

Генеральный директор

ООО «АЕДОН»

_____ Р.А. Новокрещенов

« ____ » _____ 20 ____ г.

МОДУЛИ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ СЕРИИ МНМ

Технические условия

БКЯЮ.436430.008ТУ

Главный инженер

_____ Д.С. Свиридов

« ____ » _____ 20 ____ г.

2025 г.

Инд. № подл.	Подп. и дата
ТУ-101/1	
Взам. инд. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 Область применения

1.1 Настоящие ТУ распространяются на унифицированные модули электропитания серии МНМ (далее — модули) с номинальным выходным током от 1,2 до 10 А с питанием от сети постоянного тока напряжением до 36 В, расширенным температурным диапазоном корпуса от минус 60 °С до плюс 125 °С, категории качества «ОТК», предназначенные для применения в радиоэлектронной аппаратуре специального назначения.

1.2 Построение и изложение настоящих ТУ – в соответствии с ГОСТ РВ 0020 – 39.415.

2 Нормативные ссылки

В настоящих ТУ использованы следующие ссылки на стандарты и нормативные документы:

ГОСТ 9.005–72 Единая система защиты от коррозии старения. Металлы, сплавы, металлические и неметаллические неорганические покрытия. Допустимые и недопустимые контакты с металлами и неметаллами.

ГОСТ 9.032–74 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия лакокрасочные. Группы, технические требования и обозначения.

ГОСТ 9.303–84 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору.

ГОСТ 30429-96 Совместимость технических средств электромагнитная. Радиопомехи
индустриальные от оборудования и аппаратуры, устанавливаемых совместно со служебными
радиоприемными устройствами гражданского назначения. Нормы и методы испытаний.

ГОСТ В 9.003–80 Единая система защиты от коррозии и старения. Военная техника.
Общие требования к условиям хранения.

ГОСТ Р 8.568–2017 Государственная система обеспечения единства измерений.
Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.

ГОСТ РВ 0008–000–2019 Государственная система обеспечения единства измерений.
Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения.

ГОСТ РВ 0008–002–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения.

ГОСТ РВ 0008–003–2019 Государственная система обеспечения единства измерений.
Метрологическая экспертиза образцов вооружения и военной техники. Организация и порядок
проведения

Инв. № подл.	ТЧ-101/ 3	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	индустриальные от оборудования и аппаратуры, устанавливаемых совместно со служебными радиоприемными устройствами гражданского назначения. Нормы и методы испытаний.
						ГОСТ В 9.003–80 Единая система защиты от коррозии и старения. Военная техника. Общие требования к условиям хранения.
Инв. № подл.	ТЧ-101/ 3	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ГОСТ Р 8.568–2017 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования. Основные положения.
						ГОСТ РВ 0008–000–2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение вооружения и военной техники. Основные положения.
Инв. № подл.	ТЧ-101/ 3	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ГОСТ РВ 0008–002–2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Аттестация испытательного оборудования, применяемого при оценке соответствия оборонной продукции. Организация и порядок проведения.
						ГОСТ РВ 0008–003–2019 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая экспертиза образцов вооружения и военной техники. Организация и порядок проведения
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТЧ 3	

ГОСТ РВ 0008–006–2020 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение испытаний вооружения и военной техники. Основные положения

ГОСТ РВ 0015–002–2020 Система разработки и постановки на производство военной техники. Система менеджмента качества. Общие требования.

ГОСТ РВ 15.307–2002 Система разработки и постановки на производство. Военная техника. Испытания и приемка серийных изделий. Основные положения.

ГОСТ РВ 0015–308–2011 Система разработки и постановки на производство военной техники. Входной контроль изделий. Основные положения.

ГОСТ РВ 0020–39.412–2020 Комплексные системы общих технических требований и контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Общие технические требования.

ГОСТ РВ 0020–39.414–2020 Комплексные системы общих технических требований и контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Классификация по условиям применения и требования стойкости к внешним воздействующим факторам.

ГОСТ РВ 0020–39.415–2020 Комплексная система общих технических требований. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Требования к построению и содержанию технических условий.

ГОСТ РВ 0020–57.310–2019 Комплексная система контроля качества. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методы оценки соответствия конструктивно-техническим требованиям.

ГОСТ РВ 0020–57.412–2020 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Требования к системе менеджмента качества.

ГОСТ РВ 0020–57.413–2020 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Контроль качества готовых изделий и правила приемки.

ГОСТ РВ 0020–57.414–2020 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям к надежности.

ГОСТ РВ 0020–57.416–2020 Комплексная система контроля качества. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы испытаний.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подл. и дата	ТУ-101/4	БКЯЮ.436430.008ТУ					Лист				
											4				
											Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата

ГОСТ РВ 6130–001–2018 Источники электропитания в модульном исполнении. Модули функциональные. Общие технические условия.

ГОСТ Р 53734.5.6–2021 Электростатика. Защита электронных устройств от электростатических явлений. Микросхемы интегральные и приборы полупроводниковые.

