы недостаточно высокие коэффициенты ограничения тока двигателя. 3. Функциональными параметрами F2.07, F3.07 и F4.07 заданы недостаточно высокие значения начального напряжения двигателя. 4. Функциональными параметрами F2.08, F3.08 и F4.08 заданы слишком высокие значения времени плавного пуска двигателя. 5. Недостаточная мощность трансформатора электросети.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия заслонки вентилятора или водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). 2. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.04, F3.04 и F4.04 заданы достаточно высокие коэффициенты ограничения тока двигателя. 3. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.07, F3.07 и F4.07 заданы достаточно высокие значения начального напряжения двигателя. 4. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.08, F3.08 и F4.08 заданы не слишком высокие значения времени плавного пуска двигателя. 5. Проверьте мощность источника питания. Недостаточная мощность приводит к чрезмерному падению напряжения при плавном пуске. В нормальных условиях мощность источника питания должна превышать мощность двигателя более чем в 2,5 раза.

Название неисправности	Возможные причины	Способы устранения
Parameter wrong (Некорректное значение параметра)	1. Уставка одного из параметров записываемых и читаемых функций выходит за установленные пределы. 2. Заданы неверные значения функциональных параметров F5.01 или F5.02.	1. Убедитесь, что уставка функционального параметра находится в пределах диапазона настройки параметров, или выполните сброс к заводским настройкам. 2. Убедитесь, что заданы верные значения функциональных параметров F5.01 или F5.02.
External fault (Внешняя ошибка)	1. Заданы неверные значения функциональных параметров F5.01 или F5.02. 2. Неверно подключены клеммы внешнего управления IN1 и IN2.	1. Убедитесь, что заданы верные значения функциональных параметров F5.01 или F5.02. 2. Проверьте правильность подключения клемм IN1 и IN2.
EMS open fault (Ошибка по размыканию клеммы EMS)	1. Неисправность контакта или его отсутствие между клеммами внешнего управления EMS и COM. 2. Неисправна материнская плата устройства плавного пуска.	1. Проверьте надежность контакта между клеммами EMS и COM.
SS OH. Alarm (Аварийный сигнал перегрева устройства плавного пуска)	1. Чрезмерная нагрузка. 2. Частые запуски. 3. Затянутый плавный пуск.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия клапана канала нагрузки вентилятора и водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). 2. Проверьте частоту пусков. 3. Если процесс плавного пуска слишком долгий, что приводит к значительному нагреву устройства, можно соответствующим образом увеличить коэффициент ограничения пускового тока и уставку начального напряжения и уменьшить заданное время плавного пуска для улучшения пусковых характеристик и устранения значительного нагрева. 4. Проверьте соответствие между характеристиками устройства плавного пуска и двигателя. 5. Проверьте уставку защиты от перегрева устройства плавного пуска. Возможно, следует установить максимальное значение.
Under load alarm (Аварийный сигнал недостаточной нагрузки)	1. Задано слишком высокое значение тока недостаточной нагрузки в функциональном параметре F7.13. 2. Слишком низкий ток нагрузки двигателя. 3. Отображаемый устройством плавного пуска ток меньше фактического тока.	1. Убедитесь, что задан не слишком низкий ток аварийного сигнала недостаточной нагрузки для функционального параметра F7.13 (уставка 0 означает, что функция заблокирована). 2. Убедитесь, что нагрузка не слишком низкая.

8.4 Анализ и устранение распространенных нестандартных режимов

Инструкции по поиску и устранению распространенных нестандартных режимов работы приведены в таблице 8.4.

Таблица 8.4.

