

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ООО «ТЕ»

_____ А.В. Якунин

«____» _____ 2023 г.

**НИЗКОПРОФИЛЬНЫЕ УНИФИЦИРОВАННЫЕ МОДУЛИ
ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ**

Модули серии «TESD»

Технические условия

ТЛДР.436630.001ТУ

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

2023 г.

Содержание

1 Область применения	3
2 Сокращения	3
3 Классификация, основные параметры и размеры	4
4 Технические требования	7
4.1 Общие требования.....	7
4.2 Требования к конструкции.....	7
4.3 Требования к электрическим параметрам и электрическим режимам эксплуатации	8
4.4 Предельно допустимые значения электрических параметров и режимов эксплуатации.....	11
4.5 Требования стойкости к внешним воздействующим факторам (ВВФ).....	11
4.6 Требования надёжности	12
4.7 Требования транспортабельности	13
4.8 Требования безопасности.....	13
5 Правила приемки	15
5.1 Общие положения	15
5.2 Квалификационные испытания и их состав	15
5.3 Приёмо-сдаточные испытания.....	17
5.4 Периодические испытания	18
6 Методы контроля	19
6.1 Общие положения	19
6.2 Контроль соответствия требованиям к конструкции	20
6.3 Контроль соответствия требованиям безопасности	20
6.4 Контроль соответствия электрических параметров и режимов эксплуатации	21
6.5 Контроль соответствия требованиям по стойкости к внешним воздействующим факторам	28
7 Указания по эксплуатации	34
Приложение 1	42
Приложение 2	43
Приложение 3	44
Приложение 4	46
Приложение 5	48
Приложение 6	50
Приложение 7	51
Приложение 8	52
Лист регистрации изменений.....	53

Перв. примен.					
Справ. №					
Подпись и дата					
Инов. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инов. № подл.					

ТЛДР.436630.001 ТУ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Разраб.	Дуров			
Проверил	Клепиков			
Н.контр.	Торбин			
Утв.	Якунин			

Модули электропитания
Серии „TESD“
Технические условия

Лит.	Лист	Листов
	2	53
000 «ТЕ» г. Воронеж		

1 Область применения

1.1 Настоящие технические условия (далее — ТУ) распространяются на унифицированные модули электропитания серии «TESD» (далее-модуль) номинальной мощностью от 5 до 500 Вт с высокими удельными характеристиками, с питанием от сети постоянного тока напряжением 12, 24, 27 В и расширенным температурным диапазоном от минус 60 °С до +125 °С, предназначенные для внутреннего монтажа в аппаратуре.

2 Сокращения

В настоящих ТУ приняты следующие сокращения:

ВВФ -	внешние воздействующие факторы;
ЗИП -	запасные инструменты и принадлежности;
КД -	конструкторская документация;
КТЗ -	конструктивно-технологические запасы;
НКУ -	нормальные климатические условия (температура воздуха от 15°С до 35°С, относительная влажность воздуха от 45% до 80%; атмосферное давление $8,6 \cdot 10^4$ до $10,6 \cdot 10^4$ Па (от 645 до 795 мм рт.ст.);
НТД -	нормативно-техническая документация;
ОТК -	отдел технического контроля;
ПСИ -	приёмо-сдаточные испытания;
СКК -	служба контроля качества;
ТП -	технологический процесс;
ТД -	технологическая документация;
ТУ -	технические условия;
ЭМС -	электромагнитная совместимость;
ЭРИ -	электрорадиоизделия;
ХХ -	холостой ход;
КЗ -	короткое замыкание.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ТЛДР.436630.001 ТУ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	3

3 Классификация, основные параметры и размеры

3.1 Типы выпускаемых модулей, их основные характеристики и сервисные функции указаны в таблице 1.

Таблица 3.1 – Типы модулей, их основные характеристики и сервисные функции.

Тип модуля	Габаритные размеры, мм	Масса кг, не более	Номинальная выходная мощность, Вт		Номинальное входное напряжение	Количество выходных каналов	Дистанционное выключение	Регулировка выходного напряжения	Вывод CASE (Корпус)	Параллельная работа	Выносная обратная связь	Диагностика выходного напряжения (Power Good)	Температурный диапазон корпуса	Максимальная энергетическая плотность, Вт/дм ³	Рекомендуемые типы модулей фильтров для улучшения ЭМС модулей электропитания
			5	10											
TESD10	30x20x10	0,035	5	10	12W 24W 27	1, 2	+	+	+	-	-	-	«S» «T»	2 463	TEFD2.5
TESD15	40x30x11	0,07	10	15	12W 24W 27	1, 2	+	+	+	-	-	-	«S» «T»	1890	TEFD2.5
TESD30	48x33x11	0,09	20	30	12W 24W 27	1, 2	+	+	+	-	-	-	«S» «T»	2940	TEFD10
TESD60	58x40x11	0,12	40	60	12W 24W 27	1	+	+	+	-	-	-	«S» «T»	3950	TEFD10
TESD100	73x53x13	0,22	80	100	12W 24W 27	1	+	+	+	-	+	-	«S» «T»	4070	TEFD20
TESD200	95x68x13	0,35	150	200	12W 24W 27	1	+	+	+	+	+	-	«S» «T»	3630	TEFD20
TESD500	110x84,2x15	0,5	500		12W 27	1	+	+	+	+	+	-	«S» «T»	3608	TEFD20

Примечание: Знаки «+» и «-» обозначают наличие или отсутствие сервисной функции соответственно.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТЛДР.436630.001 ТУ

Лист

4

В особых случаях, по согласованию с предприятием-изготовителем, допускается изготовление модулей с номинальным выходным напряжением в диапазоне от 3 до 80 В (указывается при заказе).

3.10 Для улучшения ЭМС модулей электропитания выпускаются модули фильтров TEFD2.5, TEFD5, TEFD10, TEFD20, имеющие один выходной канал.

3.11 Пример обозначения при заказе и в КД:

TESD10-27D0505-UT ТЛДР.436630.001ТУ.

Инв. № подл.	Подпись и дата				Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подпись и дата				ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.			Дата	6				

4 Технические требования

4.1 Общие требования

4.1.1 Модули изготавливаются по комплектам конструкторской документации, приведенной в таблице 4.1.

Таблица 4.1 — Перечень комплектов конструкторской документации модулей

Тип модуля	Количество выходных каналов	Обозначение комплекта КД
TESD10	1	ТЛДР.436614.001 ТУ
	2	ТЛДР.436614.002 ТУ
TESD15	1	ТЛДР.436617.001 ТУ
	2	ТЛДР.436617.002 ТУ
TESD30	1	ТЛДР.436617.003 ТУ
	2	ТЛДР.436617.004 ТУ
TESD60	1	ТЛДР.436617.005 ТУ
TESD100	1	ТЛДР.436617.006 ТУ
TESD200	1	ТЛДР.436617.007 ТУ
TESD500	1	ТЛДР.436617.008 ТУ

4.2 Требования к конструкции

4.2.1 Внешний вид, качество покрытий, габаритные, установочные и присоединительные размеры модулей - в соответствии с приложениями В-Н. Описание внешнего вида ТЛДР.436630.001 ОВ.

4.2.2 Конструкция должна обеспечивать работу модулей в любом положении и отсутствие механического резонанса при воздействии синусоидальной вибрации в диапазоне частот до 100 Гц при амплитуде виброперемещения 0,5 мм.

4.2.3 Выводы модулей должны быть механически прочными и выдерживать без механических повреждений воздействие растягивающей силы не более:

- для выводов диаметром 0,8 мм - 10 Н;
- для выводов диаметром 1,0 мм - 20 Н;
- для выводов диаметром 1,5 мм - 40 Н.

4.2.4 Подключение модулей должно осуществляться пайкой к выводам.

4.2.5 Покрытие выводов должно обеспечивать паяемость без дополнительного облуживания в течение 12 месяцев и допускать трехкратную перепайку без нарушения целостности выводов и ухудшения электрических параметров модуля.

4.2.6 Масса модулей не должна превышать значений, указанных в таблице 3.1.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

					ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		7

4.3 Требования к электрическим параметрам и электрическим режимам

эксплуатации

4.3.1 Электрические параметры при приёмке и поставке.

4.3.1.1 Установившееся отклонение выходного напряжения модулей в НКУ должно быть не более $\pm 2,0\%$ для первого канала и не более $\pm 6\%$ для второго канала.

В случае, если номинальное значение выходного напряжения второго канала отличается на 20% и более от номинального значения выходного напряжения первого канала, его установившееся отклонение в НКУ должны быть не более $\pm 12\%$.

4.3.1.2 Суммарная нестабильность выходного напряжения (НΣ) должна быть не более $\pm 6\%$ для первого канала блока электропитания и не более $\pm 10\%$ для второго канала.

В случае если номинальное значение выходного напряжения второго или третьего канала отличается на 20% и более от номинального значения первого канала, их суммарная нестабильность должна быть не более $\pm 14\%$.

4.3.1.3 Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения (U_{in}) и выходного тока (I_{out}) не должна превышать $\pm 2\%$ для первого (основного) канала модуля и $\pm 7\%$ для второго канала модуля.

В случае если номинал выходного напряжения второго или третьего канала отличается более чем на 20% от первого (основного) канала, нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения и выходного тока не должна превышать $\pm 12\%$.

4.3.1.4 Температурная нестабильность выходного напряжения модулей электропитания (НТ) должна быть не более $\pm 3\%$ для первого канала и не более $\pm 4\%$ для второго канала.

4.3.1.5 Временная нестабильность выходного напряжения модулей (Нт) должна быть не более $\pm 0,5\%$.

4.3.1.6 Переходное отклонение выходного напряжения модулей ($\delta U_{пер}$) при воздействии переходного отклонения входного напряжения в пределах норм 4.4.1.1 длительностью фронта не менее $0,5\text{ мс}$ и при скачкообразном изменении выходного тока в пределах от $0,3 \times I_{ном}$ до $0,9 \times I_{ном}$ длительностью фронта не менее $0,5\text{ мс}$ не должно превышать $\pm 10\%$.

4.3.1.7 Пульсации выходного напряжения от пика до пика при максимальном выходном токе модулей электропитания ($U_{пул}$) должны быть не более 2% от номинального значения выходного напряжения.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

43.18 Модули должны иметь защиту от перегрузки по выходному току и от короткого замыкания с автоматическим возвратом в рабочий режим после снятия короткого замыкания. Ток, потребляемый модулем при коротком замыкании на выходе любого канала должен быть как минимум в 2,5 раза меньше тока, потребляемого модулем при номинальных значениях входного напряжения и тока нагрузки. Ток начала срабатывания защиты от перегрузки по выходному току для модулей должен быть в диапазоне $1,1 \times P_{\text{МАКС}}$ до $1,5 \times P_{\text{МАКС}}$ для всех модулей.

43.19 Модули должны иметь защиту от превышения выходного напряжения и должны обеспечивать ограничение значения выходного напряжения для первого (основного) канала не более $1,3 \times U_{\text{ВЫХ.НОМ}}$ с последующим автоматическим возвратом в режим стабилизации после снятия превышения выходного напряжения.

43.1.10 Значение полной потребляемой мощности модулей электропитания в установившемся режиме не должно превышать величины

$$P = 1,25 \times (P_{1\text{МАКС}} + P_{2\text{МАКС}}),$$

где $P_{1\text{МАКС}}$, $P_{2\text{МАКС}}$ – максимальная мощность первого, второго каналов соответственно, Вт;

Для двухканальных модулей $P_{1\text{МАКС}} = P_{2\text{МАКС}}$.

43.1.11 Абсолютное значение выходного напряжения при работе на холостом ходу не должно превышать $U_{\text{ВЫХ.НОМ}}$, с учетом нестабильностей.

43.1.12 Значение тока, потребляемого от сети в момент включения ($I_{\text{ВКЛ}}$), не должно превышать величин, указанных в таблице 4.2.

43.1.13 Модули должны иметь возможность дистанционного выключения путем соединения вывода «ВКЛ» с выводом «-ВХ».

43.1.14 Время установления выходного напряжения первого (основного) канала модулей (с момента снятия управляющего сигнала с вывода «ВКЛ») должно быть не более 0,1 сек.

43.1.15 Модули должны иметь защиту от перегрева с автоматическим возвратом в рабочий режим после его устранения. Срабатывание защиты от перегрева должно происходить при температуре корпуса модуля для температурного диапазона «S» от $+105 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+115 \text{ }^\circ\text{C}$, для температурного диапазона «Т» от $+120 \text{ }^\circ\text{C}$ до $+125 \text{ }^\circ\text{C}$.

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						9

4.4 Предельно допустимые значения электрических параметров и режимов эксплуатации

4.4.1.1 Качество входной электроэнергии постоянного тока должно соответствовать требованиям, указанным в таблице 4.3.

