

42 1821



## **УСИЛИТЕЛЬ ТИРИСТОРНЫЙ ТРЕХПОЗИЦИОННЫЙ ФЦ**

### **Техническое описание и инструкция по эксплуатации СНЦИ.421235.004 ТО**

Предприятие-изготовитель:

ОАО «Специальное конструкторское бюро систем промышленной автоматики»  
(ОАО "СКБ СПА") 428018, Россия, г. Чебоксары, ул. Афанасьева, 8

Факс (8352) 45-04-42

Телефон (8352) 45-77-14

Тех. специалисты (8352) 45-11-92

Отдел продаж (8352) 45-89-50

(8352) 45-84-93

Е-mail: [admin@skbspa.ru](mailto:admin@skbspa.ru), [om@skbspa.ru](mailto:om@skbspa.ru), [www.skbspa.ru](http://www.skbspa.ru)

Декларация о соответствии Таможенного Союза  
ТС № RU Д-РУ.АТ15.В.00307. Срок действия по 23.09.2019





Настоящее техническое описание и инструкция по эксплуатации предназначены для эксплуатации трехпозиционного усилителя ФЦ, ознакомления с его конструкцией, изучения правил эксплуатации (использования по назначению, технического обслуживания, хранения и транспортирования), отражения сведений, удостоверяющих гарантированные изготовителем значения основных параметров и характеристик усилителя.

## 1 Назначение

1.1 Трехпозиционный усилитель ФЦ (далее – усилитель) предназначен для бесконтактного управления электрическим исполнительным механизмом (далее – механизм), в приводе которого используется трехфазный двигатель.

Усилитель соответствует требованиям технических регламентов Таможенного союза ТР ТС 004/2011 и ТР ТС 020/2011.

1.2 Область применения усилителя – системы автоматического регулирования технологическими процессами в различных отраслях промышленности, в том числе энергетической.

1.3 Обозначение, климатическое исполнение, степень защиты от проникновения пыли и воды, назначение усилителя приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Обозначение усилителя	Климатическое исполнение	Степень защиты	Назначение
ФЦ-0610	УХЛ4	IP20	Пуск и реверс двигателя механизма. Торможение и защита от перегрузки асинхронного двигателя механизма.
	О4		
ФЦ-0611	УХЛ3.1	IP54	Сигнализация при отключении напряжения питания или при несоответствии входного и выходного сигналов усилителя.
	Т3		
ФЦ-0620	УХЛ4	IP20	Пуск и реверс двигателя механизма.
	О4	IP54	
	Т2		
ФЦ-0621	УХЛ3.1	IP54	
	Т3		

#### 1.4 Условия эксплуатации усилителя:

- напряженность постоянных магнитных полей и (или) переменных полей сетевой частоты от 0 до 400 А/м;
- параметры вибрации:
  - а) частота до 25 Нз;
  - б) амплитуда смещения не более 0,1 мм;
- рабочее положение усилителя любое;
- рабочие значения климатических факторов внешней среды при давлении воздуха от 84,0 до 106,7 кПа в зависимости от климатического исполнения усилителя приведены в таблице 2.

Т а б л и ц а 2

Климатическое исполнение усилителя	Температура воздуха, °С	Верхнее значение относительной влажности воздуха, %, при 35 °С
УХЛ3.1	от –10 до +50	95 <sup>*</sup>
УХЛ4	от +5 до +50	80 <sup>*</sup>
О4	от +5 до +50	98 <sup>*</sup>
Т2	от –10 до +55	100 <sup>**</sup>
Т3	от –10 до +55	98 <sup>*</sup>
* Без конденсации влаги.		
** С конденсацией влаги.		

## 2 Технические данные

2.1 Электрическое питание усилителя – трехфазная сеть переменного тока с номинальным напряжением:

– 220/380 V частотой переменного тока (50±1) Нз или (60±1,2) Нз;

– 230/400 V или 240/415 V частотой переменного тока (50±1) Нз.

Допускаемое отклонение напряжения питания от минус 15 % до плюс 10 % от номинального значения.

2.2 Номера входных контактов, входные сигналы усилителя приведены в таблице 3.

Таблица 3

Входной сигнал	Среднее значение напряжения, V, на контактах соединителя X1	Контакты соединителя X1	Состояние ключей усилителя
Двухполупериодное выпрямленное синусоидальное напряжение (среднее значение)	24±6	7,8/8,9	Включены
	от 0 до 8		Выключены
Состояние контактных или бесконтактных ключей*	от 0 до 3	7,10/9,10	Включены
	26±4		Выключены
* Амплитуда напряжения на ключах до 50 V, коммутируемый ток до 50 mA.			

2.3 Источник питания цепей управления допускает подключение внешней нагрузки сопротивлением до 240  $\Omega$  между контактами 8 и 10 соединителя усилителя.

Двухполупериодное выпрямленное напряжение источника питания цепей управления (среднее значение) равно (24±2) V при номинальном напряжении питания и сопротивлении нагрузки 240  $\Omega$ .

2.4 Входное сопротивление усилителя (850±200)  $\Omega$ .

2.5 Максимальный коммутируемый усилителем ток 4 A.

Минимальная мощность двигателя, защищаемого от перегрузки усилителем ФЦ-0610/ФЦ-0611 120 W.

2.6 Динамические характеристики усилителя:

- быстродействие (время запаздывания коммутации выходных ключей при подаче или снятии управляющего сигнала) не более 50 ms;
- разница между длительностями входного и выходного сигналов не более 20 ms;
- максимальная длительность тормозного воздействия, создаваемого усилителем ФЦ-0610/ФЦ-0611, не более 200 ms.

2.7 Цепи сигнализации усилителя ФЦ-0610/ФЦ-0611 коммутируют нагрузку от 0,01 до 0,10 A при напряжении от 6 до 30 V.

2.8 Усилитель допускает работу в повторно-кратковременном реверсивном режиме с частотой включений до 630 в час при ПВ 25 %.

2.9 Мощность, потребляемая усилителем при отсутствии сигнала управления, не более 10 W.