Инструкции по поиску и устранению распространенных нестандартных режимов

Нестандартный режим	Возможные причины	Способы устранения
Устройство не запускается от клеммы внешнего управления.	1. Неверная настройка канала пуска/останова в функциональном параметре F1.00. 2. Клеммы RUN, STOP и COM не замкнуты или имеют неисправный контакт.	1. Проверьте настройку параметра F1.00. 2. Проверьте правильность подключения и контакты клемм STOP, RUN и COM.
Не удается запустить дистанционное управление.	1. Неверная настройка канала пуска/останова в функциональном параметре F1.00. 2. Клеммы 485+ и 485– неверно подключены к клеммам 485+ и 485– компьютера верхнего уровня. 3. Адрес для передачи данных, скорость передачи данных, формат данных и т. д. не соответствуют заданным для компьютера верхнего уровня.	1. Проверьте настройку параметра F1.00. 2. Проверьте надежность соединений между клеммами 485+ и 485– устройства и компьютера верхнего уровня. 3. Убедитесь, что адреса передачи данных, скорость передачи данных, формат данных и т. д. соответствуют заданным для компьютера верхнего уровня.
Во время работы происходит внезапный останов.	1. Клеммы внешнего управления RUN, STOP и COM были случайно разомкнуты или имеют неисправный контакт. 2. Произошел сбой во время работы. 3. Неисправна материнская плата устройства плавного пуска.	1. Если разрешен пуск/останов в режиме внешнего управления, убедитесь, что клеммы RUN, STOP и COM не были непреднамеренно разомкнуты и не имеют неисправных контактов. 2. Проверьте состояние и надежность замыкания промежуточных реле клемм управления RUN, STOP и COM, особенно при сильной вибрации. 3. Убедитесь в отсутствии непреднамеренного переключения промежуточного реле, управляющего работой клемм RUN, STOP и COM, вследствие падения напряжения в электросети во время работы. 4. Проверьте рабочий интерфейс на наличие информации об ошибках и индикации новой ошибки в функциональном параметре FD.00.
После запуска скорость двигателя не увеличивается.	1. Чрезмерная нагрузка. 2. Функциональными параметрами F2.04, F3.04 и F4.04 заданы недостаточно высокие коэффициенты ограничения тока двигателя. 3. Функциональными параметрами F2.07, F3.07 и F4.07 заданы недостаточно высокие значения начального напряжения двигателя. 4. Функциональными параметрами F2.08, F3.08 и F4.08 заданы слишком высокие значения времени плавного пуска двигателя. 5. Недостаточная мощность трансформатора электросети.	1. Убедитесь, что нагрузка не чрезмерная (регулировка открытия клапана канала нагрузки вентилятора и водяного насоса позволяет регулировать величину нагрузки). 2. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.04, F3.04 и F4.04 заданы достаточно высокие коэффициенты ограничения тока двигателя. 3. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.07, F3.07 и F4.07 заданы достаточно высокие значения начального напряжения двигателя. 4. Убедитесь, что функциональными параметрами F2.08, F3.08 и F4.08 заданы не слишком высокие значения времени плавного пуска двигателя. 5. Проверьте мощность источника питания. Недостаточная мощность приводит к чрезмерному падению напряжения при плавном пуске. В нормальных условиях мощность источника питания должна превышать мощность двигателя более чем в 2,5 раза.