Таблица 4.3 — Нормы качества электроэнергии постоянного тока на входе модулей

Индекс ном. входного напряжения	Ном. входное напряжение, В	Диапазон установившегося значения, В	Переходное отклонение и длительность переходного отклонения, В	Длительность переходного отклонения, с
12W	12	9...36	9...40	1
27	27	17...36	17...80	
24W	24	18...75	18...80	

4.4.1.2 Повышенная температура корпуса модулей должна быть:

- для температурного диапазона «S» – не более 110 °С;
- для температурного диапазона «Т» – не более 125 °С.

4.5 Требования стойкости к внешним воздействующим факторам (ВВФ)

4.5.1 Модули должны быть стойкими к воздействию ВВФ по группе исполнения 3У ГОСТ 15150 с дополнениями и уточнениями, приведёнными в таблице 4.4.

Таблица 4.4 – Внешние воздействующие факторы

Наименование воздействующего фактора, единица измерения	Значение воздействующего фактора
Механические факторы	
Синусоидальная вибрация: - диапазон частот, Гц; - амплитуда ускорения, м/сек ² (g); - амплитуда виброперемещения, мм	1 – 2000 200 (20) 0,3
Акустический шум: - диапазон частот, Гц; - уровень звукового давления (относительно 2·10 ⁻⁵ Па), дБ	50 – 10 000 170
Механический удар одиночного действия: - пиковое ударное ускорение, м/сек ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	10 000 (1000) 0,5 – 2
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/сек ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	1500 (150) 1 – 5

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- 5 МОм – после испытаний на теплостойкость;
- 1 МОм – после испытания на повышенную влажность.

Электрическая прочность изоляции токоведущих цепей, не имеющих гальванической связи между собой, и токоведущих цепей относительно корпуса должна обеспечивать отсутствие пробоев и поверхностных перекрытий при воздействии постоянного напряжения:

а) между выводами Вход-Выход, Вход-Корпус:

- 1) в НКУ - 1500 В;
- 2) при повышенной влажности, повышенной (пониженной) температуре среды - 500 В.

б) между выводами Выход-Корпус:

- 1) в НКУ - 1000 В;
- 2) при повышенной влажности, повышенной (пониженной) температуре среды - 500 В.

в) между выводами Выход-Выход - 500 В.

4.8.3 Остальные требования безопасности по ГОСТ РВ 20.39.412-97.

4.8.4 В эксплуатационной документации на модули должны быть указаны приемы и способы безопасного выполнения работ по диагностированию, обслуживанию и ремонту.

4.8.5 Конструкционные материалы, используемые в модулях, и лакокрасочные покрытия не должны поддерживать горение.

4.8.6 Модули при правильной эксплуатации не должны являться источником экологической опасности по ОТТ 1.1.10-99 (Часть 2).

Инд. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						14

5 Правила приемки

5.1 Общие положения

5.1.1 Модули, предъявляемые на испытания и приемку, должны быть полностью укомплектованными в соответствии с требованиями настоящих ТУ и КД.

5.1.2 Не допускается применять средства измерений и испытательное оборудование, не прошедшие метрологическую аттестацию (поверку) в установленные сроки.

5.1.3 Результаты испытаний считаются положительными, а модули выдержавшими испытания, если модули испытаны в полном объеме и последовательности, установленных в настоящих ТУ для проводимой категории испытаний, и соответствуют всем требованиям.

5.1.4 Испытания модулей, если это специально не оговорено в методиках испытаний, проводятся при НКУ:

- температура воздуха от 15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха 45...75%;
- атмосферное давление 650...800 мм рт. ст.

5.1.5 Для проверки соответствия модулей требованиям КД и настоящих ТУ их подвергают следующим категориям испытаний:

- квалификационным;
- приемосдаточным;
- периодическим

5.2 Квалификационные испытания и их состав

5.2.1 Состав и последовательность испытаний указаны в Таблице 5.1 настоящих ТУ.

5.2.2 По результатам испытаний оформляют соответствующие протоколы квалификационных испытаний.

Таблица 5.1 – Состав и последовательность квалификационных испытаний

Наименование вида испытаний и последовательность проведения	Пункт	
	Технических требований	Методик контроля
Проверка электрического сопротивления изоляции	4.8.2	6.3.1
Проверка электрической прочности изоляции	4.8.2	6.3.2
Проверка габаритных размеров модулей	3.1 Таблица 3.1	6.2.1
Проверка массы модулей	3.1 Таблица 3.1	6.2.2
Проверка требований надежности*	4.6	–
Проверка установившегося отклонения выходного напряжения	4.3.1.1	6.4.1

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						15

5.2.3 Испытание по определению критических частот конструкции в составе квалификационных испытаний отдельно не проводят, а совмещают с испытаниями на вибропрочность.

5.2.4 Испытания на виброустойчивость и ударную устойчивость отдельно не проводят, а совмещают с испытаниями на вибропрочность и ударную прочность соответственно.

5.2.5 Стойкость к воздействию повышенной и пониженной температуры среды при транспортировании и хранении, а также атмосферного пониженного давления при авиатранспортировании в составе квалификационных испытаний не контролируют.

Стойкость к воздействию этих факторов подтверждают результатами испытаний на стойкость к воздействию повышенной и пониженной температуры корпуса модуля при эксплуатации, а также пониженного атмосферного давления при эксплуатации.

5.2.6 Комплектование выборок, план контроля, объем выборок должны соответствовать ГОСТ Р 53711-2009.

5.3 Приёмо-сдаточные испытания

5.3.1 Модули на приёмо-сдаточные испытания предъявляют поштучно или партиями объёмом не более 50 шт. и проверяют по методу сплошного контроля.

5.3.2 Состав испытаний, деление состава испытаний на подгруппы, последовательность испытаний в пределах каждой подгруппы приведены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Состав и последовательность приёмо-сдаточных испытаний

Наименование вида испытаний и последовательность проведения	Пункт	
	Технических требований	Методик контроля
Проверка внешнего вида модуля, разборчивости и содержания маркировки	4.2.1	6.2.1
Контроль габаритных, установочных и присоединительных размеров	4.2.1	6.2.1
Проверка электрического сопротивления изоляции	4.8.2	6.3.1
Проверка установившегося отклонения выходного напряжения	4.3.1.1	6.4.1
Проверка пульсации выходного напряжения (от пика до пика) $U_{\text{пульс}}$	4.3.1.7	6.4.7
Проверка дистанционного выключения	4.3.1.13	6.4.13
Проверка срабатывания защиты от перегрузки по выходному току и от короткого замыкания	4.3.1.8	6.4.8
Проверка абсолютного значения выходного напряжения при работе на холостом ходу не должно превышать $U_{\text{вых.ном}}$,	4.3.1.11	6.4.11

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

5.4 Периодические испытания

5.4.1 Состав испытаний, деление состава испытаний на подгруппы, последовательность испытаний в пределах каждой подгруппы должны соответствовать таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Состав и последовательность периодических испытаний

Наименование вида испытаний и последовательность проведения	Пункт	
	Технических требований	Методик контроля
Проверка стойкости к воздействию синусоидальной вибрации	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию механического удара одиночного действия	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию механического удара многократного действия	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию атмосферного пониженного давления	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию атмосферного повышенного давления	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию изменения атмосферного давления	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию повышенной влажности воздуха	4.5.1 Таблица 4.4	6.5
Проверка стойкости к воздействию атмосферных конденсированных осадков	4.5.1 Таблица 4.4	6.5

5.4.2 Периодические испытания проводят для периодической проверки соответствия модулей требованиям ТУ и проверки стабильности технологического процесса производства.

5.4.3 Испытания проводят на модулях, прошедших приёмо-сдаточные испытания.

5.4.4 Периодичность проведения периодических испытаний – один раз в год.

5.4.5 Модули, подвергнутые периодическим испытаниям, допускается поставлять потребителям, если параметры соответствуют нормам при поставке, а их внешний вид – образцам внешнего вида.

Инь. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инь. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						18

Модули считают выдержавшими испытание по требованиям п. 4.3.1.4, если нестабильность выходного напряжения не превышает $\pm 3\%$.

6.4.4 Временную нестабильность выходного напряжения N_t , %, проверяют при НКУ, номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей.

Первое измерение выходного напряжения производят через 30 минут после включения модуля, остальные измерения – через каждые 2 часа в течение 8 часов непрерывной работы.

Нестабильность рассчитывается по формуле:

$$N_t = (U_{\text{МАКС(МИН)}} - U) / U \times 100,$$

где $U_{\text{МАКС(МИН)}}$ – выходные напряжения, измеренные в течение 8 часов непрерывной работы, В.

U – выходное напряжение, измеренное до проведения испытаний, В.

Нестабильность рассчитывается с учетом знаков.

Модули считают выдержавшими испытание по требованиям п. 4.3.1.5, если нестабильность выходного напряжения не превышает $\pm 0,5\%$.

6.4.5 Проверку суммарной нестабильности выходного напряжения модулей электропитания N_{Σ} , %, осуществляют суммированием отдельно положительных и отрицательных частных нестабильностей по формуле:

$$N_{\Sigma} = N_U + N_I + N_T + N_t,$$

где N_U – нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения, %;

N_I – нестабильность выходного напряжения при плавном изменении выходного тока, %;

N_T – температурная нестабильность, %;

N_t – временная нестабильность, %.

Модули считают выдержавшим испытание по требованиям 4.3.1.2, если суммарная нестабильность выходного напряжения не превышает $\pm 6\%$.

6.4.6 Проверка переходного отклонения выходного напряжения модулей $\delta U_{\text{пер}}$, %, состоит в регистрации изменения выходного напряжения после воздействия заданного скачкообразного изменения выходного тока длительностью фронта не менее 0,5 мс и вычисления переходного отклонения по формуле:

$$\delta U_{\text{пер}} = (U_{\text{макс.(мин)}} - U) / U \times 100$$

где $U_{\text{макс.(мин.)}}$ – максимальное (минимальное) значение выходного напряжения во время воздействия изменения выходного тока, В;

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
--------------	--------------	--------------	----------------

U – значение выходного напряжения до воздействия изменения выходного тока, В.
Значение отклонения, вычисленное по формуле, указывают с учётом знака.

Проверку переходного отклонения выходного напряжения при скачкообразном изменении выходного тока производят в НКУ при номинальном входном напряжении.

Устанавливают тумблеры S1, S4, (S5) в положение «ВКЛ», S6, (S7) – в положение «II». Резисторами R5, (R6) контролируя по прибору P6 (P7), устанавливают выходной ток равным $0,3 \cdot I_n$. Устанавливают тумблер S6 (S7) в положение «I» и с помощью резисторов R1, R2 (R3, R4) устанавливают номинальный выходной ток.

Переключая тумблер S6, (S7) из положения «I» в положение «II» и обратно, фиксируют осциллограмму выходного напряжения на регистраторе P8. Определяют значение переходного отклонения выходного напряжения.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.6, если переходное отклонение выходного напряжения не превышает значений, указанных в требованиях 4.3.1.6.

6.4.7 Пульсации выходного напряжения модулей электропитания проверяют при НКУ при минимальном значении входного напряжения и номинальном выходном токе модулей.

При измерении пульсации выходного напряжения, необходимо пользоваться приспособлением, изображенном на рисунке 6.1.

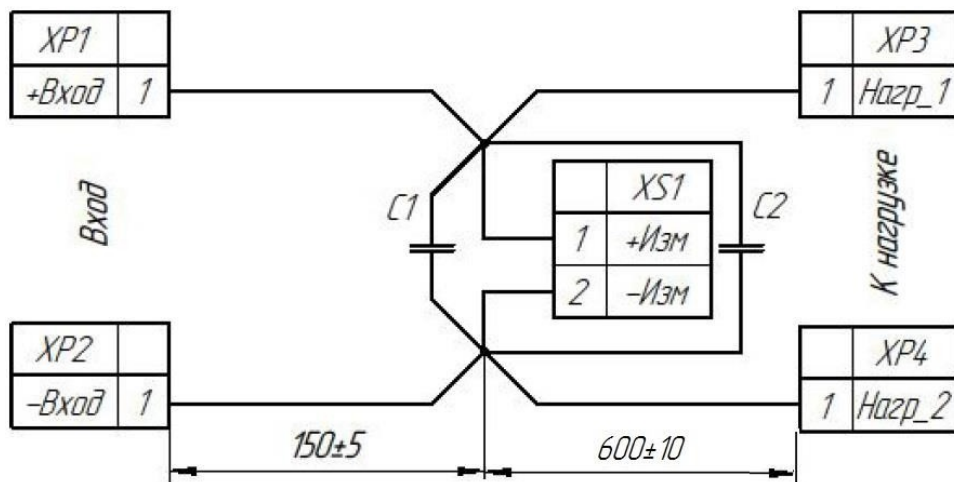


Рисунок 6.1 – Приспособление для измерения пульсаций выходного напряжения

- 1) C1 – К73-17, 100 нФ, 100 В, 5% Пленочный конденсатор, (1 шт.)
- 2) C2 – Неполарный электролитический конденсатор 33 мкФ 100 В, (1 шт.)
- 3) XP1..XP4 – разъем ШП4-2, штепсель, (4 шт.)
- 4) XS1 – разъем CP50-155ФМВ, гнездо, (1 шт.).