2.10 Норма средней наработки на отказ с учетом технического обслуживания, регламентируемого настоящим техническим описанием 100000 h.

Критерием отказа является несоответствие входных и выходных сигналов усилителя.

2.11 Масса усилителя не более 7 kg.

2.12 Габаритные и установочные размеры усилителя приведены в приложении 1.

### **3 Состав, устройство и работа усилителя**

3.1 Основными составными частями усилителя:

– ФЦ-0610/ФЦ-0611 являются две платы, корпус и крышка. На одной из плат установлены элементы схемы управления, на другой – элементы силовой схемы и источника питания. Платы крепятся к корпусу и соединены между собой кронштейнами. К крышке прикреплена пластина, закрывающая доступ к регулировочным резисторам;

– ФЦ-0620/ФЦ-0621 являются плата, корпус и крышка.

На корпусе расположены соединитель для подключения усилителя к внешним цепям и зажим заземления.

Усилитель предназначен для установки в шкафах управления, на стеллажах.

3.2 Электрическая принципиальная схема усилителя ФЦ-0620/ФЦ-0621 приведена на рисунке 2.1 (приложение 2).

Элементы схемы управления выполняют следующие функции:

– резисторы R1 и R2 определяют входное сопротивление усилителя при малом уровне входного сигнала;

– резистор R3 ограничивает бросок входного тока при подаче сигнала управления;

– конденсаторы C1 и C2 и диоды V2 и V3 сглаживают пульсацию сигнала управления;

– транзистор V8, резисторы R4, R5 и выпрямительный мост V9 не допускают включение блокинг-генераторов при подаче сигнала управления на два входа. Конденсатор C3 создает задержку при реверсе. Стабилитроны V6 и V7 защищают транзистор V8 от пробоя при перегрузке усилителя по входному сигналу;

– блокинг-генераторы, состоящие из трансформаторов T2, T3, транзисторов V15, V16, диодов V13, V14, V17, V18, конденсаторов C4, C5, резисторов R10 ... R15, формируют импульсы управления триаками V19...V22.

Силовая схема реализована на базе следующих элементов:

- триаков V19...V22, коммутирующих напряжение питания двигателя механизма;
- конденсатора С6 и резисторов R17, R20, улучшающие условия включения триаков при индуктивной нагрузке;
- дросселей L1, L2, ограничивающих ударный ток при аварийных перегрузках триаков;
- варисторов R16, R18, R19, R21, предназначенных для защиты триаков от перенапряжений при коммутации.

Выход источника питания цепи дистанционного управления, состоящего из трансформатора Т1 и выпрямительного моста V1, подключен к контактам 10 (–) «выход Д» и 8 (+) «вход Ср» соединителя X1. При замыкании контактов 10 и 7 («вход М») или 10 и 9 («вход Б») включаются соответственно триаки V19, V22 или V20, V21.

Примечания

1 В скобках указана полярность входного сигнала управления.

2 Обозначения «М» (меньше) и «Б» (больше) условные.

Входной сигнал управления (постоянное напряжение  $(24\pm 6)$  В) в зависимости от направления перемещения выходного органа механизма подается на один из входов усилителя: на контакты 7 (–), 8 (+) или 8 (+), 9 (–) соединителя X1.

В исходном положении усилителя входной сигнал управления отсутствует и триаки закрыты.

При подаче входного сигнала управления на контакт 7/9 относительно контакта 8 соединителя X1 заряжаются конденсаторы C1/C2 и C3. Напряжение конденсатора C3 поступает на вход эмиттерного повторителя, реализованного на транзисторе V8, через выпрямительный мост V9. Выходное напряжение эмиттерного повторителя подается на блокинг-генератор, который формирует импульсы с частотой от 3 до 5 кГц для управления триаками V19, V22/V20, V21. Сетевое напряжение питания с контактов 1, 2 соединителя X1 поступает на выход усилителя (контакты 5, 6 соединителя X1) через открытые триаки V19, V22/V20, V21.

3.3 Электрическая и принципиальная схема усилителя ФЦ-0610/ФЦ-0611 приведена на рисунке 2.2 (приложение 2).

Входной сигнал управления, поданный на контакты 7, 8/8, 9 соединителя X1, одновременно:

- поступает на вход 1/3 микросхемы D4 через резисторы R14/R15, R18/R19, R21/R22 и устанавливает триггер D5.1 в состояние 0/1. Выходные сигналы микросхемы D4 (выводы 10 (КТ1) и 11), синхронизированные с сетевым напряжением питания при помощи счетчика D2, управляют генератором, реализованным на микросхемах D7.1 и D6.2, импульсы которого (КТ4) поступают на базу транзистора V30/V29 через микросхемы D7.3 и D6.4/D6.3;

- заряжает конденсатор C7 через резистор R7 и поступает на коллекторы транзисторов V29, V30. Напряжение конденсатора C7, подаваемое на базу транзистора V33/V32 через транзистор V30/V29, усиливается и поступает на импульсный трансформатор Т3/Т2, при помощи которого передается на управляющие электроды триаков V42, V43/V41, V44. Триаки включаются в последовательности, обеспечивающей безударный пуск двигателя механизма. Варисторы R59, R60, R66, R67 защищают триаки от перенапряжения. Дроссели L1 и L2 ограничивают ударный ток при аварийных перегрузках триаков. Резисторы R61...R64 и конденсаторы C21...C24 улучшают условия коммутации триаков. Выходное напряжение трансформаторов Т4 и Т5, измеряющих ток, потребляемый двигателем механизма, подается на конденсатор C20 и резистор «1» (R30) через выпрямительный мост V40 и диоды V38, V39. При номинальном токе двигателя сопротивление резистора «1» устанавливают так, чтобы не сработал триггер D5.2. При перегрузке двигателя триггер D5.2 срабатывает, запрещая прохождение импульсов генератора через микросхему D7.3. Подача управляющих импульсов на триаки прекращается и двигатель отключается.