Приложение A. Таблица рекомендованных характеристик периферийных устройств

Двигатель		УПП		Автоматические выключатели		Сечение кабеля или медной жилы, мм²
Ток, A	Мощность, кВт	Модель	Ном. ток, A	Модель	Ном. ток, A	
15	7,5	NJR5-15/ZX3	15	NM8N-250EM/32/3	32	4
22	11	NJR5-22/ZX3	22	NM8N-250EM/32/3	32	6
29	15	NJR5-30/ZX3	30	NM8N-250EM/63/3	63	10
36	18,5	NJR5-37/ZX3	37	NM8N-250EM/63/3	63	10
42	22	NJR5-44/ZX3	44	NM8N-250EM/63/3	63	16
57	30	NJR5-60/ZX3	60	NM8N-250EM/100/3	100	25
70	37	NJR5-74/ZX3	74	NM8N-250EM/100/3	100	35
84	45	NJR5-90/ZX3	90	NM8N-250EM/160/3	160	35
103	55	NJR5-110/ZX3	110	NM8N-250EM/160/3	160	50
140	75	NJR5-150/ZX3	150	NM8N-250EM/250/3	250	50
167	90	NJR5-180/ZX3	180	NM8N-250EM/250/3	250	Медная жила: 30 × 3 мм²
207	110	NJR5-220/ZX3	220	NM8N-400EM/400/3	400	Медная жила: 30 × 3 мм²
248	132	NJR5-264/ZX3	264	NM8N-400EM/400/3	400	Медная жила: 30 × 4 мм²
300	160	NJR5-320/ZX3	320	NM8N-400EM/400/3	400	Медная жила: 30 × 4 мм²
349	185	NJR5-370/ZX3	370	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 4 мм²
404	220	NJR5-440/ZX3	440	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 4 мм²
459	250	NJR5-500/ZX3	500	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 5 мм²
514	280	NJR5-560/ZX3	560	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 5 мм²
579	315	NJR5-630/ZX3	630	NM8N-800EM/800/3	800	Медная жила: 40 × 6 мм²
634	355	NJR5-710/ZX3	710	NM8N-800EM/800/3	800	Медная жила: 40 × 8 мм²
720	400	NJR5-800/ZX3	800	NM8N-800EM/800/3	800	Медная жила: 40 × 8 мм²
810	450	NJR5-900/ZX3	900	NM8N-1600EM/1250/3	1250	Медная жила: 40 × 10 мм²
900	500	NJR5-1000/ZX3	1000	NM8N-1600EM/1250/3	1250	Медная жила: 40 × 10 мм²
15	11	NJR5-15/ZX6	15	NM8N-250EM/32/3	32	4
22	18,5	NJR5-22/ZX6	22	NM8N-250EM/32/3	32	6
29	22	NJR5-30/ZX6	30	NM8N-250EM/63/3	63	10
36	30	NJR5-37/ZX6	37	NM8N-250EM/63/3	63	10
42	37	NJR5-44/ZX6	44	NM8N-250EM/63/3	63	16
57	55	NJR5-60/ZX6	60	NM8N-250EM/100/3	100	25
70	75	NJR5-74/ZX6	74	NM8N-250EM/100/3	100	35
84	90	NJR5-90/ZX6	90	NM8N-250EM/160/3	160	35
103	110	NJR5-110/ZX6	110	NM8N-250EM/160/3	160	50
140	132	NJR5-150/ZX6	150	NM8N-250EM/250/3	250	50
167	160	NJR5-180/ZX6	180	NM8N-250EM/250/3	250	Медная жила: 30 × 3 мм²
207	200	NJR5-220/ZX6	220	NM8N-400EM/400/3	400	Медная жила: 30 × 3 мм²
248	250	NJR5-264/ZX6	264	NM8N-400EM/400/3	400	Медная жила: 30 × 4 мм²
300	315	NJR5-320/ZX6	320	NM8N-400EM/400/3	400	Медная жила: 30 × 4 мм²
349	355	NJR5-370/ZX6	370	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 4 мм²
404	400	NJR5-440/ZX6	440	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 4 мм²
459	400	NJR5-500/ZX6	500	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 5 мм²
514	500	NJR5-560/ZX6	560	NM8N-630EM/630/3	630	Медная жила: 40 × 5 мм²
579	560	NJR5-630/ZX6	630	NM8N-800EM/800/3	800	Медная жила: 40 × 6 мм²
634	630	NJR5-710/ZX6	710	NM8N-800EM/800/3	800	Медная жила: 40 × 8 мм²
720	710	NJR5-800/ZX6	800	NM8N-800EM/800/3	800	Медная жила: 40 × 8 мм²
810	800	NJR5-900/ZX6	900	NM8N-1600EM/1250/3	1250	Медная жила: 40 × 10 мм²
900	900	NJR5-1000/ZX6	1000	NM8N-1600EM/1250/3	1250	Медная жила: 40 × 10 мм²

Приложение B. Принципиальные схемы

B.1 Принципиальная схема подключения «один к одному»