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист 24

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.7, если пульсация выходного напряжения (от пика до пика) не превышает значений $\pm 2\%$ от номинального $U_{\text{вых}}$.

6.4.8 Проверка защиты модулей электропитания от перегрузки по выходному току и короткого замыкания.

Проверку защиты от перегрузки по выходному току и короткого замыкания производят при НКУ, минимальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей.

Замыкают выходные выводы каналов на время 5 ± 2 секунды. После размыкания выходных выводов проверяют значение выходного напряжения.

Для проверки защиты от перегрузки по выходному току, плавно увеличивая ток нагрузки, контролируют начало срабатывания защиты от перегрузки по выходному току (снижение выходного напряжения проверяемого канала, превышающее номинальное значение с учетом суммарной нестабильности).

Модули считают выдержавшими испытание, если схемы защиты срабатывают, работоспособность модуля после снятия короткого замыкания восстанавливается, а ток короткого замыкания и ток срабатывания защиты от перегрузки не превышают значений, указанных в п. 4.3.1.8 настоящих ТУ.

6.4.9 Проверку защиты от превышения выходного напряжения производят при НКУ, номинальном входном напряжении и минимальном выходном токе одноканальных модулей и всех каналов многоканальных модулей.

На выход модуля подают напряжение, превышающее номинальное в 1,35 раза от дополнительного источника питания. При этом контролируют ток потребления, который должен уменьшиться до 200мА и менее. Затем отключают от выхода модуля напряжение от дополнительного источника питания. Работоспособность модуля после снятия перегрузки должна восстанавливаться.

Модули считают выдержавшими испытание по требованиям 4.3.1.9, если схема защиты срабатывает, работоспособность модуля после снятия перегрузки восстанавливается, а напряжение срабатывания не более $1,3 \times U_{\text{вых.ном}}$.

6.4.10 Проверку полной потребляемой мощности модулей электропитания производят при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей. Значение полной потребляемой мощности P , Вт, определяют по формуле:

$$P = U \times I$$

где U – значение входного напряжения, В;

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата
--------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						25

I – значение входного тока, А.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.10, если значение полной потребляемой мощности в установившемся режиме не превышает величины

$$P = 1,25 \times P_{\text{ВЫХ}},$$

где: $P_{\text{ВЫХ}}$ – выходная мощность.

6.4.11 Проверку работы модулей электропитания на холостом ходу производят при максимальном входном напряжении.

Стенд для измерений в соответствии с приложением 1 к настоящим ТУ, средства измерений в соответствии с приложением 2 к настоящим ТУ.

Модуль устанавливают в режим холостого хода и измеряют величину выходного напряжения каждого канала (для многоканальных модулей).

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.11, если установившееся отклонение выходного напряжения на холостом ходу не превышает допустимого настоящими ТУ с учетом нестабильностей.

6.4.12 Проверку тока, потребляемого от сети в момент включения модулей электропитания, производят при номинальном входном напряжении, максимальной емкости нагрузки и выходном токе $0,7 \times I_{\text{ВЫХ.НОМ}}$. Проверку производят при помощи измерительного сопротивления, включенного последовательно в цепь питания модуля $R_{\text{ИЗМ}}$. В качестве $R_{\text{ИЗМ}}$ использовать шунт 75ШИП-10А-0,5 для модулей номинальной мощностью 100 Вт и выше или резистор 0,1 Ом 5 Вт для модулей номинальной мощностью менее 100 Вт. Изменение напряжения, фиксируют на измерительных выводах шунта, осциллографом в режиме одиночного запуска в момент включения модуля, путем подачи управляющего сигнала на вывод «ВКЛ/ВЫКЛ».

Полученное и зафиксированное изменение напряжения на измерительных выводах шунта переводят в ток методом пересчета исходя из того, что для данного шунта падение напряжения 75 мВ соответствует протеканию постоянного тока силой 10 А.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.12, если значение тока, потребляемого от сети в момент включения, не превышает значений таблицы 4.2.

6.4.13 Проверку дистанционного выключения модулей электропитания производят при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.13, если при соединении вывода «ВКЛ/ВЫКЛ» с выводом «-ВХ» происходит выключение, а при размыкании – включение модулей.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

64.14 Проверку времени установления выходного напряжения модулей электропитания производят при НКУ, номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей.

Время установления выходного напряжения определяется как интервал времени между моментом подачи управляющего сигнала на вывод «ВКЛ/ВЫКЛ» и моментом, когда выходное напряжение достигает номинального значения с учетом суммарной нестабильности. Измеряется осциллографом в режиме одиночного запуска. Подача управляющего сигнала заключается в установлении электрического соединения выводов «ВКЛ/ВЫКЛ» и «-ВХ», после чего модуль должен выключиться. Обратное действие должно привести к дистанционному включению модуля.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.14, если время установления выходного напряжения первого канала модулей электропитания с момента подачи управляющего сигнала на вывод «ВКЛ/ВЫКЛ» не превышает 100 мс.

64.15 Проверку срабатывания защиты от перегрева модулей электропитания производят при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 4.3.1.15, если при нагреве корпуса модуля до температуры плюс 120...плюс 125 °С для диапазона «Т», до температуры плюс 105...плюс 110 °С для диапазона «S» происходит выключение модуля с последующим возвращением рабочего режима при охлаждении корпуса модуля до температуры рабочей области.

Допускается производить указанное испытание совместно с проверкой работоспособности модуля при повышенной рабочей температуре корпуса модуля.

64.16 Проверка пределов ручного регулирования выходного напряжения модулей электропитания.

Пределы ручного регулирования выходного напряжения проверяют при номинальном выходном токе, минимальном и максимальном установившихся значениях выходного напряжения путем вращения ротора резистора, подключенного между выводом «РЕГ» и «-ВЫХ» (для увеличения) или «РЕГ» и «+ВЫХ» (для уменьшения) выходного напряжения. Диапазон регулирования ΔU_P , %, определяется с учетом знака по формуле:

$$\Delta U_P = (U_{\text{МАКС(МИН)}} - U_N) / U_N \times 100,$$

где $U_{\text{МАКС}}$ – верхний предел регулирования выходного напряжения, В;

$U_{\text{МИН}}$ – нижний предел регулирования выходного напряжения, В;

U_N – номинальное выходное напряжение, В.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						27

Модули считаются выдержавшими испытание, если диапазон регулирования выходного напряжения не менее $\pm 5\%$.

6.5 Контроль соответствия требований по стойкости к внешним воздействующим факторам.

6.5.1 Испытание модулей на устойчивость к воздействию синусоидальной вибрации.

Модули испытывают во включенном состоянии при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей в диапазоне частот от 10 до 500 Гц с виброускорением 5 g, частота перехода 50 Гц по каждому из трёх перпендикулярных направлений осей.

До и после испытания проводят внешний осмотр. В ходе испытания контролируют выходное напряжение и его пульсацию.

Длительность воздействия синусоидальной вибрации в каждом поддиапазоне частот не менее двух минут.

Модули считают выдержавшими испытание, если вовремя и после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения не превышает $\pm 2\%$, а пульсации выходного напряжения не превышают 2 %.

6.5.2 Испытание модулей на виброустойчивость

Модули испытывают во включенном состоянии при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей с виброускорением 15 g и длительностью воздействия 200 мс по каждому из трёх перпендикулярных направлений осей. В ходе испытания контролируют выходное напряжение и его пульсацию.

Модули считают выдержавшими испытание, если вовремя и после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения не превышает $\pm 2\%$, а пульсации выходного напряжения не превышают 2 %.

6.5.3 Испытание модулей на вибропрочность

Модули испытывают в выключенном состоянии методом виброудара одиночного действия ускорением 100 g с длительностью воздействия 20 мс, по каждому из трёх перпендикулярных направлений осей.

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения не превышает $\pm 1,5\%$, а пульсации выходного напряжения не превышают 2 %.

Подпись и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

До испытаний проводят проверку внешнего вида, электрического сопротивления изоляции, электрической прочности изоляции, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули устанавливают на радиатор с толщиной основания не менее 10 мм (информация по подбору радиатора приведена в разделе 9 настоящих ТУ) и помещают в камеру. Модули включают при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе.

Температуру в камере регулируют таким образом, чтобы температура на корпусе модуля составила 120 ± 3 °С для диапазона «Т», плюс 105 ± 3 °С для диапазона «S». После установления теплового равновесия, модули выдерживают во включенном состоянии в течение 2 часов, контролируя величину выходного напряжения. Затем, не извлекая изделия из камеры, проводят проверку величины выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули извлекают из камеры, выдерживают при НКУ не менее 2 часов, проводят внешний осмотр и проводят проверку электрического сопротивления и электрической прочности изоляции.

Модули считаются выдержавшими испытание, если вовремя и после испытания внешний вид, установившееся отклонение выходного напряжения, пульсации выходного напряжения соответствуют требованиям настоящих ТУ и после проведения испытаний электрическое сопротивление изоляции и электрическая прочность изоляции соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.8 Испытание на воздействие пониженной рабочей температуры корпуса модуля

До испытаний проводят проверку внешнего вида, электрического сопротивления изоляции, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения.

Модули помещают в камеру, после чего в камере устанавливают пониженную температуру минус 60 ± 3 °С для диапазона «Т», минус 40 ± 3 °С для диапазона «S». Допускается помещать изделия в камеру с заранее установленной температурой. После достижения теплового равновесия модули выдерживают во включенном состоянии в течение 2 часов при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе и проводят проверку установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

						ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			30

Модули извлекают из камеры, выдерживают при НКУ не менее 2 часов, проводят внешний осмотр и проводят проверку электрического сопротивления и электрической прочности изоляции.

Модули считаются выдержавшими испытание, если внешний вид и указанные электрические параметры соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.9 Испытание на воздействие пониженной предельной температуры корпуса модуля

Проводят по методике п.6.5.8 без подключения к сети питания и температурой в камере минус $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ для диапазона «Т», минус $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ для диапазона «S», затем модули извлекают из камеры, выдерживают при НКУ не менее 2 часов, после чего производят:

- Контроль электрического сопротивления изоляции,
- Контроль электрической прочности изоляции,
- Контроль установившегося отклонения выходного,
- Контроль пульсаций выходного напряжения.

Модули считают выдержавшими испытания, если их внешний вид соответствует КД, а электрические параметры соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.10 Испытание на воздействие изменения температуры среды

Испытание модулей на воздействие изменения температуры среды проводят методом термоциклирования.

До испытаний проводят проверку внешнего вида, электрического сопротивления изоляции, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения.

Модули помещают в камеру, в которой заранее установлена пониженная температура минус $60\pm 3^{\circ}\text{C}$ для температурного диапазона «Т», минус $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ для диапазона «S» и выдерживают в выключенном состоянии в течение 1 часа. Затем модули переносят в камеру, в которой заранее установлена температура плюс $105\pm 3^{\circ}\text{C}$ для диапазона «S», плюс $120\pm 3^{\circ}\text{C}$ для диапазона «Т» и выдерживают в выключенном состоянии в течение 1 часа. Общее количество циклов – три. Время переноса – минимальное, но не более 5 минут. После проведения испытания проводят следующие проверки:

- Контроль электрического сопротивления изоляции,
- Контроль электрической прочности изоляции,
- Контроль установившегося отклонения выходного,
- Контроль пульсаций выходного напряжения.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ТЛДР.436630.001 ТУ					Лист
										31
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

Модули считают выдержавшими испытания, если их внешний вид соответствует КД, а электрические параметры соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.11 Испытание модулей на воздействие атмосферного пониженного давления.

Модули помещают в камеру, давление в камере понижают до $0,67 \times 10^3$ Па (5 мм рт.ст.) и выдерживают в течение 1 часа. Модули включают при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей, выдерживают во включенном состоянии 30 минут и измеряют установившееся отклонение выходного напряжения, пульсации выходного напряжения. Модули выключают. Давление в камере повышают до нормального.

Модули считают выдержавшими испытания, если их внешний вид соответствует КД, а электрические параметры (выходное напряжение и его пульсации) соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.12 Испытание модулей на воздействие атмосферного повышенного давления.