При снятии входного сигнала управления счетчик D2 устанавливается в нулевое состояние, сбрасывая сигнал на выходе 4 счетчика D3. Появление сигнала на выходе 6 счетчика D2 переключает состояние триггера D5.1. Включается вторая группа триаков при соответствующей работе генератора импульсов, обеспечивая безударное торможение двигателя механизма.

Применение безударного пуска и торможения двигателя устраняет удары в шпоночных соединениях двигателя и механизма и уменьшает износ первых ступеней редуктора механизма.



Длительность генерации импульсов определяется параметрами RC-цепочки, состоящей из конденсатора С6 и резисторов «3» (R17) или «2» (R16). Резисторы «2», «3» осуществляют регулирование длительности тормозного воздействия в зависимости от типа, мощности двигателя и характера нагрузки на выходном валу механизма.

Резистор R4 определяет входное сопротивление усилителя при малом уровне входного сигнала управления.

Конденсаторы С4, С5 сглаживают пульсацию входного сигнала управления.

Источник питания цепи дистанционного управления состоит из трансформатора Т1 и выпрямительного моста V12.

Схема сигнализации о сбое в работе усилителя реализована на базе реле К, транзистора V34 и микросхем D1.4, D7.2, D7.4. При отсутствии причины сигнализации катушка реле К находится под напряжением. При наличии причины сигнализации (отсутствие напряжения питания, несоответствие между входным и выходным сигналами усилителя) катушка реле К обесточивается, замыкая контакты 11, 12 и размыкая контакты 12, 13 соединителя X1.

Несоответствие между входными и выходными сигналами усилителя (отсутствие выходного сигнала усилителя при наличии входного сигнала или наоборот) может быть вызвано:

- срабатыванием защиты по току;
- пробоем одного из триаков;
- неисправностью элементов схемы управления;
- неисправностью на выходе усилителя (обрыв в цепи нагрузки).

RC-цепочка из резистора R48 и конденсатора С17 обеспечивает время задержки обесточивания катушки реле К во время переходных процессов при несоответствии между входным и выходным сигналами усилителя.

#### **4 Указание мер безопасности**

4.1 Работы по монтажу и эксплуатации усилителя разрешается выполнять лицам, имеющим допуск к эксплуатации электроустановок напряжением до 1000 V и изучившим настоящее техническое описание.

4.2 Все работы по монтажу усилителя должны проводиться при выключенном напряжении питания.

4.3 При установке на место эксплуатации усилитель должен быть заземлен.

#### **5 Порядок установки и подготовка к работе**

5.1 При распаковке усилителя обратить внимание на состояние лакокрасочного покрытия и проверить отсутствие механических повреждений на корпусе и соединителе.

При наличии механических повреждений корпуса (вмятин, трещин, коррозии) усилитель считать неисправным.

5.2 Усилитель, находившийся при температуре ниже 1 °С, перед распаковыванием должен быть выдержан в рабочих условиях (1.4) в течение 8–10 h.

5.3 Перед установкой на место эксплуатации усилитель необходимо проверить на работоспособность.

5.4 Проверку работоспособности усилителя проводить по схеме приложения 3. Положения ручек переключателей, указанных на схеме, принять за исходные:

- позиция «2» для переключателя S1;
- позиция «1» для переключателя S2.

Перед проверкой, сняв пластину на крышке усилителя ФЦ-0610/ФЦ0611, закрывающую доступ к регулировочным резисторам, повернуть ручки резисторов против часовой стрелки до упора.

Включить автоматический выключатель Q1. Перевести ручку переключателя S1 в позицию «1». Выходной орган механизма должен перемещаться. При переводе ручки переключателя S1 в позицию «3» выходной орган механизма должен изменить направление перемещения. Перевести ручку переключателя S1 в позицию «2».

После проверки по 5.4 усилитель ФЦ-0620/ФЦ-0621 готов к использованию.

5.5 Настройку токовой уставки усилителя ФЦ-0610/ФЦ-0611, осуществляющей защиту двигателя механизма от перегрузки, проводить по схеме приложения 3.

Перевести ручку переключателя S1 в позицию «1». При выходе выходного органа механизма на упор плавно поворачивать ручку резистора «1» по часовой стрелке до момента отключения двигателя механизма.

Перевести ручку переключателя S1 в позицию «3». Выходной орган механизма должен изменить направление перемещения. При выходе выходного органа механизма на второй упор двигатель должен отключиться в течение 2 с.

Отключение двигателя контролировать по наличию напряжения, измеряемого по прибору PV1, или по шуму механизма. Время заторможенного состояния двигателя при регулировке токовой уставки должно быть не более 20 с.

Перевести ручку переключателя S1 в позицию «2».

5.6 Проверку сигнализации при несоответствии входного и выходного сигналов усилителя ФЦ-0610/ФЦ-0611 проводить после настройки токовой уставки, осуществляющей защиту двигателя механизма от перегрузки.

Перевести ручку переключателя S1 в позицию «3». При перемещении выходного органа механизма должен светиться индикатор H2, индикатор H1 не светится. При выходе выходного органа на упор сработает защита двигателя от перегрузки и сработает сигнализация, отображаемая светящимся индикатором H1, индикатор H2 не светится.

Перевести ручку переключателя S1 в позицию «2». Индикаторы H1, H2 не должны светиться.

5.7 Настройку длительности тормозного воздействия усилителя ФЦ-0610/ФЦ-0611 проводить по схеме приложения 3.

Перевести ручку переключателя S1 в позицию «1». Через 1–8 с перевести ручку переключателя S1 в позицию «2» и установить минимальный выбег при отключении двигателя механизма плавным поворотом ручки резистора «2» по часовой стрелке.

Аналогично, переводя ручку переключателя S1 в позицию «3», а затем через 1–8 с в позицию «2», установить минимальный выбег при отключении двигателя плавным поворотом ручки резистора «3» по часовой стрелке.

Закрепить пластину на крышке усилителя.

5.8 Цепи питания усилителя должны быть подключены к сетевому напряжению через автоматический выключатель, уставка по току срабатывания которого должна соответствовать току двигателя механизма.