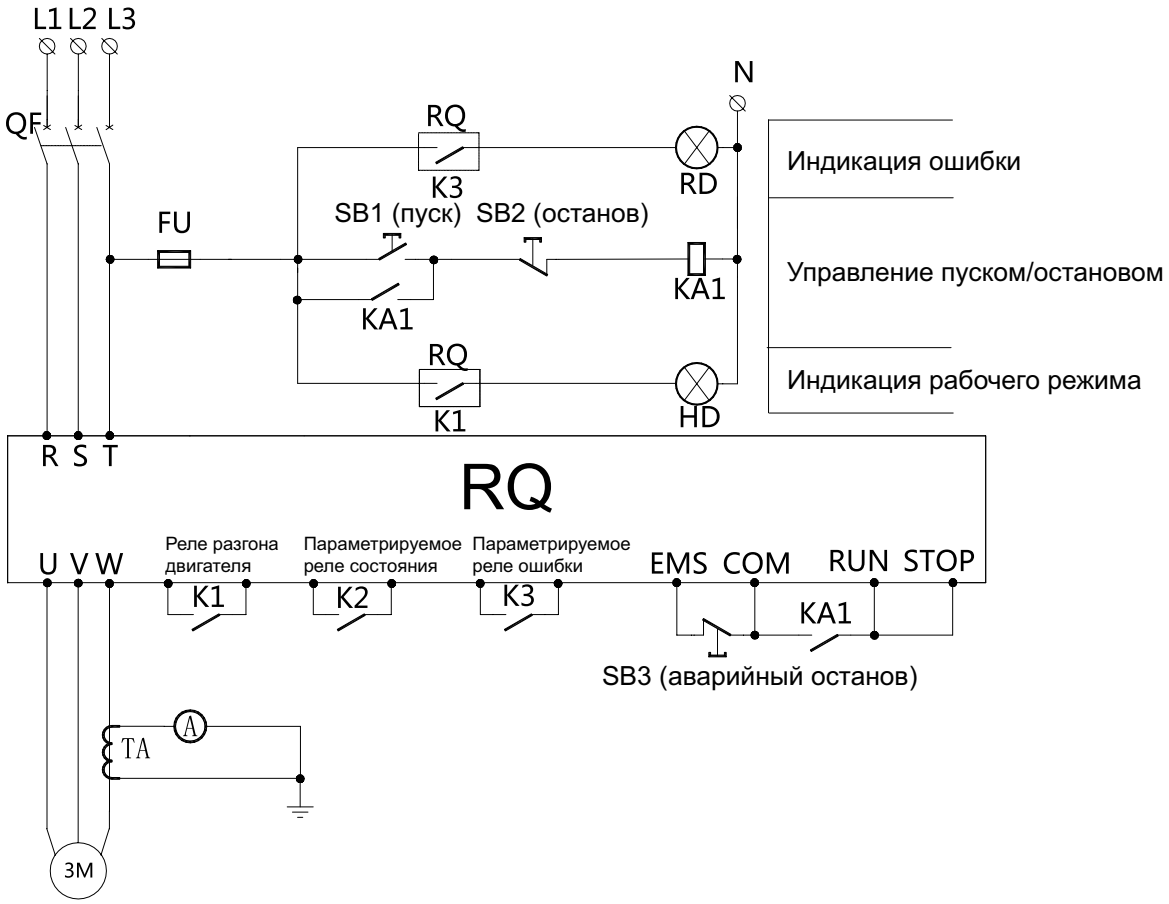


Рисунок B.1. Принципиальная схема подключения «один к одному»

Примечание 1. Поскольку максимальный ток контактов реле K1 составляет 5 A, для работы с контакторами высокой мощности необходимо добавить промежуточное реле.

Примечание 2. Поскольку устройство плавного пуска уже снабжено защитой от перегрузки, тепловое реле KH в схеме «один к одному» не требуется.

Примечание 3. Для реализации вышеуказанных функций задавайте функциональные параметры в соответствии с заводскими значениями.