Модули помещают в камеру, давление в камере повышают до $2,92 \times 10^5$ Па (2207 мм рт.ст.) и выдерживают в течение 4 часов. Модули включают при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе модулей, выдерживают во включенном состоянии 1 час и измеряют установившееся отклонение выходного напряжения, пульсации выходного напряжения. Модули выключают. Давление в камере понижают до нормального.

Модули считают выдержавшими испытания, если их внешний вид соответствует КД, а электрические параметры (выходное напряжение и его пульсации) соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.13 Испытание модулей на воздействие изменения атмосферного давления.

Модули помещают в камеру, давление в камере понижают до 5 мм рт.ст. со скоростью 500 мм рт.ст./с и выдерживают в течение 1 часа, затем давление в камере повышают до 765 мм рт.ст со скоростью 500 мм рт.ст./с и выдерживают в течение 1 часа. Проводят три указанных цикла, после чего давление в камере доводят до нормального и извлекают модули из камеры.

Модули считают выдержавшими испытания, если их внешний вид соответствует КД, а электрические параметры (выходное напряжение и его пульсации) соответствуют требованиям настоящих ТУ.

6.5.14 Испытание модулей на воздействие повышенной влажности.

Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подпись и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						32

До испытаний проводят проверку внешнего вида, электрического сопротивления изоляции, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения.

Модули помещают в камеру влаги и выдерживают в течение 56 суток при относительной влажности воздуха 100 % и температуре среды 35 °С без электрической нагрузки. Модули извлекают из камеры, выдерживают в НКУ не менее двух часов, проводят внешний осмотр, проверку электрического сопротивления изоляции, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения.

Модули считают выдержавшими испытания, если их внешний вид соответствует КД, а электрические параметры (сопротивление изоляции, выходное напряжение и его пульсации) соответствуют требованиям настоящих ТУ.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТЛДР.436630.001 ТУ

7 УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

7.1 Эксплуатация модулей должна осуществляться с учётом требований по защите от статического электричества в соответствии с ОСТ 11 073.062.

7.2 Установку модулей и способ их крепления в питаемой аппаратуре необходимо производить с учётом механических нагрузок, в которых работает аппаратура и отвода тепла от модулей.

7.2.1 Крепление модулей к плате и теплоотводу осуществлять винтами.

7.2.2 Необходимо учитывать особенности конструкции модулей при их креплении в аппаратуре. В основе конструкции лежит печатная плата с элементами для поверхностного монтажа. В связи с этим недопустимо приложение механических усилий к компаунду модуля при креплении модуля хомутом, планкой, радиатором и т.п.

7.2.3 В условиях повышенных механических воздействий модули рекомендуется клеить к печатной плате или элементам конструкции клеями-демпферами (например, клей-герметик кремнийорганический «Эласил 11-01» ТУ6-02-857-74). Допускается наносить клей-демпфер на дно корпуса со стороны выводов.

7.2.4 Допускается установка модулей на теплоотводы любой конструкции, обеспечивающей заданную температуру корпуса модулей, в том числе использование принудительного обдува.

7.2.5 При измерениях, испытаниях и эксплуатации модулей необходимо тщательно контролировать температуру их корпуса или теплоотводящей поверхности на соответствие значениям, указанным в настоящих ТУ. При контроле температуры необходимо применять теплопроводящую пасту, например, КПТ-8 для уменьшения теплового сопротивления между датчиком и теплоотводящей поверхностью корпуса.

73 Запрещается включать модули во время проверок с помощью контактных устройств, допускающих кратковременные перерывы контактов (дребезг).

74 Запрещается производить монтаж и подключение модулей к электрическим цепям, находящимся под напряжением.

75 Пайку выводов модулей рекомендуется производить электропаяльником мощностью не менее 80 Вт при температуре не более 260 °С в течение не более 5 с на один вывод. Допускается пайка выводов не более трёх раз на расстоянии не менее 0,5 мм от корпуса. Изгиб выводов при пайке не допускается. Пайку выводов модуля рекомендуется осуществлять к печатным проводникам платы.

76 Неиспользуемые выводы допускается выкусывать.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТЛДР.436630.001 ТУ

Лист
34

7.7 Для улучшения качества питания аппаратуры потребителя необходимо шунтировать входные и выходные цепи модуля керамическими конденсаторами и танталовыми конденсаторами соответствующего напряжения. Схема включения модулей приведена на рисунке 7.1.

Ёмкость конденсаторов выбирается согласно таблицам 7.1, 7.2, 7.3.

В таблице 7.1 указано типовое (минимальное) значение ёмкости конденсаторов $C_{ВХ}$.

В таблице 7.2 указано типовое (минимальное) значение ёмкости конденсаторов $C_{ВЫХ}$.

В таблице 7.3 указана максимальная суммарная величина ёмкости конденсаторов $C_{МАХ}$ для мощности нагрузки $0,5 \times P_{НОМ}$ и номинального входного напряжения, при которой еще происходит запуск модулей. Величина ёмкости $C_{ВХ}$ не ограничена. Конденсаторы должны быть расположены в непосредственной близости от выводов модуля, на расстоянии не более 10 мм от корпуса.

При работе модуля на динамическую нагрузку, с целью обеспечения требований по переходному отклонению выходного напряжения, следует шунтировать выход модуля накопительными конденсаторами с ёмкостью $C_{ВЫХ}$, указанной в таблице 7.3. С целью быстрого включения модуля на ёмкостную нагрузку следует осуществлять включение модуля при отсутствии тока, разряжающего внешние накопительные конденсаторы. Подключение нагрузки следует производить после полного заряда накопительных конденсаторов.

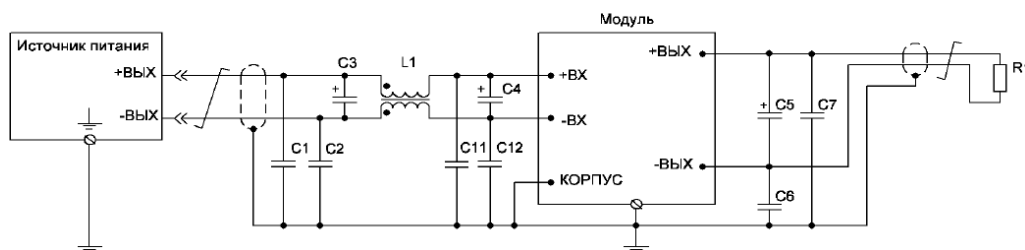


Рисунок 7.1 – Схема включения модуля без применения модуля фильтра

- C1, C2, C11, C12 – керамический конденсатор - 10 000 пФ,
- C3, C4 – тип и номинал конденсаторов соответствуют $C_{ВХ}$ в таблице 13,
- C5 – тип и номинал конденсатора соответствуют $C_{ВЫХ}$ в таблице 14,
- C6, C7 – керамический конденсатор - 10 000 пФ,
- L1 – дроссель индуктивностью не менее 8 мГн.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Таблица 7.1 – Типовые (минимальные) значения ёмкости входных конденсаторов для типовой схемы включения модуля

Номинальная выходная мощность, Вт	C1, C2, нФ	Свх	Свх_к
Номинальное входное напряжение 12 В («12 W»)			
10	1500pF 2000V X7R (LD06GC152KAB1A AVX)	нет	4,7uF 50V (CGA6N3X7S1H475K TDK)
15		нет	10uF 50V (CGA6P3X7S1H106K TDK)
30		68uF 50V (ELXV500ELL680MH12D Nippon Chemi-Con)	2 x 10uF 50V (CGA6P3X7S1H106K TDK)
60		120uF 50V (ELXV500ELL121MJ16S Nippon Chemi-Con)	2 x 10uF 50V (CGA6P3X7S1H106K TDK)
100		120uF 50V (ELXV500ELL121MJ16S Nippon Chemi-Con)	3 x 10uF 50V (CGA6P3X7S1H106K TDK)
200		220uF 50V (ELXV500ELL221MJ25S Nippon Chemi-Con)	3 x 10uF 50V (CGA6P3X7S1H106K TDK)
Номинальное входное напряжение 24 В, 27 В («24 W», «28 W»)			
10	1500pF 2000V X7R (LD06GC152KAB1A AVX)	нет	1 x 2,2uF 100V (CGA6N3X7R2A225M TDK)
15		нет	1 x 4.7uF 100V (CGA6M3X7S2A475K TDK)
30		22uF 100V (ELXV101ELL220MH12D Nippon Chemi-Con)	2 x 4.7uF 100V (CGA6M3X7S2A475K TDK)
60		68uF 100V (ELXV101ELL680MJ25S Nippon Chemi-Con)	2 x 4.7uF 100V (CGA6M3X7S2A475K TDK)
100		68uF 100V (ELXV101ELL680MJ25S Nippon Chemi-Con)	3 x 4.7uF 100V (CGA6M3X7S2A475K TDK)
200		100uF 100V (ELXV101ELL101MK20S Nippon Chemi-Con)	3 x 4.7uF 100V (CGA6M3X7S2A475K TDK)

Таблица 7.2 – Типовые (минимальные) значения ёмкости выходных конденсаторов для типовой схемы включения модуля

Выходная мощность, Вт	Выходное напряжение, В			
	св. 3 В до 6 В вкл	св. 6 В до 15 В вкл	св. 15 В до 32 В вкл	св. 32 В до 80 В вкл
10	47UF 10V (TPSB476M010R0650 AVX)	15UF 25V (TPSC156K025R0300 AVX)	6,8UF 50V (T495D685M050ATE300 Kemet)	5,6uF 100V (ELXV101ELL5R6MEB5 D Nippon Chemi-Con)
15	100UF 10V (TPSC107M010R0100 AVX)	33UF 25V (T494C336K025AT Kemet)	10UF 50V (T494D106K050AT Kemet)	5,6uF 100V (ELXV101ELL5R6MEB5 D Nippon Chemi-Con)
30	220UF 10V (T495D227M010ATE100 Kemet)	68UF 25V (T495D686K025ATE200 Kemet)	2 x 10UF 50V (T494D106K050AT Kemet)	12uF 100V (ELXV101ELL120MFB5D Nippon Chemi-Con)
60	2 x 150UF 10V (T495D157M010ATE050 Kemet)	2 x 68UF 25V (T495D686K025ATE200 Kemet)	2 x 10UF 50V (T494D106K050AT Kemet) и 39UF 50V (ELXV500ELL390MFB5 D Nippon Chemi-Con)	33uF 100V (ELXV101ELL330MH15D Nippon Chemi-Con)

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

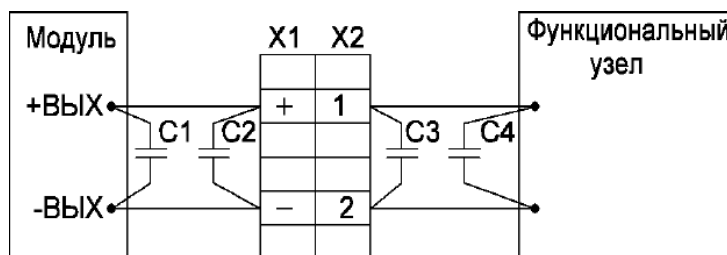
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Выходная мощность, Вт	Выходное напряжение, В			
	св. 3 В до 6 В вкл	св. 6 В до 15 В вкл	св. 15 В до 32 В вкл	св. 32 В до 80 В вкл
100	2 x 220UF 10V (T495D227M010ATE100 Kemet)	3 x 68UF 25V (T495D686K025ATE200 Kemet)	3 x 10UF 50V (T494D106K050AT Kemet) и 68uF 50V (ELXV500ELL680MH12D Nippon Chemi-Con)	68uF 100V (ELXV101ELL680MJ25S Nippon Chemi-Con)
200	4 x 220UF 10V (T495D227M010ATE100 Kemet)	6 x 68UF 25V (T495D686K025ATE200 Kemet)	4 x 10UF 50V (T494D106K050AT Kemet) и 220uF 50V (ELXV500ELL221MJ25S Nippon Chemi-Con)	100uF 100V (ELXV101ELL101MK20S Nippon Chemi-Con)

Таблица 7.3 – Максимальные (суммарные) значения ёмкости для типовой схемы включения модуля при выходной мощности равной 50% от номинальной

Номинальная выходная мощность, Вт	Максимальная суммарная ёмкость выходных конденсаторов Свых, мкФ							
	5	12	15	24	27	36	48	60
10	11500	2000	1250	500	400	220	120	80
15	5750	1000	650	250	200	110	60	40
30	11500	2000	1250	500	400	220	120	80
60	11500	2000	1250	500	400	220	120	80
100	34500	6000	3850	1500	1200	650	400	240
200	-	6000	3850	1500	1200	650	400	240
500	-	6000	3850	1500	1200	650	400	240

7.8 При наличии протяжённых линий связи длиной более 20 см от выводов модуля до разъёмов или питаемых функциональных узлов необходимо устанавливать керамические конденсаторы соответствующего напряжения на пути следования линий связи в соответствии с рисунком 7.2 Керамические конденсаторы С1-С4 устанавливать типа К10-47в (предпочтительно) или К10-47а ёмкостью от 0,47 до 1,5 мкФ соответствующего напряжения.