В цепи питания усилителя необходимо дополнительно устанавливать быстродействующие предохранители с плавкой вставкой на 5 А, если по условиям эксплуатации возможны короткие замыкания в цепях, подключенных к выходу усилителя.

Падение напряжения в линии связи между усилителем и механизмом не должно превышать 2 В.

5.9 Цепи управления и цепи питания усилителя должны быть подключены отдельными кабелями, совместная прокладка которых недопустима. Схема подключения усилителя приведена в приложении 4.

5.10 После установки усилителя на место эксплуатации необходимо проверить правильность монтажа цепей, подключенных к усилителю, соответствие уставки по току срабатывания автоматического выключателя току двигателя механизма.

5.11 Проконтролировать работоспособность усилителя при управлении от регулятора и блока ручного управления.

5.12 О начале эксплуатации усилителя внести соответствующую запись в его паспорт.

## **6 Порядок работы усилителя**

6.1 Усилитель предназначен для работы в системах автоматического регулирования технологических процессов и в процессе эксплуатации не требует участия оператора.

При необходимости управление усилителем в ручном дистанционном режиме осуществляется вручную оператором при помощи блока ручного управления.

6.2 Порядок действия оператора при уточнении причины неисправности следующий:

- при перемещении выходного органа механизма определить направление перемещения по дистанционному указателю и перевести управление механизмом на ручной режим. Перемещение выходного органа механизма должно прекратиться;

- в случае не отключения двигателя механизма (произошел пробой выходных ключей усилителя) и предотвращения выхода выходного органа механизма в одно из крайних положений необходимо изменить

направление перемещения выходного органа при помощи блока ручного управления. В выходных цепях усилителя возникнет короткое замыкание. Сработают предохранители или автоматический выключатель в цепи питания усилителя. Двигатель механизма отключится;

– проверить управление выходным органом механизма, находящимся в рабочей зоне, в ручном режиме. Невозможность управления указывает на следующие причины:

- а) отключение питания усилителя (двигателя механизма) из-за срабатывания автоматического выключателя;
- б) отказ усилителя;
- в) неисправность электрических цепей «усилитель – механизм».

## **7 Техническое обслуживание**

Усилитель не требует специального технического обслуживания. Для обеспечения нормальной работы усилителя рекомендуется выполнять следующие мероприятия в следующие сроки:

– ежедневно проверять правильность действия усилителя в составе систем автоматического регулирования по показаниям контрольно-измерительных приборов, фиксирующих протекание технологического процесса;

– ежемесячно проверять надежность внешних электрических соединений и проводить очистку поверхности усилителя от загрязнения при выключенном напряжении питания;

– в период капитального ремонта основного оборудования или один раз в два года и после ремонта усилителя проводить проверку и настройку по 5.5...5.7.

## 8 Возможные неисправности и рекомендации по действиям при их возникновении

Причинами выхода из строя усилителя могут быть обрыв цепи питания и электрических цепей, особенно в местах пайки, отказы комплектующих изделий электронной техники (ИЭТ). Отыскание неисправности необходимо проводить в лабораторных условиях.

При поиске неисправности необходимо осмотреть электрические соединения усилителя, особенно в местах паек при помощи омметра. Напряжение питания должно быть выключено. Неисправность ИЭТ схемы управления и отказы в работе электрических цепей усилителя определяются контролем режимов работы по схеме приложения 2 при снятых перемычках Х4, Х5 (при отсутствии напряжения на триаках). При поиске неисправности усилителя ФЦ-0610/ФЦ-0611 необходимо дополнительно пользоваться картой режимов, приведенной в таблице 4.

Т а б л и ц а 4

Наименование величины	Род тока	Значение величины	Измерительный прибор
Напряжение на выводах обмоток трансформатора Т1, В: – 1, 2; – 3, 4; – 5, 7	Переменный	380,0±7,6	Вольтметр переменного тока. Класс точности 2,5. Внутреннее сопротивление не менее 5 кΩ/V.
		40,0±1,0	
		31,0±1,0	
Напряжение при отсутствии входного сигнала управления на контрольных точках, В: – КТ1, КТ0; – КТ2, КТ0; – КТ3, КТ0; – КТ4, КТ0	Постоянный	От 0 до 0,4	Вольтметр постоянного тока. Класс точности 2,5. Внутреннее сопротивление не менее 10 кΩ/V.
		9,5±0,5	
		50,0±5,0	
		9,5±0,5	
Амплитуда прямоугольных импульсов на контрольных точках КТ4, КТ0 при наличии входного сигнала управления, В	Переменный	9,5±0,5	Осциллограф

Перечень возможных неисправностей и методов их устранения приведен в таблице 5.

Таблица 5

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Способ устранения	Примечание
1 Двигатель механизма не работает при замыкании контактов 7, 10 или 9, 10 и включенном напряжении питания.	Нарушение контакта в силовых цепях.	Проверить силовые цепи и устранить неисправность.	Места паек покрыть лаком.
	Неисправность во входных цепях.	Проверить подачу сигнала на вход генератора. Заменить неисправные элементы.	
	Неисправность генератора.	Проверить генерацию импульсов управления. Заменить неисправные элементы.	
	Обрыв в обмотках импульсных трансформаторов.	Проверить целостность обмоток трансформаторов и наличие управляющих сигналов на триаках. Устранить обнаруженную неисправность.	
	Неисправность триаков.	Проверить триаки и при необходимости заменить неисправные.	
Двигатель механизма работает при разомкнутых контактах 7, 10 или 9, 10 и включенном напряжении питания	Произошел пробой триаков.	Заменить неисправные триаки.	

## **9 Правила хранения и транспортирования**

9.1 Усилитель должен храниться в сухом отапливаемом помещении при температуре окружающего воздуха от плюс 5 °С до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % при 25 °С.

Воздух помещения не должен содержать пыль и примеси агрессивных паров и газов.

9.2 Транспортирование усилителей в упаковке предприятия-изготовителя может проводиться всеми видами закрытого транспорта (в железнодорожном вагоне, контейнере, закрытой автомашине, трюме, авиационным (в отапливаемом герметизированном отсеке)) в соответствии с установленными для каждого вида транспорта правилами перевозки грузов при температуре окружающего воздуха от минус 50 °С до плюс 50 °С.