B.2. Схемы подключения «один к двум»

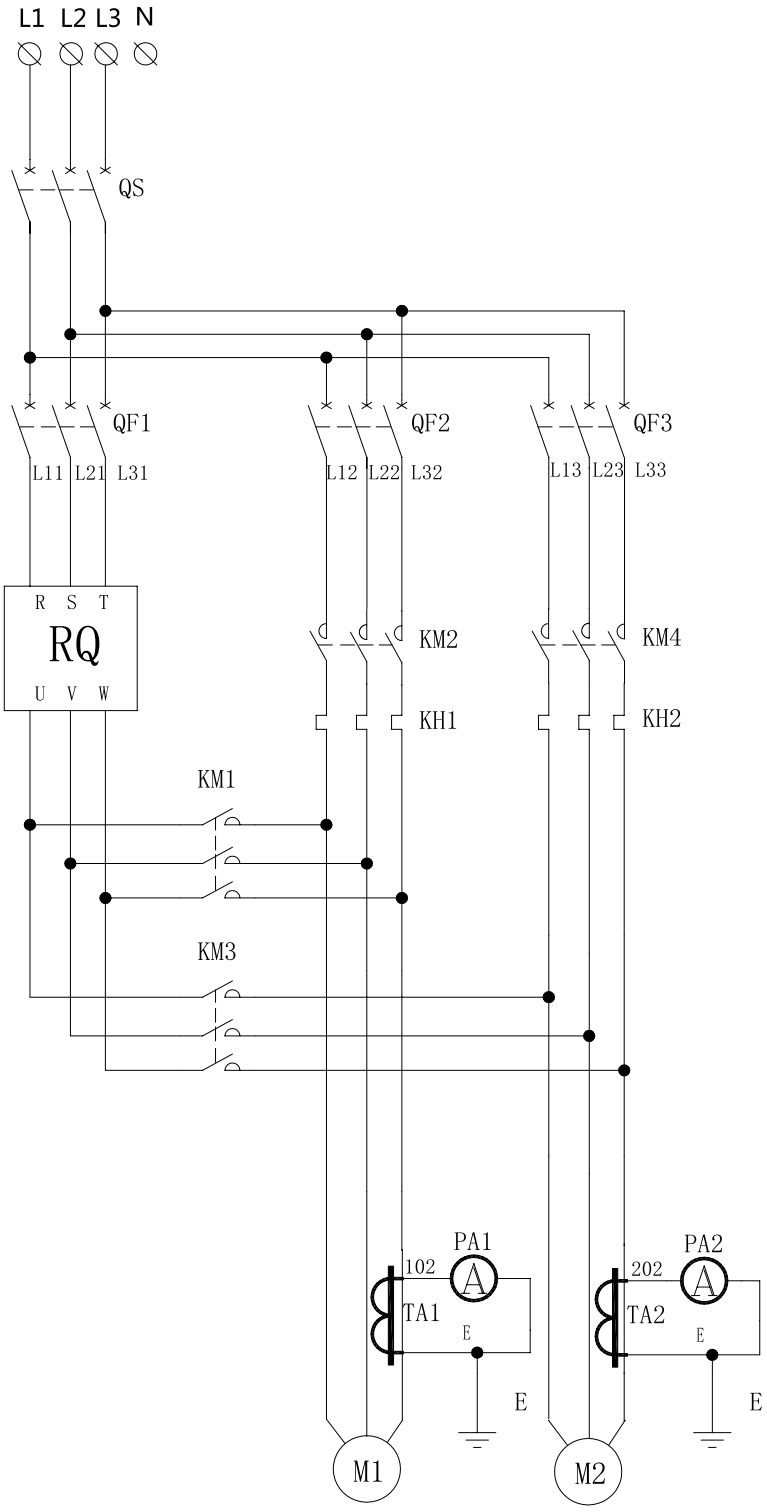