С1...С4 – конденсатор типа К10-47 – 0,47...1,5 мкФ.

Рисунок 7.2 – Схема подключения нагрузки к модулю при наличии протяжённых линий связи

7.9 Необходимо обращать внимание на правильность разводки печатных плат и подключения объёмных проводников в соответствии с рисунками 7.3, 7.4.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТЛДР.436630.001 ТУ

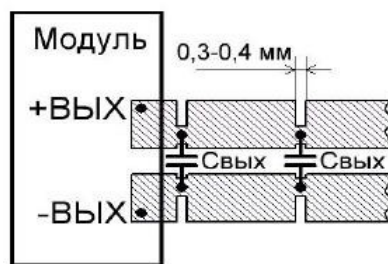


Рисунок 7.3 – Пример правильной разводки проводников печатной платы

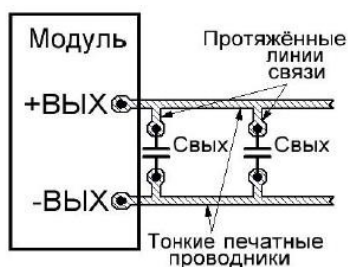


Рисунок 7.4 – Пример неправильной разводки проводников печатной платы

7.10 Возможность параллельного соединения выходов модулей электропитания для работы на общую нагрузку позволяет увеличить суммарную выходную мощность модулей до значения $P_{\text{сумм}} = 0,7 \times N \times P_{\text{ном}}$, где 0,7 рекомендуемый коэффициент загрузки модулей, N – количество модулей, включаемых параллельно, $P_{\text{ном}}$ – номинальная выходная мощность каждого модуля, Вт.

При правильном параллельном подключении модулей электропитания на номинальной суммарной выходной мощности различие текущих значений выходных токов модулей не превышает 15 %.

Инва. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инва. № дубл.
Подпись и дата	
Инва. № подл.	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

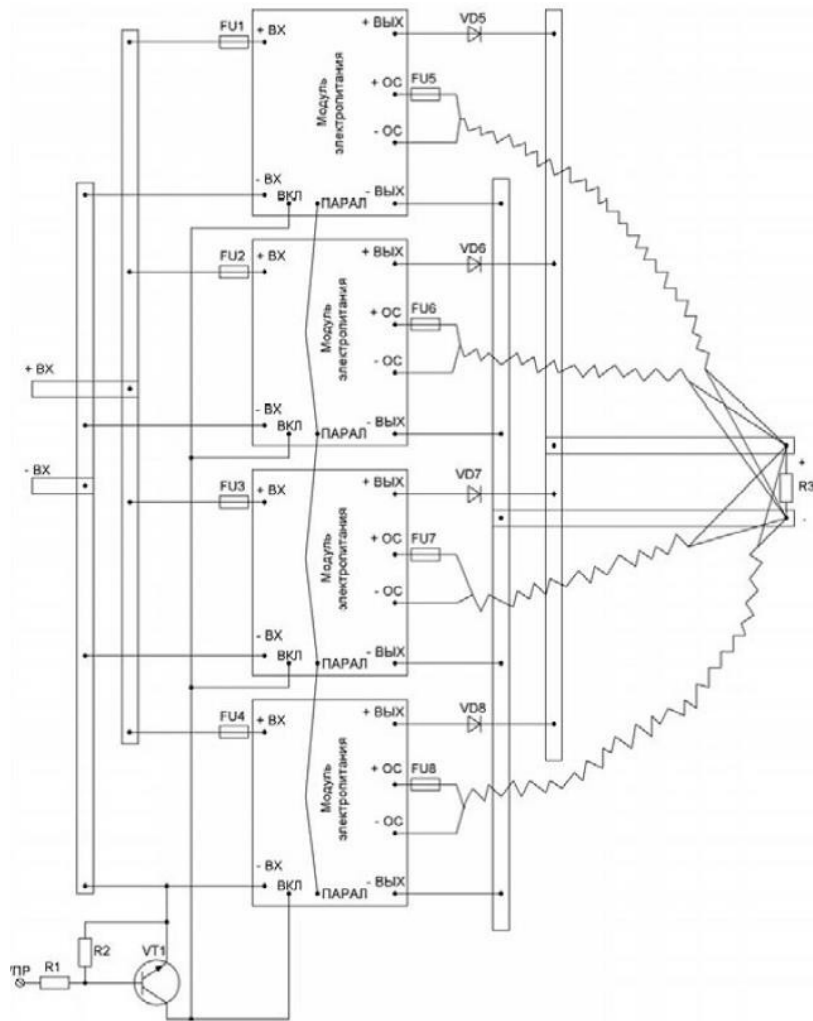


Рисунок 7.5 – Схема подключения модулей электропитания при параллельной работе

7.11 В качестве диодов VD5...VD8 применяются диоды Шоттки, имеющие минимальное падение напряжения. Их максимальное обратное напряжение должно быть в 1,5...2 раза выше, чем номинальное выходное напряжение модулей. Максимальный прямой ток диодов должен минимум в 2 раза превышать выходной ток модуля. Предохранители FU1...FU4 должны быть рассчитаны на ток не менее чем в 2 раза превышающий, пусковой ток модулей.

7.12 Предохранители на входе и разделительные диоды изолируют неисправный модуль в случае отказа от остальной системы электропитания.

7.13 На транзисторе VT1 реализована функция дистанционного включения/выключения.

7.14 Для параллельной работы рекомендуется использовать модули с одинаковым номинальным выходным напряжением.

7.15 Использование функции выносной обратной связи

Изм. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Изм. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						39

Применение функции выносной обратной связи позволяет компенсировать падение выходного напряжения на соединительных проводах и развязывающих диодах до 5 % от значения выходного напряжения при номинальной мощности на выходе. Для использования выносной обратной связи выводы «+ОС» и «-ОС» модулей должны быть подключены непосредственно к нагрузке с соблюдением полярности. Подключение осуществляется витой парой проводников сечением не менее 0,1 мм². Пример включения приведен на рисунке 7.6.

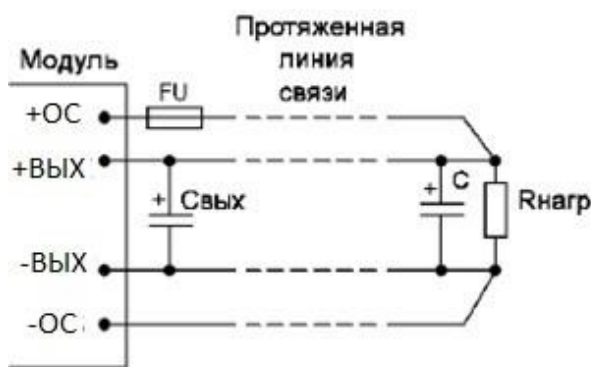


Рисунок 7.6 – Реализация функции выносной обратной связи

7.15.1 Величина емкости конденсатора С зависит от динамических характеристик нагрузки. Суммарная емкость конденсаторов $C_{\text{ВыХ}}$ и С не должна превышать значений, приведенных в таблице 7.3.

7.15.2 В случае, когда функция выносной обратной связи не используется, выводы «+ОС» и «-ОС» необходимо напрямую соединить с выводами «+ВыХ» и «-ВыХ» соответственно.

7.15.3 Категорически запрещается включение и эксплуатация модуля с неподключенными выводами «+ОС» и «-ОС».

7.15.4 Категорически запрещается коммутировать выходные цепи модуля во включенном состоянии при подключенных выводах «+ОС» и «-ОС».

7.15.5 Рекомендуется устанавливать предохранители на ток от 0,1 до 0,125 А в цепи выносной обратной связи для исключения выхода из строя цепей управления при обрыве цепи нагрузки (при включенной цепи выносной обратной связи).

7.16 Использование функции подстройки выходного напряжения.

7.16.1 Подстройка выходного напряжения в диапазоне не менее $\pm 5\%$ в модулях, имеющих вывод «РЕГ» может осуществляться, например, путем подключения вывода «РЕГ» через резистор к выводу «-ВыХ» (для увеличения выходного напряжения, см. рисунок 7.7) или к выводу «+ВыХ» (для уменьшения выходного напряжения, см. рисунок 7.8).

Инв. № подл.	Подпись и дата
	Инв. № дубл.
Инв. № подл.	Взам. инв. №
	Подпись и дата

7.16.2 Для увеличения выходного напряжения рекомендуется использовать значения сопротивлений в диапазоне от 4,7 кОм до 47 кОм, для уменьшения выходного напряжения у модулей с выходным напряжением 3 В рекомендуется использовать значения сопротивлений в диапазоне от 750 Ом до 7,5 кОм, у модулей с выходным напряжением 5В – от 4,7 кОм до 47 кОм, у модулей с выходным напряжением 12 В – от 75 кОм до 750 кОм, у модулей с выходным напряжением 24 В – от 240 кОм до 2,4 МОм, у модулей с выходным напряжением 48 В – от 560 кОм до 5,6 МОм (данные приведены как справочные). Точный номинал резистора определяется экспериментально в процессе отработки аппаратуры.

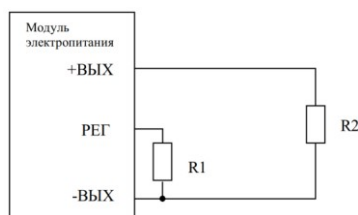


Рисунок 7.7 – Увеличение выходного напряжения

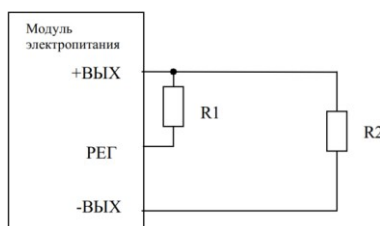


Рисунок 7.8 – Уменьшение выходного напряжения

7.17 Выводы модулей допускают их покрытие после пайки любым типом лака, используемым для покрытий паяных соединений, например, цапонлаком.

7.18 Рекомендации по подбору конвекционного радиатора приведены на официальном сайте предприятия изготовителя в разделе «Документация».

7.19 При установке модулей в аппаратуре допускается:

- обрезка вывода «ВКЛ/ВЫКЛ» заподлицо с поверхностью корпуса;
- обрезка остальных выводов, при этом оставшаяся длина должна быть не менее 3 мм от поверхности корпуса.

При обрезке выводов необходимо применять специальные шаблоны для обеспечения неподвижности выводов между местом обрезки и корпусом модуля. Кручение выводов вокруг оси не допускается.

7.20 Допускается промывка поверхности модулей спиртобензиновой смесью.

7.21 Запрещается длительная эксплуатация модуля (более одной минуты) при токах нагрузки, превышающих номинальные.

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Схема измерений электрических параметров

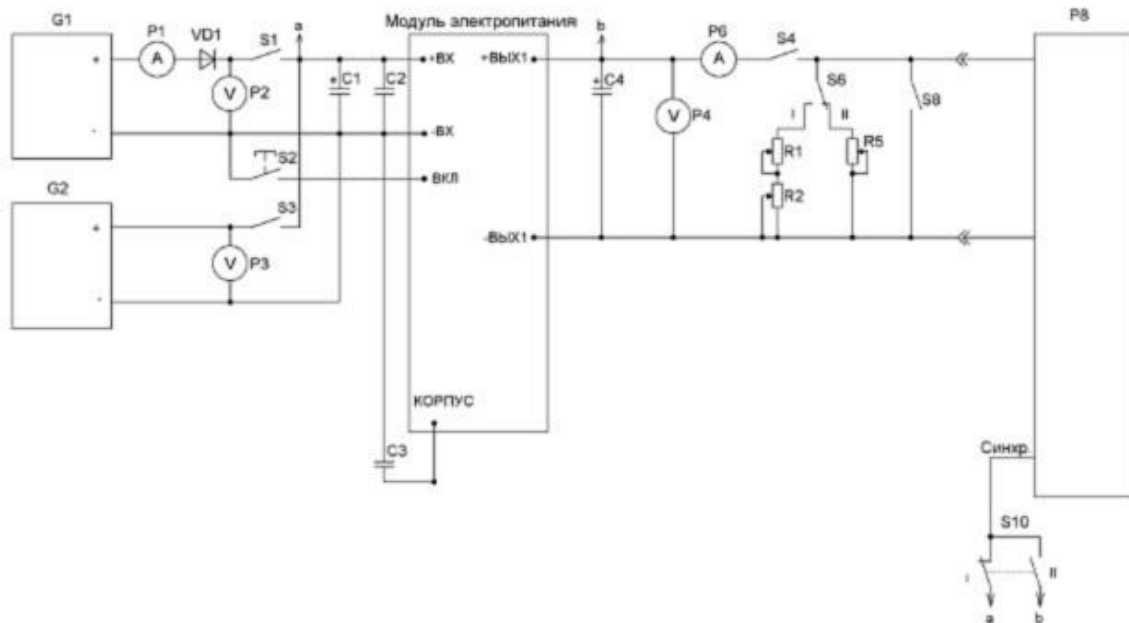


Рисунок 7.9 – Схема измерений

S1, S3...S9 – Тумблер ПТ2-40 или автомат АК-25 ОЮО.360.063 ТУ-11 шт.