Упакованные усилители должны быть закреплены в транспортном средстве. Размещение и крепление в транспортном средстве упакованных усилителей должно исключать возможность ударов друг о друга, а также о стенки транспортного средства.

Во время погрузочно-разгрузочных работ упакованные усилители не должны подвергаться резким ударам и воздействию атмосферных осадков.



## Приложение 1

## Габаритные и установочные размеры

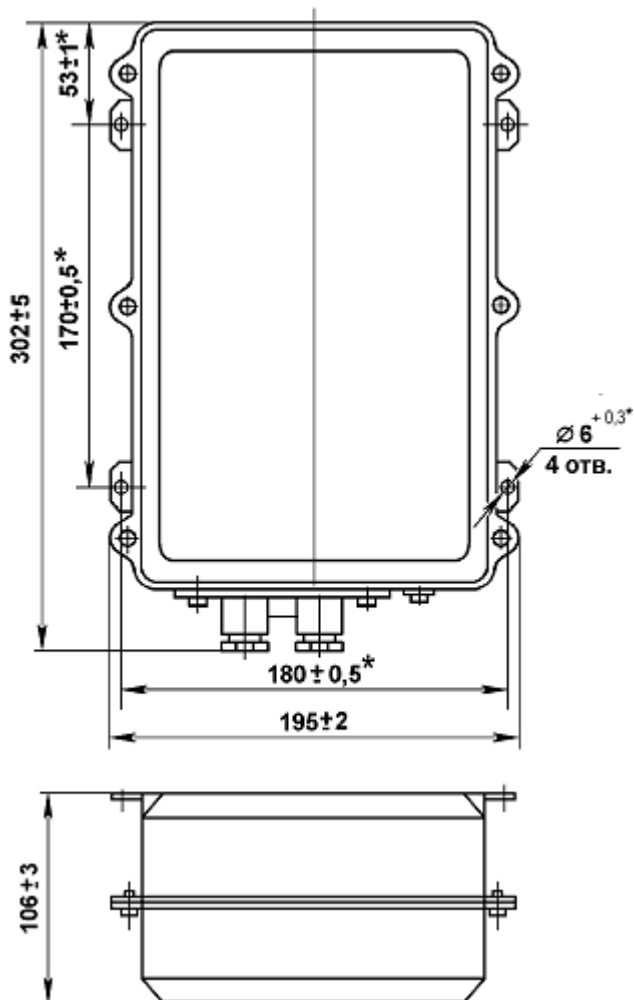


Рисунок 1.1 – для усилителей ФЦ-0620, ФЦ-0621

\* Размеры для справок.

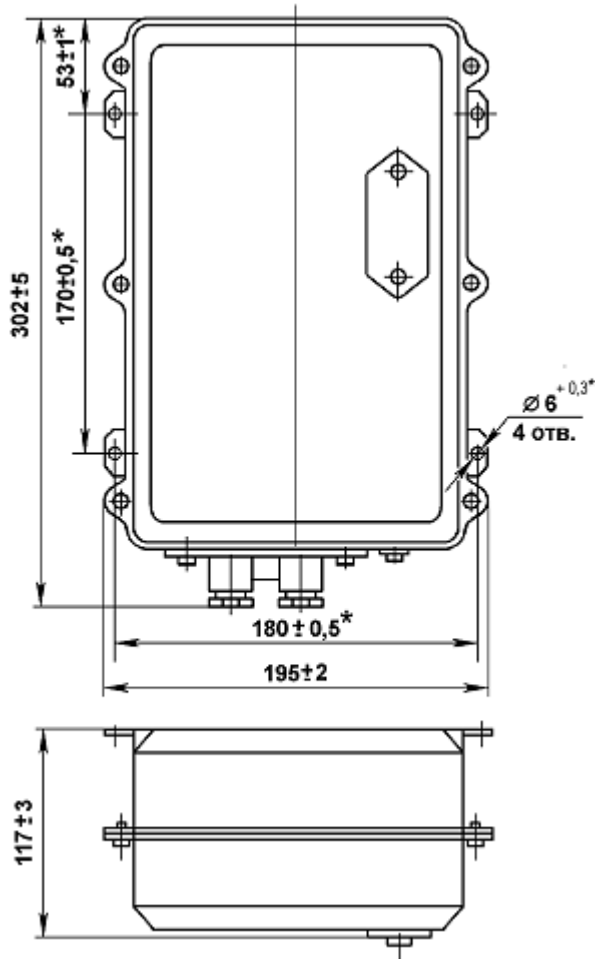


Рисунок 1.2 – для усилителей ФЦ-0610, ФЦ-0611

\* Размеры для справок.