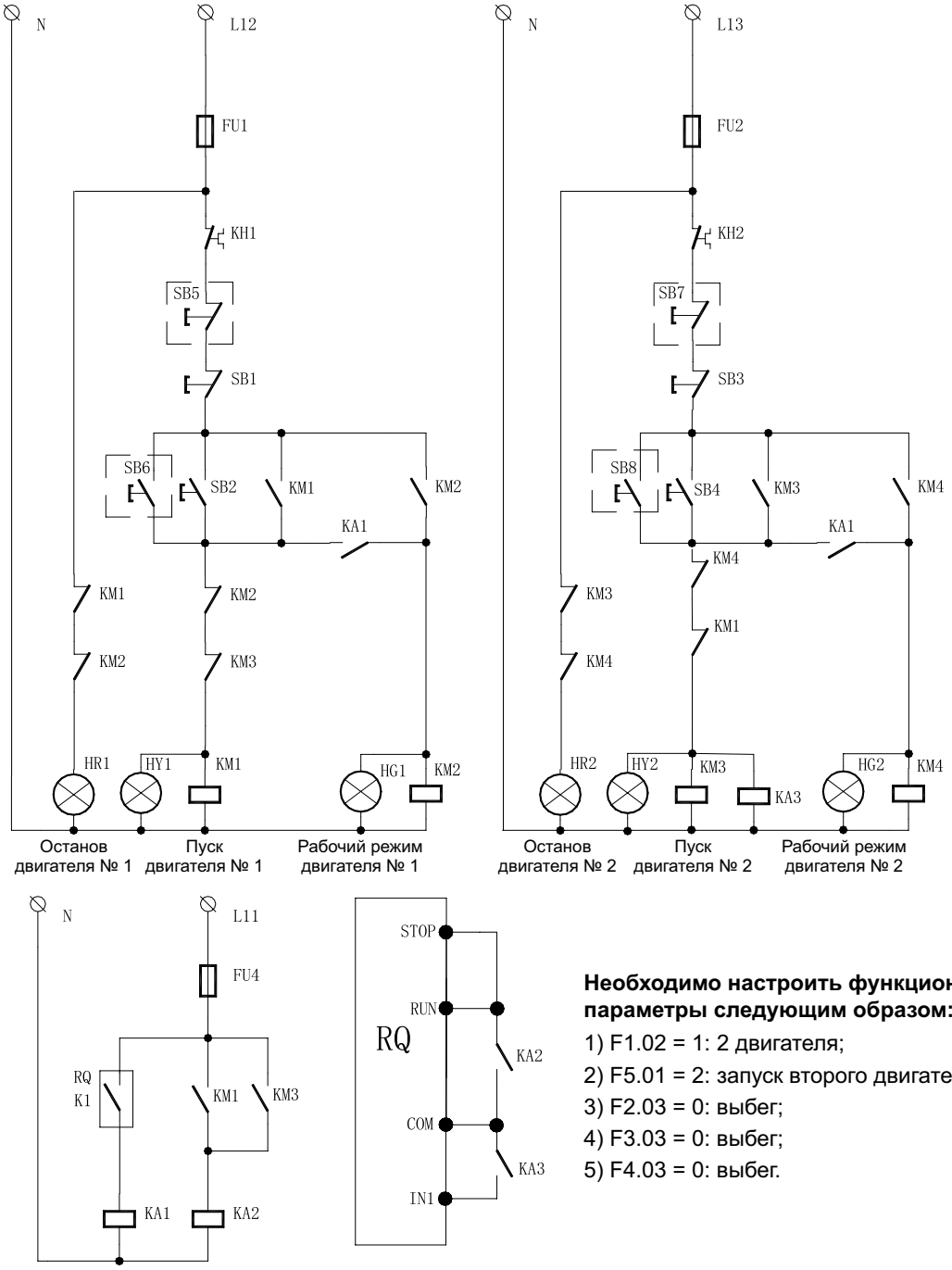