S2 – Кнопка малогабаритная КМ1-1В ОЖО.360.011 ТУ-1 шт.

S10 – Переключатель ТП1-2 УСО.360.049 ТУ-2шт.

VD1 – Диод Д237Л ТР3.362.021 ТУ-1 шт.

Инд. № подл.	Взам. инв. №	Инд. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						42

Таблица 7.4 – Перечень средств измерения и испытательного оборудования*

№ п/п	Наименование, тип	Погрешность измерения	Позиционные обозначения для приложений Р и С
1	Весы РН–6Ц13У	± 5 г	–
2	Штангенциркуль	0,05 мм	–
3	Мегомметр Ф4102/1–1М	1,5 %	–
4	Универсальная пробойная установка УПУ–10	± 4 %	–
5	Вольтамперметр М2038	± 0,5 %	Р1, Р6, Р7
6	Вольтметр универсальный В7–40	± 0,2 %	Р2...Р5
7	Источники напряжения постоянного тока Б5–66М	± 0,5 %	G1,G2
8	Реостат РСП–2У3 исп.19	–	R1...R6
9	Осциллограф GOS-620	–	P8

* – Допускается параллельно-последовательное включение источников напряжения постоянного тока типа Б5-66М или Б5-47.

Допускается параллельно-последовательное включение различных реостатов.

Допускается использование других средств измерений с погрешностями не более указанных в таблице, а также аппаратуры и элементов других типов с параметрами, обеспечивающими требуемые режимы работы блоков.

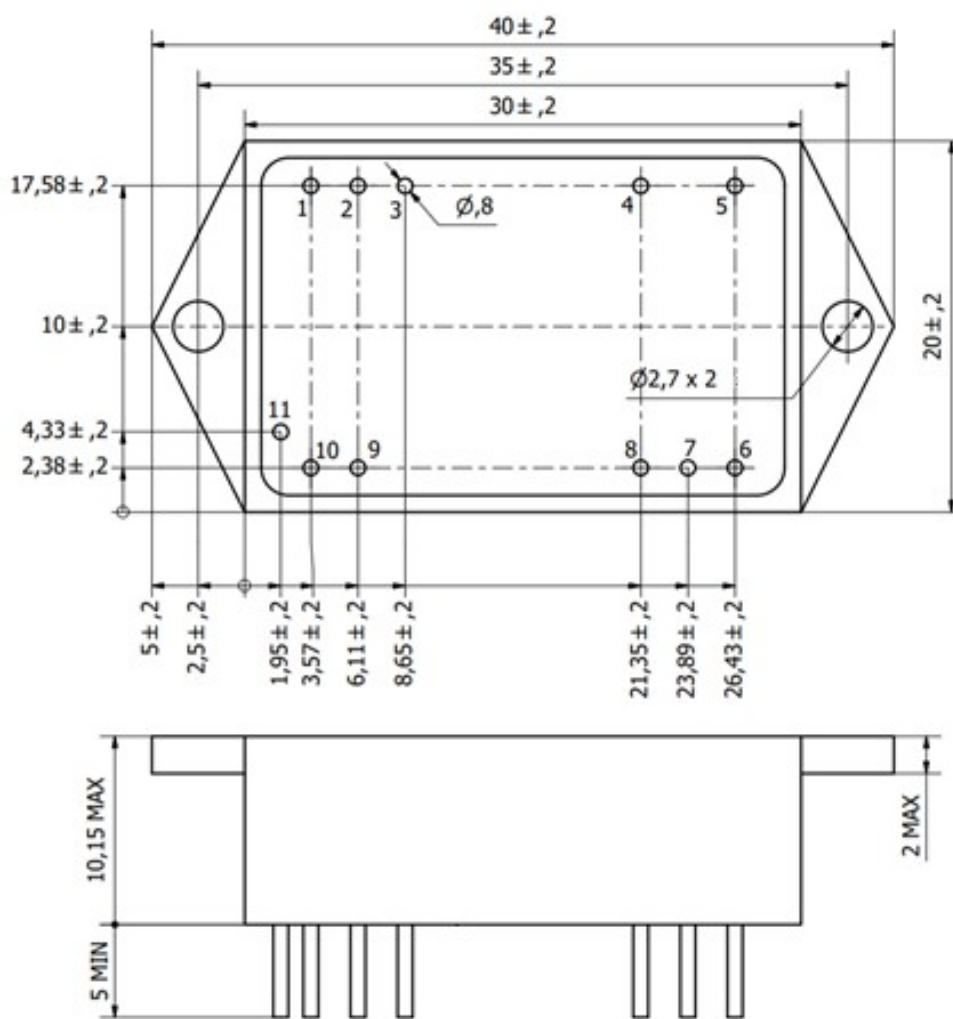
Подпись и	
Инв. №	
Взам. инв.	
Подпись и	
Инв. №	

					ТЛДР.436630.001 ТУ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			43

Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля
TESD10

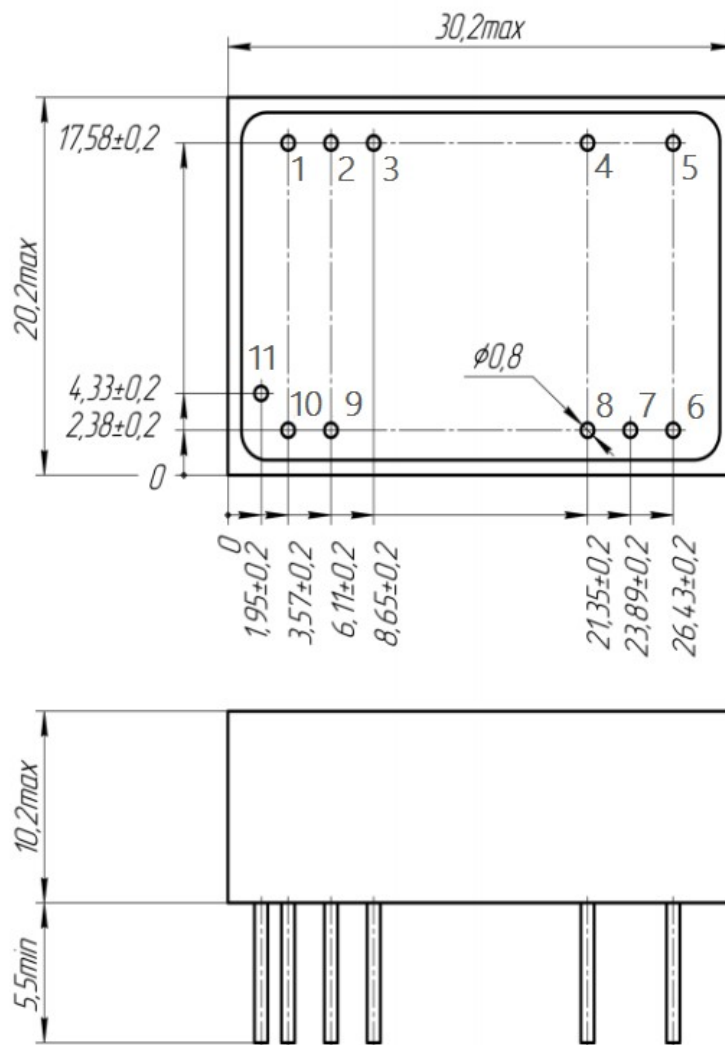
№ Вывода	1,2	3	4	5	6	7	8	9, 10	11
Один канал	-ВХ	ВКЛ	-	-	+ВЫХ	РЕГ	-ВЫХ	+ВХ	КОРПУС
Два канала	-ВХ	ВКЛ	+ВЫХ2	-ВЫХ2	+ВЫХ1	-	-ВЫХ1	+ВХ	КОРПУС

Таблица соответствия выводов



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD10
Исполнение с фланцами

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD10
Исполнение без фланцев

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

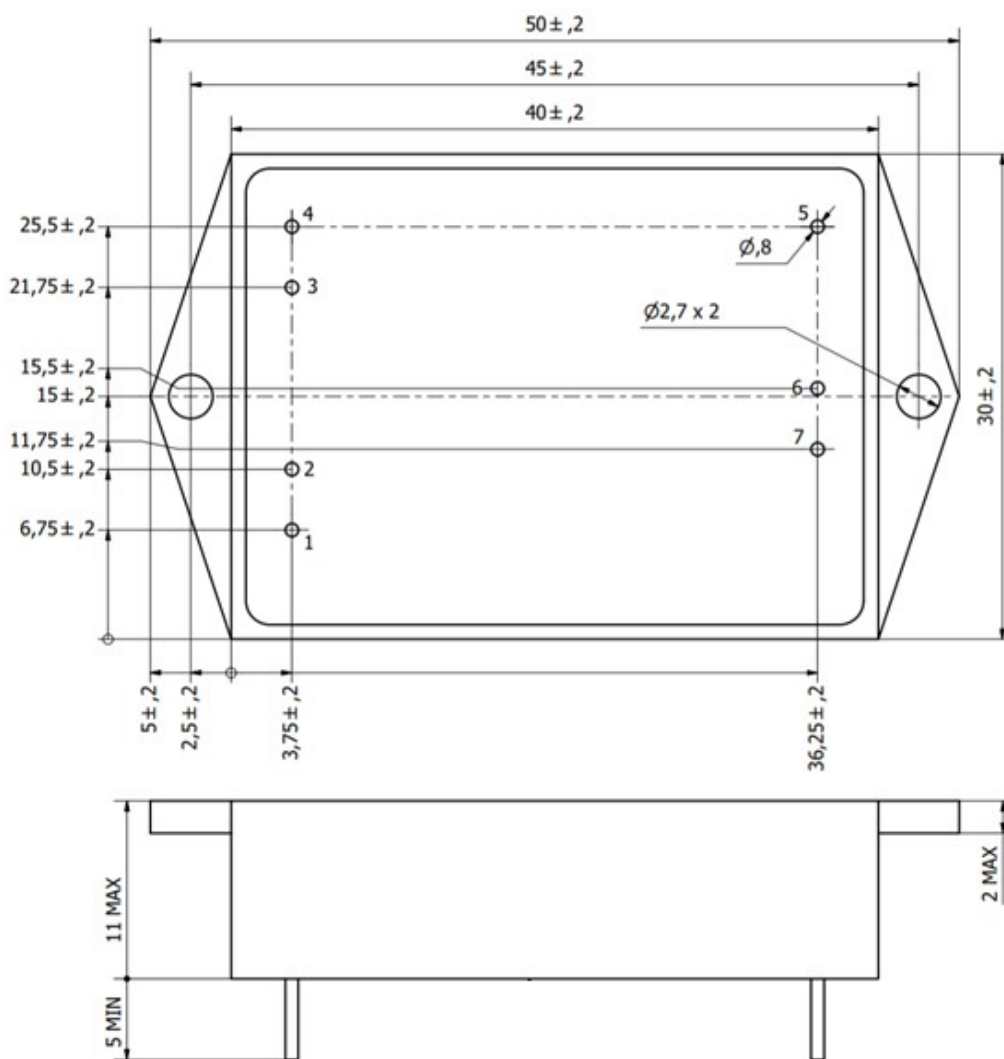
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТЛДР.436630.001 ТУ

Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля
TESD15

№ Вывода	1	2	3	4	5	6	7	8
Один канал	КОРПУС	+ВХ	-ВХ	ВКЛ	-ВЫХ	+ВЫХ	РЕГ	-
Два канала	КОРПУС	+ВХ	-ВХ	ВКЛ	-ВЫХ2	+ВЫХ2	-ВЫХ1	+ВЫХ1