## Приложение 2

### Схема электрическая принципиальная

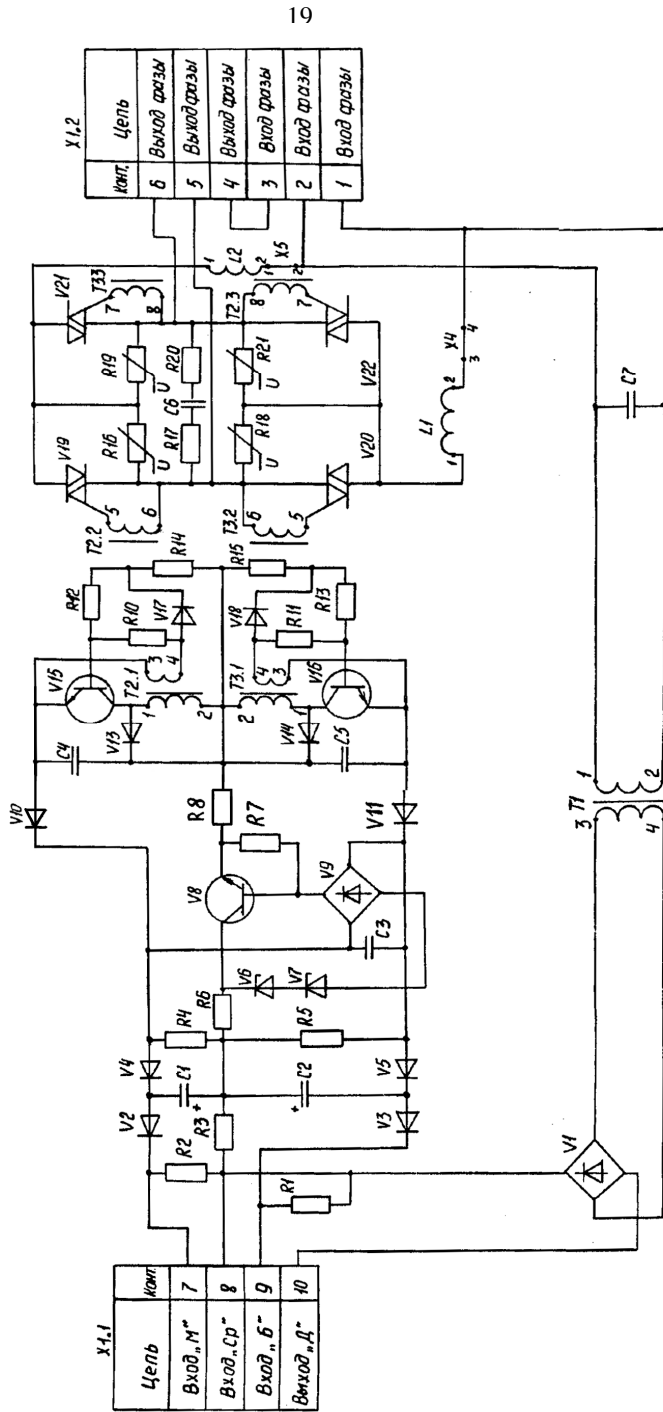


Рисунок 2.1 — для усилителей ФЦ-0620, ФЦ-0621

## Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Конденсаторы		
C1, C2	K50-68-63 V-10 $\mu\text{F} \pm 20\%$ /...-B	2	
C3	K73-17-250 V-0,47 $\mu\text{F} \pm 10\%$ /...-B	1	
C4, C5	K73-17-250 V-0,22 $\mu\text{F} \pm 10\%$ /...-B	2	
C6, C7	K75-10-500 V-0,47 $\mu\text{F} \pm 10\%$ $\pm 10\%$ /...-B	2	
L1, L2	Дроссель	2	
	Резисторы C2-33H, варисторы CH2-1a		
R1, R2	C2-33H-2-1,5 $\text{k}\Omega \pm 10\%$ -A-Д	2	
R3	C2-33H-0,5-91 $\Omega \pm 10\%$ -A-Д	1	
R4, R5	C2-33H-0,5-30 $\text{k}\Omega \pm 5\%$ -Д	2	
R6	C2-33H-0,5-560 $\Omega \pm 5\%$ -A-Д	1	
R7	C2-33H-0,5-8,2 $\text{k}\Omega \pm 10\%$ -A-Д	1	
R8	C2-33H-0,5-1,3 $\text{k}\Omega \pm 10\%$ -A-Д	1	
R10, R11	C2-33H-0,5-2 $\text{k}\Omega \pm 5\%$ -A-Д	2	
R12, R13	C2-33H-0,5-180 $\Omega \pm 5\%$ -A-Д	2	
R14, R15	C2-33H-0,5-43 $\text{k}\Omega \pm 5\%$ -Д	2	
R16	CH2-1a-750 V $\pm 10\%$ /...B	1	
R17	C2-33H-2-100 $\Omega \pm 10\%$ -A-Д	1	
R18, R19	CH2-1a-750 V $\pm 10\%$ /...B	2	
R20	C2-33H-2-100 $\Omega \pm 10\%$ -A-Д	1	
R21	CH2-1a-750 V $\pm 10\%$ /...B	1	
T1	Трансформатор	1	220/230/240 В
T2, T3	Трансформатор	2	
V1	Выпрямительный мост КЦ407А	1	
V2...V5	Диод КД102А	4	
V6, V7	Стабилитрон КС515А	2	
V8	Транзистор КТ315В	1	
V9	Выпрямительный мост КЦ407А	1	
V10, V11,	Диод КД102А	4	
V13, V14			
V15, V16	Транзистор КТ608Б	2	
V17, V18	Диод КД512А	2	
V19...V22	Триак ТС122-25-8-4-У2/...Т3 I вар. с комплектом крепежных деталей	4	
X1	Соединитель (вилка, розетка) РП10-22/...-22В	1	
X4, X5	Переключатель (провод сечением не более 0,15 мм <sup>2</sup> )	2	