Рисунок B.2. Принципиальная схема подключения «один к двум».



Необходимо настроить функциональные параметры следующим образом:

1) F1.02 = 1: 2 двигателя;
2) F5.01 = 2: запуск второго двигателя;
3) F2.03 = 0: выбег;
4) F3.03 = 0: выбег;
5) F4.03 = 0: выбег.

Рисунок В.3. Схема управления «один к двум»

Примечание. В виртуальном блоке расположен узел дистанционного управления.
Примечание. Тепловое реле KH устанавливается отдельно для каждого двигателя.

B.3. Схемы подключения «один к трем»

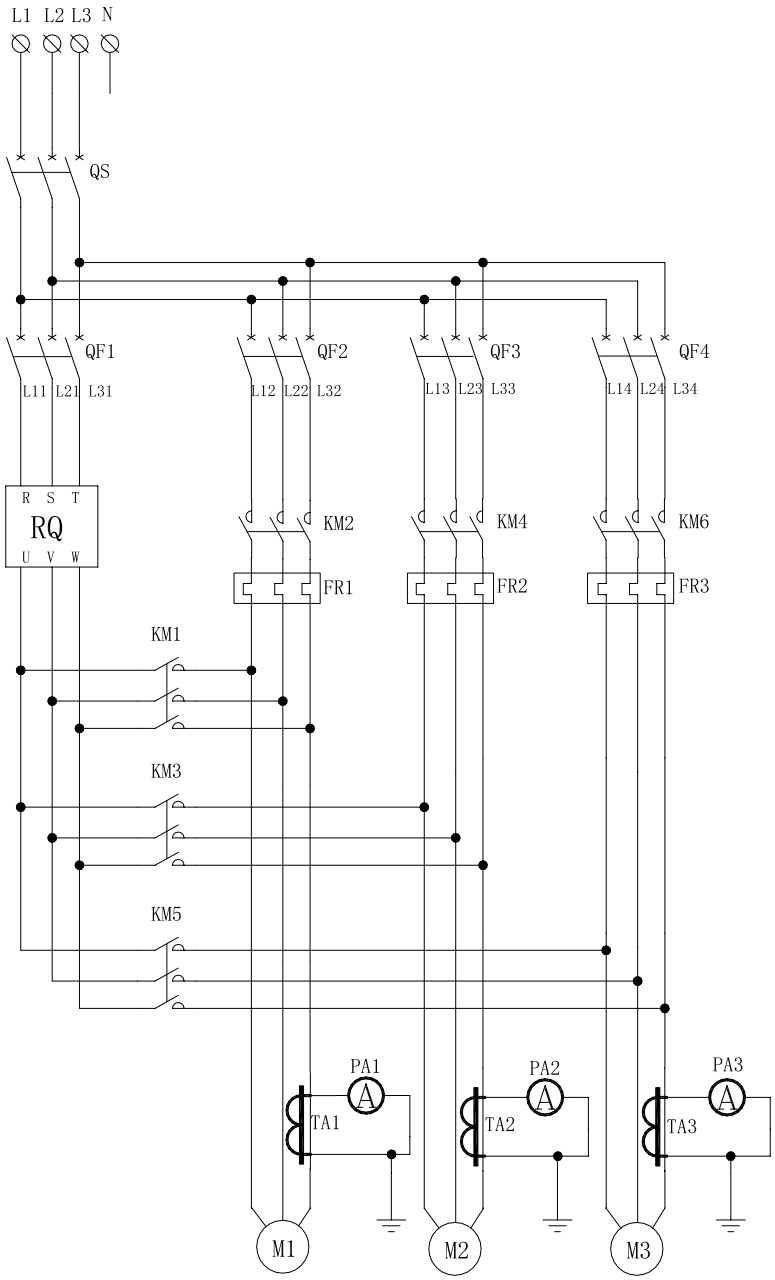
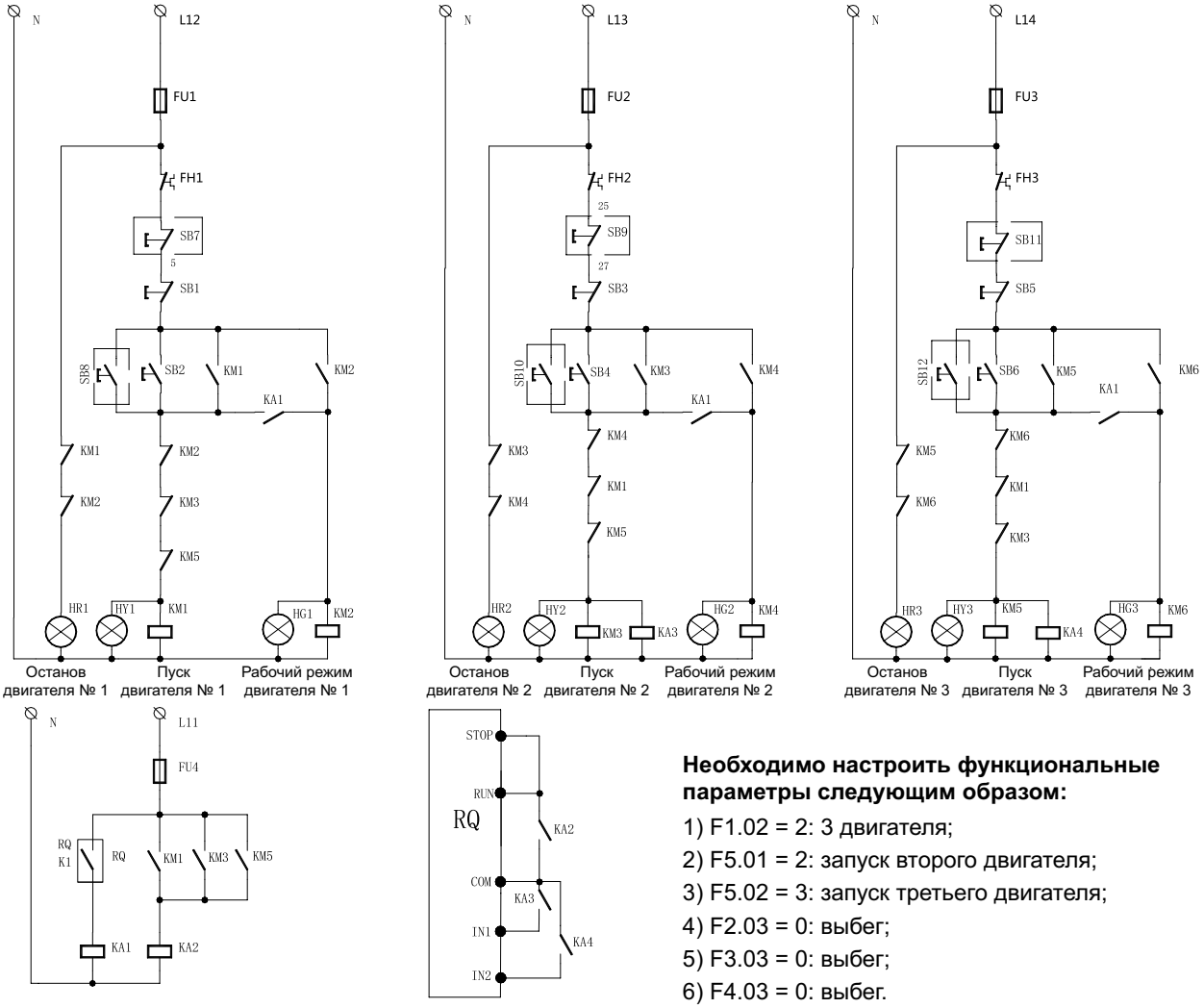


Рисунок B.4 Принципиальная схема подключения «один к трем»



Необходимо настроить функциональные параметры следующим образом:

1) F1.02 = 2: 3 двигателя;
2) F5.01 = 2: запуск второго двигателя;
3) F5.02 = 3: запуск третьего двигателя;
4) F2.03 = 0: выбег;
5) F3.03 = 0: выбег;
6) F4.03 = 0: выбег.

Рисунок B.5. Схема управления «один к трем»

Примечание. В виртуальном блоке расположен узел дистанционного управления.

Примечание. Тепловое реле KH устанавливается отдельно для каждого двигателя.

CHINT

Empower the World

Россия

ООО «Чинт Электрик»
Москва, Автозаводская, 23А, к2
Бизнес-центр «Парк Легенд»
Тел.: +7 (800) 222-61-41
Тел.: +7 (495) 540-61-41
E-mail: info@chint.ru
www.chint.ru
t.me/chintrussia
vk.com/chintrussia

chint.ru

chintrussia

© Все права защищены компанией CHINT

Информация и характеристики, указанные в этом документе, могут быть изменены производителем без предварительного уведомления пользователей. Актуальная информация по оборудованию представлена на сайте www.chint.ru.