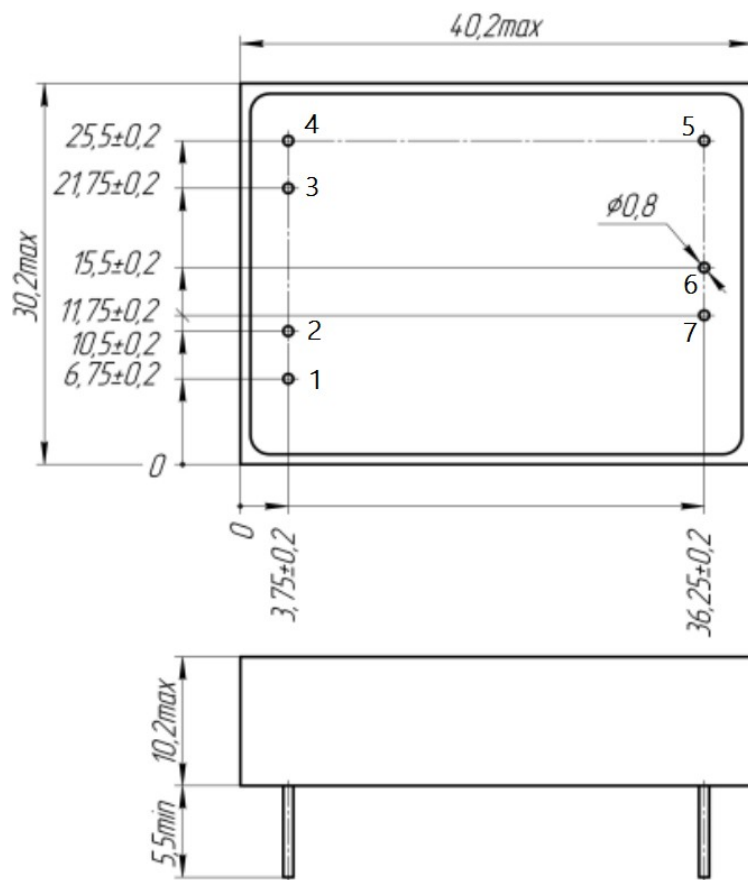
Таблица соответствия выводов



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD15

Одноканальное исполнение с фланцами

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

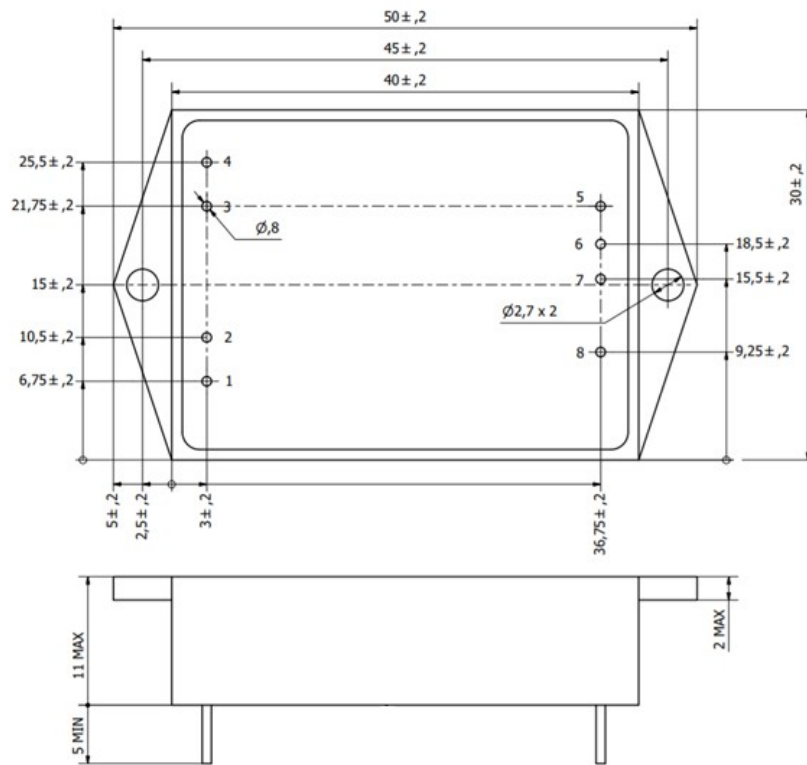


Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD15
Одноканальное исполнение без фланцев

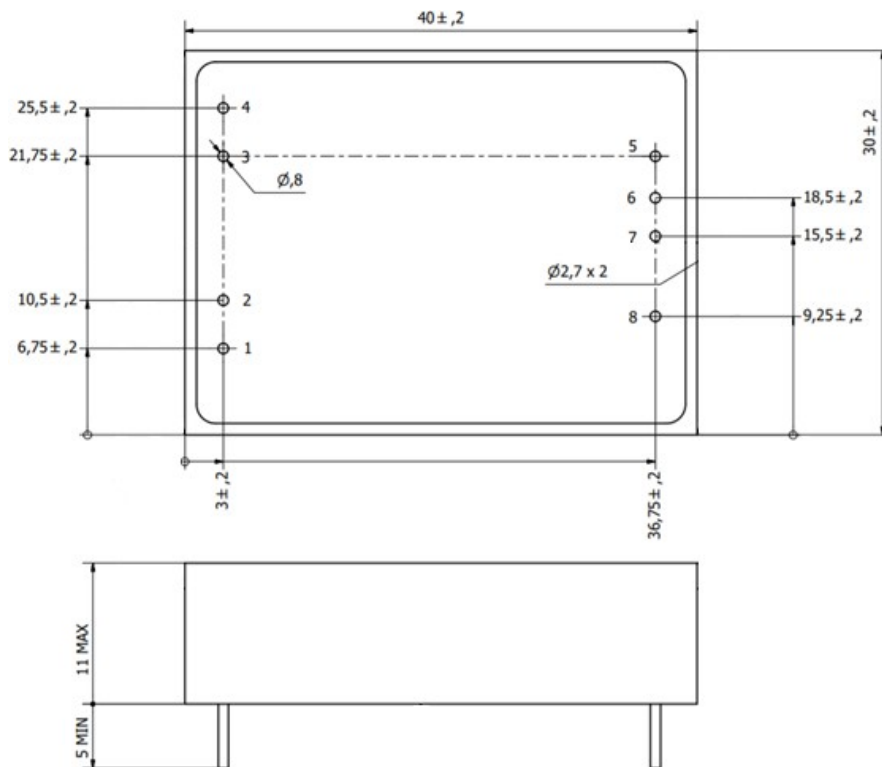
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТЛДР.436630.001 ТУ



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD15
Двухканальное исполнение с фланцами



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD15
Двухканальное исполнение без фланцев

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Инв. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТЛДР.436630.001 ТУ

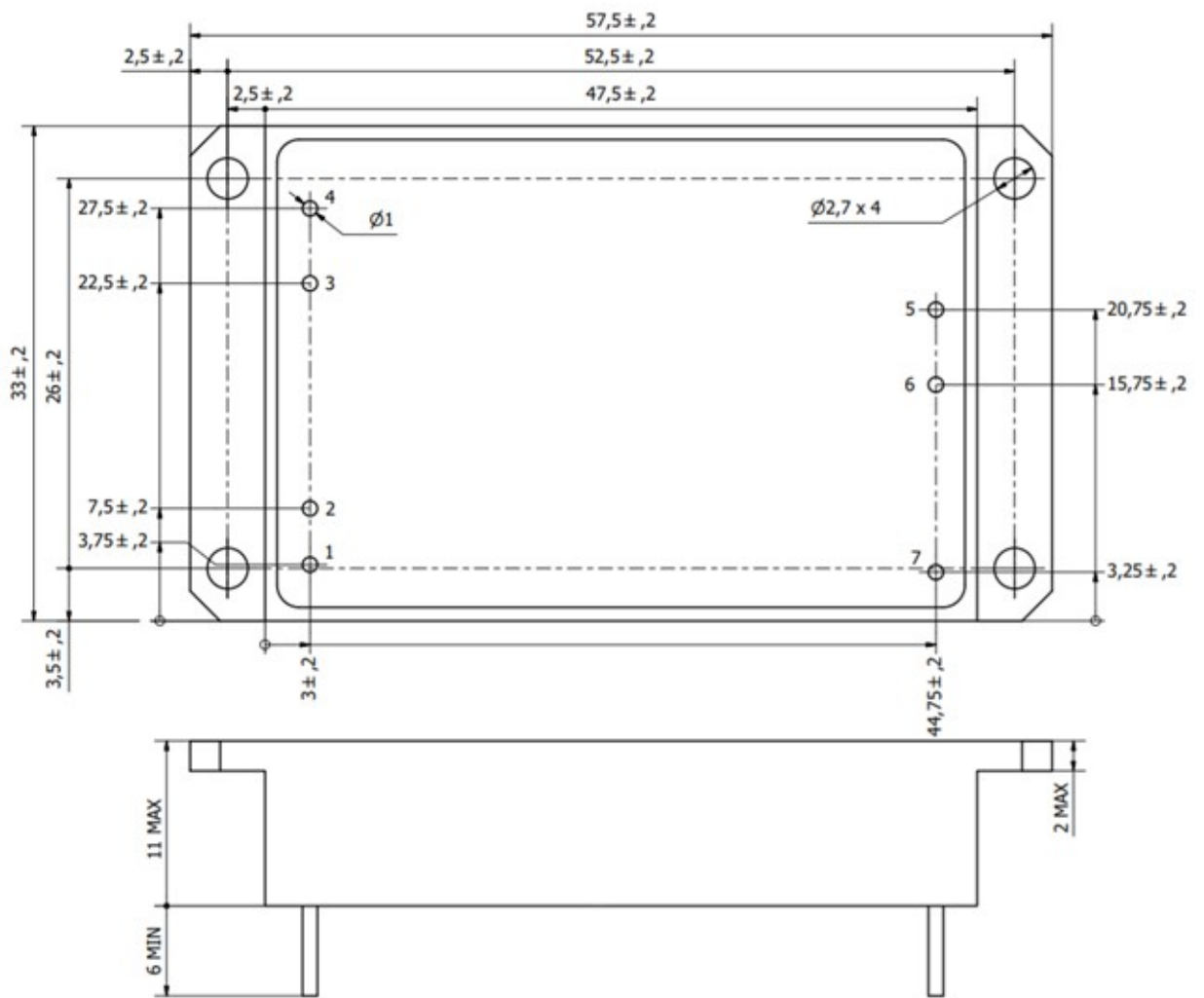
Лист

48

Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля
TESD30

№ Вывода	1	2	3	4	5	6	7	8
Один канал	КОРПУС	+ВХ	-ВХ	ВКЛ	РЕГ	+ ВЫХ	- ВЫХ	-
Два канала	КОРПУС	+ВХ	-ВХ	ВКЛ	+ВЫХ1	- ВЫХ1	+ ВЫХ2	- ВЫХ2

Таблица соответствия выводов

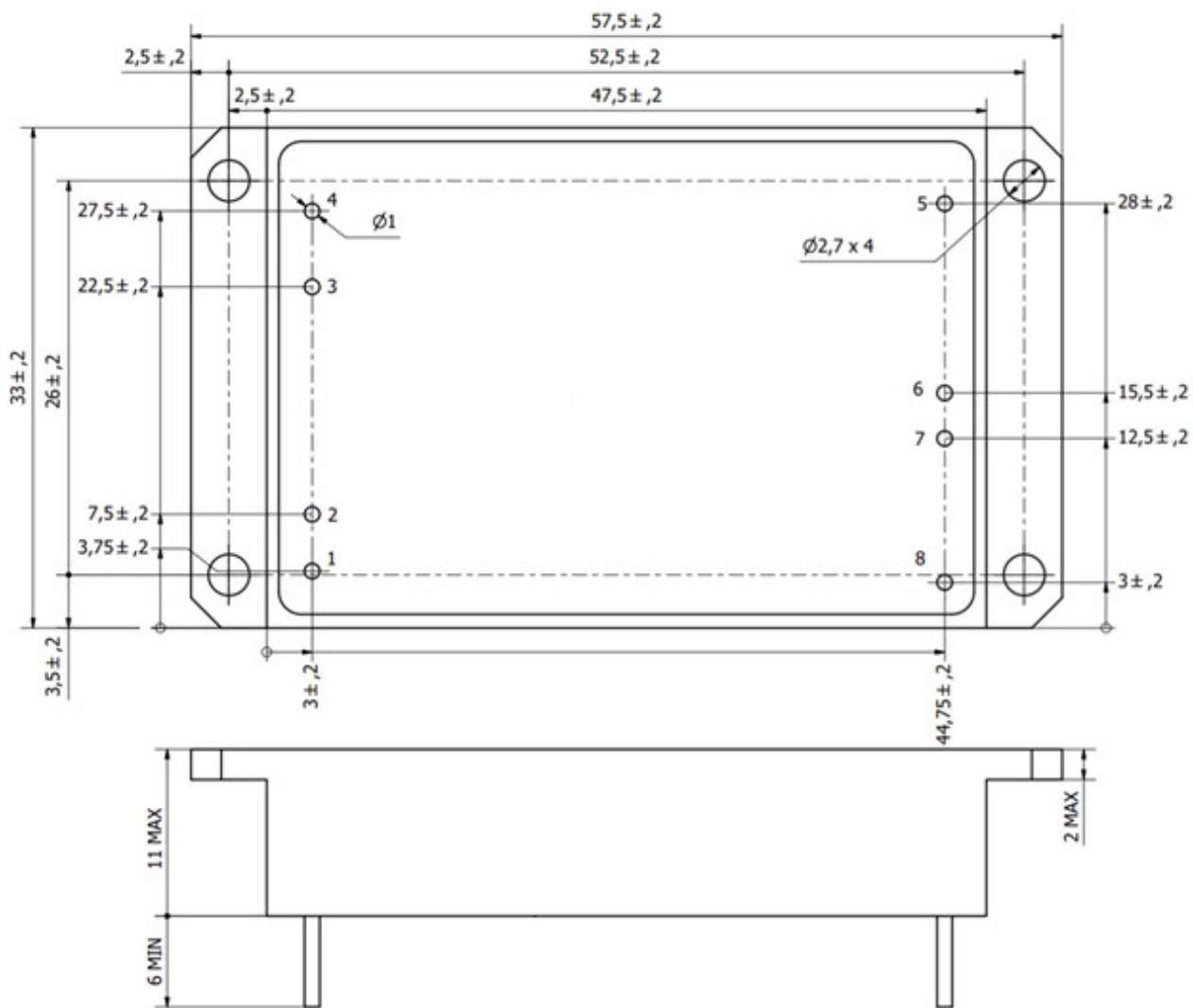


Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TЕСD30

Одноканальное исполнение с фланцами

Подпись и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подпись и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						49