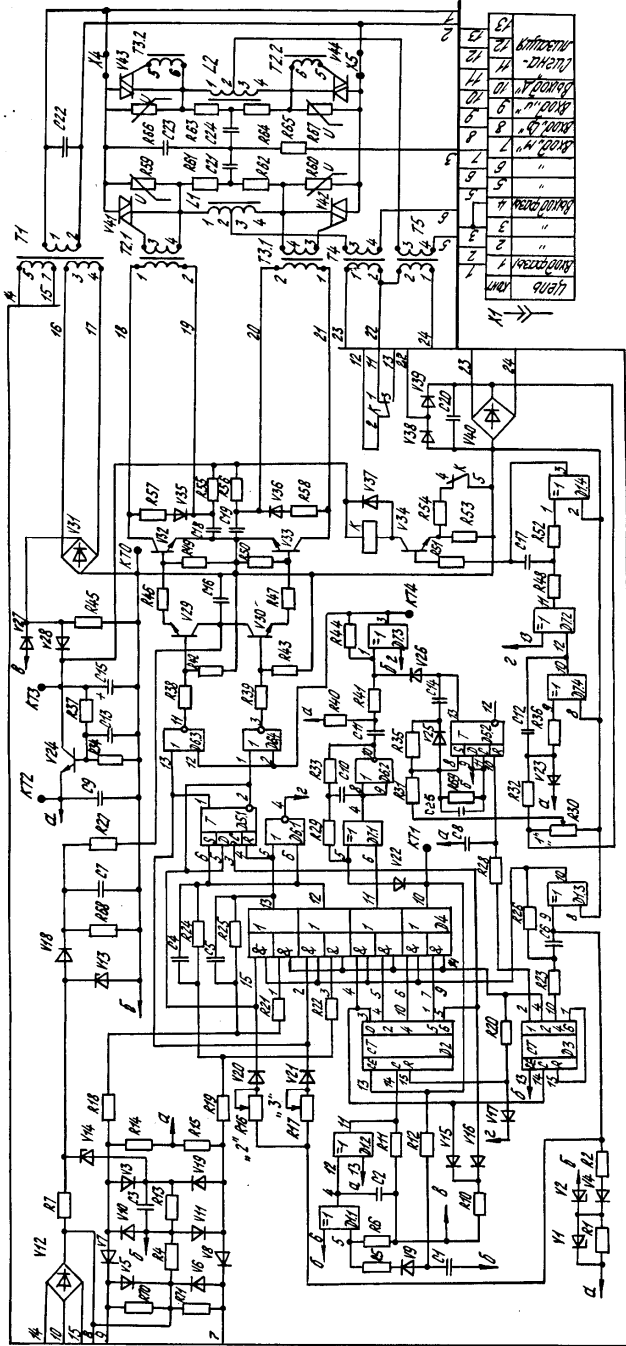


Рисунок 2.2 — для усилителей ФЦ-0610, ФЦ-0611

## Перечень элементов

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Конденсаторы			
C1	K73-17-250 V-0,1 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	1	
C2	K10-43a-МПО-680 pF $\pm 2\%$ /...-B	1	
C3	K10-7B-Н90-0,068 $\mu\text{F}^{+80}_{-20}\%$	1	
C4, C5	K73-17-250 V-0,047 $\mu\text{F}\pm 10\%$ /...-B	2	
C6	K73-17-250 V-0,22 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	1	
C7	K73-17-160 V-2,2 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	1	
C8	K10-7B-Н90-0,068 $\mu\text{F}^{+80}_{-20}\%$	1	
C9	K73-17-250 V-0,22 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	1	
C10...C12	K10-7B-М1500-360 pF $\pm 5\%$	3	
C13	K73-17-250 V-0,22 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	1	
C14	K73-17-160 V-2,2 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	1	
C15	K50-68-100 V-47 $\mu\text{F}^{+50}_{-10}\%$ /...-B	1	
C16	K10-7B-Н90-0,068 $\mu\text{F}^{+80}_{-20}\%$	1	
C17...C19	K73-17-250 V-0,22 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	3	
C20	K73-17-250 V-0,047 $\mu\text{F}\pm 10\%$ /...-B	1	
C21...C24	K75-10-500 V-0,22 $\mu\text{F}\pm 20\%$ /...-B	4	
C25	K10-7B-М1500-360 pF $\pm 5\%$	1	
Микросхемы			
D1	K561ЛП2	1	
D2, D3	K561ИЕ8	1	
D4	K561ЛС2	1	
D5	K561ТМ2	1	
D6	K561ЛЕ5	1	
D7	K561ЛП2	1	
К	Реле РЭС54/РЭС54-Т	1	
L1, L2	Дроссель	2	
Резисторы С2-33Н, СП3-44			
Варисторы СН2-1а			
R1	C2-33Н-0,25-10 k $\Omega\pm 10\%$ -А-Д	1	
R2	C2-33Н-0,25-20 $\Omega\pm 10\%$ -Д	1	
R4	C2-33Н-2-820 $\Omega\pm 10\%$ -А-Д	1	
R5, R6	C2-33Н-0,25-150 k $\Omega\pm 10\%$ -А-Д	2	
R7	C2-33Н-0,5-1,3 k $\Omega\pm 10\%$ -А-Д	1	