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TESD30

Двухканальное исполнение с фланцами

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Инв. № подл.	Подпись и дата

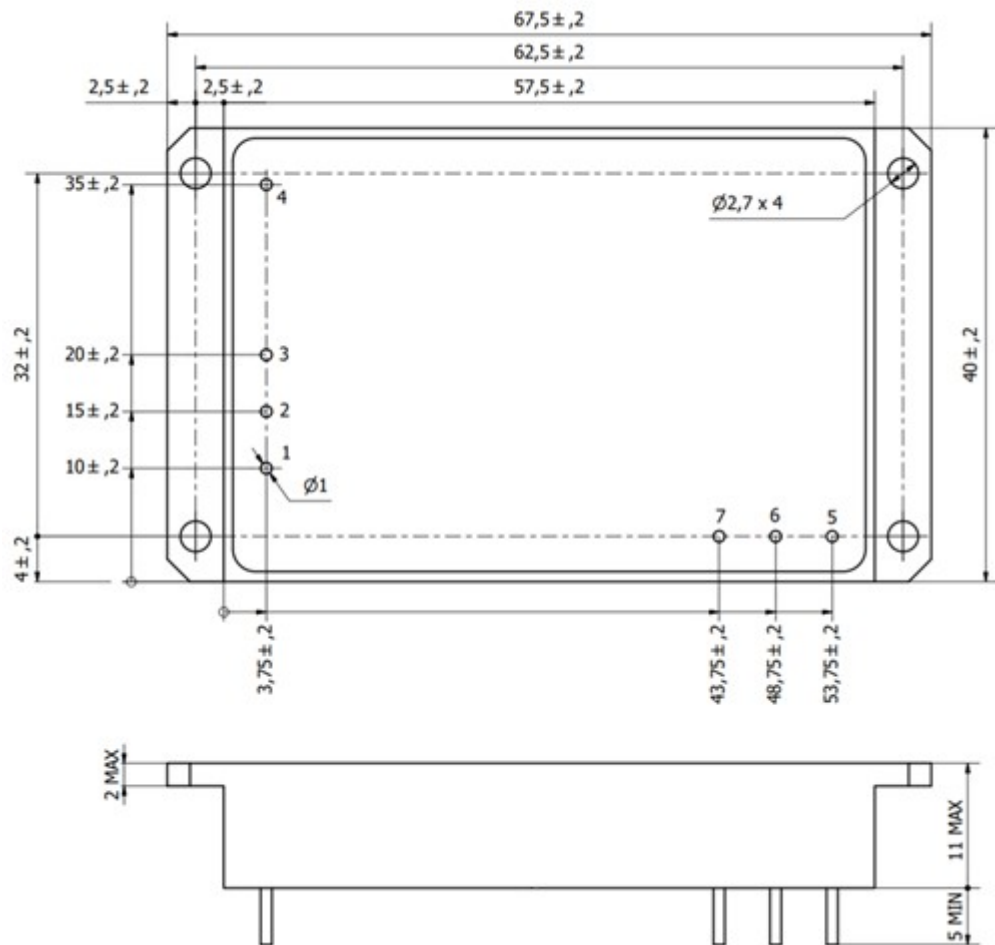
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ТЛДР.436630.001 ТУ

Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля
TESD60

Вывод #	1	2	3	4	5	6	7	8
Один канал	КОРПУС	+ВХ	-ВХ	ВКЛ	+ВЫХ	РЕГ	-ВЫХ	-

Таблица соответствия выводов



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TЕСD60
Одноканальное исполнение с фланцами

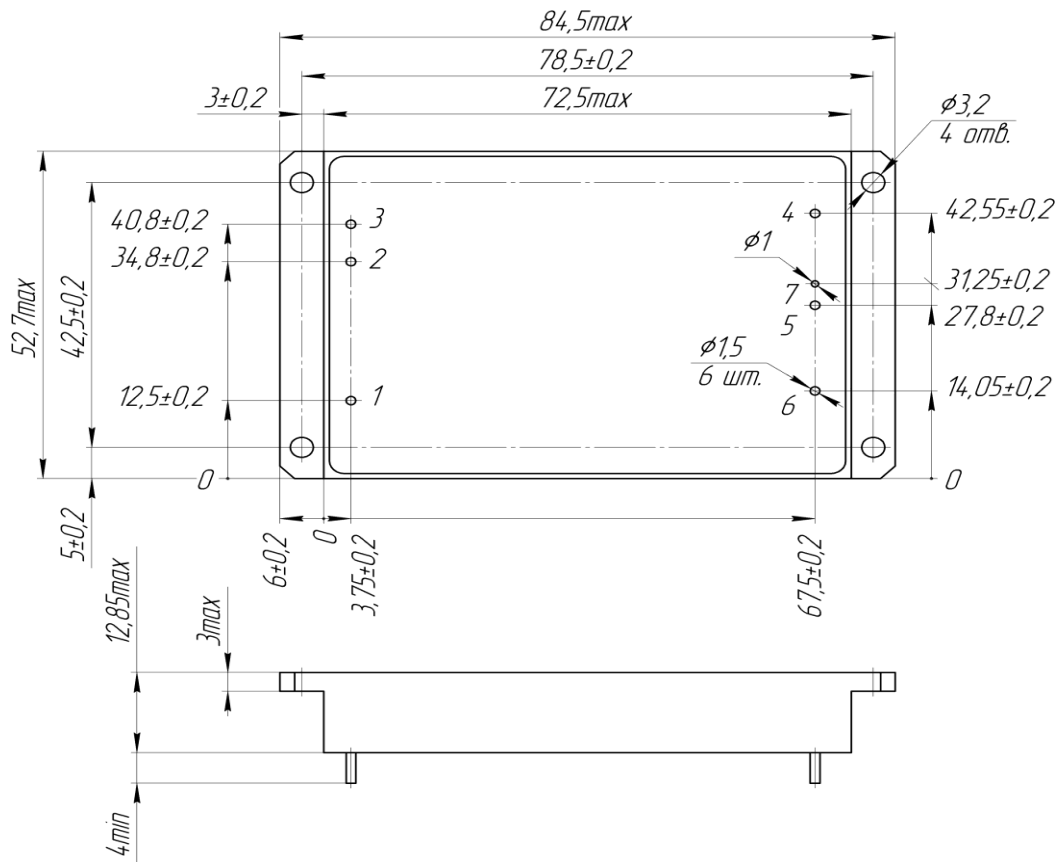
Инд. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Инд. № подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						51

Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля
TESD100

1	2	3	4	5	6	7
+ВХ	-ВХ	ВКЛ	КОРПУС	+ВЫХ	-ВЫХ	РЕГ

Таблица соответствия выводов



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TЕСD100
Одноканальное исполнение с фланцами

Инв. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

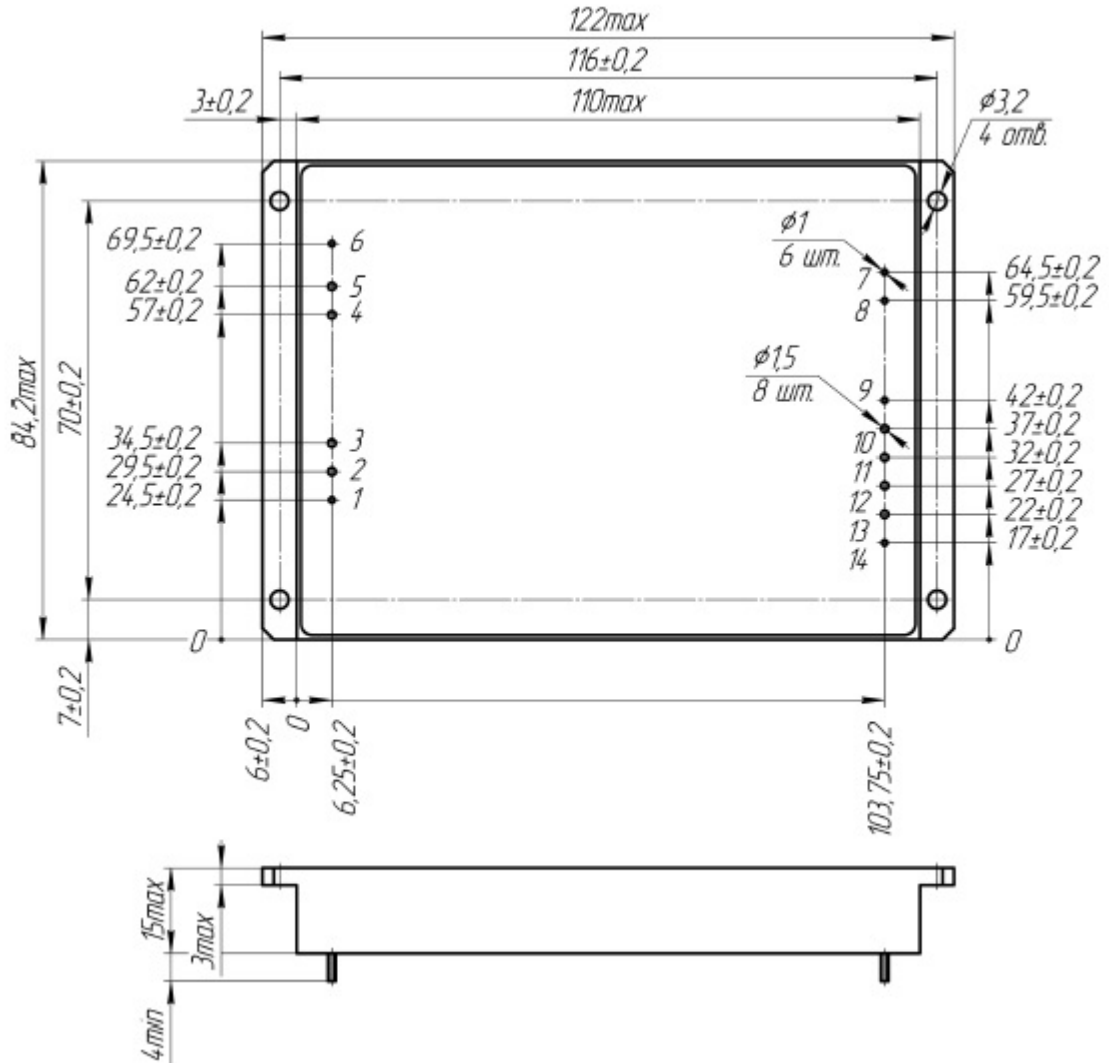
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ТЛДР.436630.001 ТУ	Лист
						52

Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля

TESD500

1	2, 3	4, 5	6	7	8	9	10, 11	12, 13	14
ВКЛ	-ВХ	+ВХ	КОРПУС	ПАРАЛ	РЕГ	-ОС	-ВЫХ	+ВЫХ	+ОС

Таблица соответствия выводов



Габаритные, присоединительные и установочные размеры модуля TЕСD500

Одноканальное исполнение с фланцами

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Инва. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата