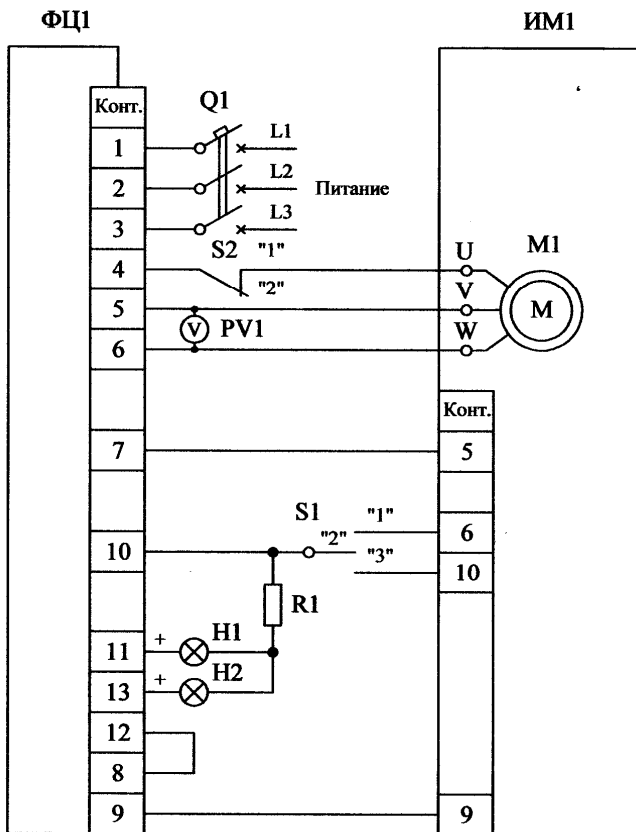
Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
R10	C2-33H-0,25-100 kΩ±10 %-Д	1	
R11	C2-29B-0,25-1,05...1,26 MΩ±0,5 %-1,0-A	1	
R12, R13	C2-33H-0,25-100 kΩ±10 %-Д	2	
R14, R15	C2-33H-0,25-240 kΩ±10 %-Д	2	
R16, R17	СП3-44А-0,5-1 MΩ±20 %	2	
R18, R19	C2-33H-0,25-150 kΩ±10 %-Д	2	
R20... R22	C2-33H-0,25-39 kΩ±10 %-Д	3	
R23	C2-33H-0,25-20 kΩ±10 %-Д	1	
R24, R25	C2-33H-0,25-1 MΩ±10 %-Д	2	
R26	C2-33H-0,25-100 kΩ±10 %-Д	1	
R27	C2-33H-0,25-1 kΩ±10 %-А-Д	1	
R28	C2-33H-0,25-100 kΩ±10 %-Д	1	
R29	C2-33H-0,25-20 kΩ±10 %-Д	1	
R30	СП3-44А-0,5-1 MΩ±20 %	1	
R31	C2-33H-0,25-1 MΩ±10 %-Д	1	
R32	C2-33H-0,25-3,3 MΩ±10 %-Д	1	
R33	C2-33H-0,25-510 kΩ±10 %-Д	1	
R34	C2-33H-0,25-27 kΩ±10 %-Д	1	
R35	C2-33H-0,25-3,9 MΩ±10 %-Д	1	
R36	C2-33H-0,25-20 kΩ±10 %-Д	1	
R37	C2-33H-0,25-100 kΩ±10 %-Д	1	
R38, R39	C2-33H-0,25-20 kΩ±10 %-Д	2	
R40, R41	C2-33H-0,25-56 kΩ±10 %-Д	2	
R42, R43	C2-33H-0,25-20 kΩ±10 %-Д	2	
R44	C2-33H-0,25-510 kΩ±10 %-Д	1	
R45	C2-33H-0,25-51 kΩ±10 %-Д	1	
R46, R47	C2-33H-0,25-560 Ω±10 %-А-Д	2	
R48	C2-33H-0,25-2,2 MΩ±10 %-Д	1	
R49, R50	C2-33H-2-560 Ω±10 %-А-Д	2	
R51, R52	C2-33H-0,25-10 kΩ±10 %-Д	2	
R53, R54	C2-33H-0,25-2,4 kΩ±10 %-А-Д	2	
R55, R56	C2-33H-0,25-560 Ω±10 %-А-Д	2	
R57, R58	C2-33H-0,25-180 Ω±10 %-А-Д	2	
R59, R60	CH2-1a-750 V±10 %/...-B	2	
R61... R64	C2-33H-2-180 Ω±10 %-А-Д	4	
R65	C2-33H-2-560 Ω±10 %-А-Д	1	
R66, R67	CH2-1a-750 V±10 %/...-B	2	

Поз. обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
R68	C2-33H-0,25-5,1 MΩ±10 %-Д	1	220/230/240 В	
R69	C2-33H-0,25-1 MΩ±10 %-Д	1		
R70, R71	C2-33H-0,25-10 kΩ±10 %-А-Д	2		
T1	Трансформатор	1		
T2, T3	Трансформатор	2		
T4, T5	Трансформатор тока	2		
Полупроводниковые приборы				
V1, V2	Стабилитрон КС175Ж	2		
V11	Диод КД102А	1		
V12	Выпрямительный мост КЦ407А	1		
V13	Стабилитрон КС522А	1		
V14	Стабилитрон КС175Ж	1		
V15...V23	Диод КД102А	9		
V24	Транзистор КТ630Б	1		
V25... V28	Диод КД102А	4		
V29, V30	Транзистор КТ315Г	2		
V31	Выпрямительный мост КЦ407А	1		
V32...V34	Транзистор КТ630Б	3		
V35...V39	Диод КД102А	5		
V40	Выпрямительный мост КЦ407А	1		
V41...V44	Триак ТС122-25-8-4-У2/...Т3 I вар. с комплектом крепежных деталей	4		
X1	Соединитель (вилка, розетка) РП10-22/...-22В	1		
X4, X5	Переключатель (провод сечением не более 0,15 мм <sup>2</sup> )	2		



### Приложение 3

#### Схема проверки усилителя



H1, H2 – индикаторы

PV1 – вольтметр, предел измерения от 0 до 600 V

Q1 – автоматический выключатель,  
уставка по току срабатывания 5 A

R1 – резистор 0,5 W-2.4 kΩ±10 %

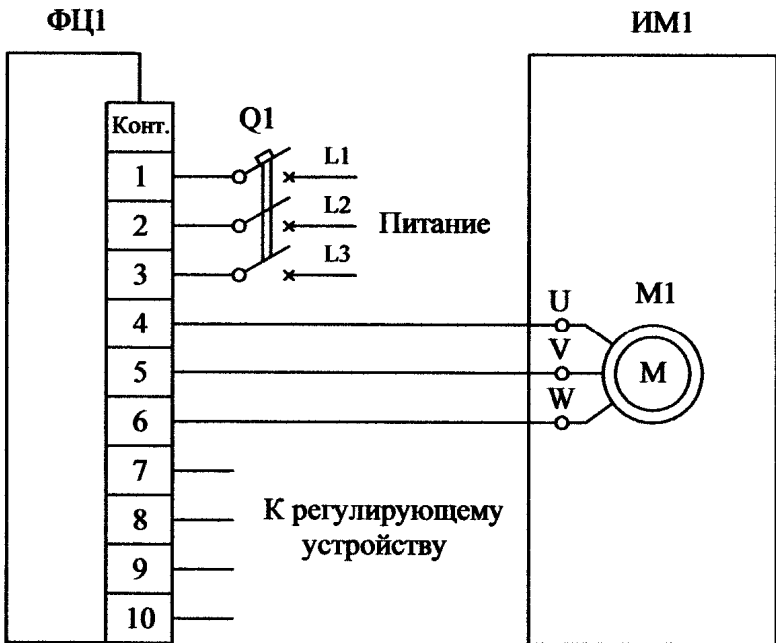
S1, S2 – переключатели

ИМ1 – механизм

ФЦ1 – усилитель

## Приложение 4

### Схема подключения усилителя



Q1 – автоматический выключатель,  
уставка по току срабатывания 5 А

ИМ1 – механизм

ФЦ1 – усилитель