ГОСТ Р 56427–2022 Пайка электронных модулей радиоэлектронных средств. Автоматизированный смешанный и поверхностный монтаж с применением бессвинцовой и традиционной технологии. Требования к технологии сборки и монтажа.

ГОСТ Р 59681–2021 Сборка и монтаж электронных модулей. Припой, флюсы для пайки, припойные пасты. Марки, состав, свойства и область применения.

ГОСТ Р 70798–2023 Сборка и монтаж электронных модулей. Очистка от технологических загрязнений при монтаже радиоэлектронной аппаратуры. Требования к технологическим операциям.

ГОСТ Р ИСО 9001–2015 Системы менеджмента качества. Требования.

ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата
ТУ-101/ 5				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
БКЯЮ.436430.008ТУ				Лист
				5

Копировал

Формат А4

3 Термины, определения и сокращения

3.1 В настоящих ТУ приняты следующие сокращения:

- ВВФ – внешние воздействующие факторы;
ОТК – военное представительство;
ЗИП – запасные части, инструменты и принадлежности;
КД – конструкторская документация;
КЗ – короткое замыкание;
КТЗ – конструктивно-технологические запасы;
НКУ – нормальные климатические условия;
НТД – нормативно-техническая документация;
ОТК – отдел технического контроля;
ПСИ – приемо-сдаточные испытания;
СК – служба качества;
ТП – технологический процесс;
ТД – технологическая документация;
ТУ – технические условия;
ХХ – холостой ход;
ЭМИ – электромагнитное излучение.

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	ТУ-101/ 6					БКЯЮ.436430.008ТУ					Лист
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						6

4 Классификация, основные параметры и размеры

- 4.1 Типы выпускаемых модулей, их основные характеристики и сервисные функции указаны в таблице 4.1.
- 4.2 Модули выпускаются в корпусах с заливкой элементов компаундом.
- 4.3 Модули предназначены для автоматической сборки (монтажа) аппаратуры.
- 4.4 Конструкция модулей и технология их изготовления должна обеспечивать конструктивно-технологические запасы относительно основных требований.

Таблица 4.1 — Типы модулей, их основные характеристики и сервисные функции

Тип модуля	Габаритные размеры, мм, не более	Номинальный выходной ток, А	Максимальная выходная мощность, Вт	Индекс номинального входного напряжения	Количество выходных каналов, шт	Диапазон выходного напряжения, В	Дистанционное включение (выключение)	Режим плавного пуска	Параллельная работа	Синхронизация	Диагностика	Температурный диапазон корпуса, °С	Масса, г, не более
МНМ0,8	12,2x14,2x5,2	0,8	12	«В»	1	от 4 до 15	+	+	—	+	+	от — 60 до + 125	4
МНМ3,6	15,4x14,4x5,2	3,6	43,2	«Г»	1	от 11,5 до 12,5	+	+	—	+	—	от — 60 до + 125	5
МНМ4	15,4x14,4x5,2	4	60	«В»	1	от 4 до 15	+	+	—	+	—	от — 60 до + 125	5
МНМ6	16,7x22,2x5,2	6	90	«В»	1	от 4 до 15	+	+	—	+	+	от — 60 до + 125	7
МНМ10	27,2x28,2x5,5	10	120	«В»	1	от 4 до 12	+	+	+	+	+	от — 60 до + 125	13

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № дубл.	Взам. инд. №	Подп. и дата
ТУ-101/ 7				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЯЮ.436430.008ТУ

4.5 Условное обозначение модуля показано на рисунке 4.1

1	2	3	4	5	6	7
МНМ	4	-	1	В	4,0	15,0 Т

1 — Серия модулей

2 — Номинальный выходной ток, А
0,8; 3,6; 4; 6; 10

3 — Количество выходных каналов

4 — Индекс номинального входного напряжения

«Г» — 15 В

«В» — 27 В

5 — Минимальное выходное напряжение, В

6 — Максимальное выходное напряжение, В

7 — Индекс диапазона рабочей температуры корпуса

«Т» — от минус 60 °С до плюс 125 °С

Рисунок 4.1 — Условное обозначение модуля.

4.6 Примеры обозначения модуля при заказе и в КД другой продукции:

модуль электропитания МНМ0,8-1В4,015,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ;

модуль электропитания МНМ3,6-1Г11,512,5Т БКЯЮ.436430.008ТУ.

модуль электропитания МНМ10-1В4,012,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ.

Инв. № подл.	ТУ-101/8	Подп. и дата				
		Инв. № дубл.				
		Взам. инв. №				
		Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						8

5 Технические требования

5.1 Общие требования

5.1.1 Технические требования по ГОСТ РВ 0020–39.412 и ГОСТ РВ 6130–001 с дополнениями и уточнениями, приведенными в настоящем разделе.

5.1.2 Модули изготавливаются по комплектам КД, приведенным в таблице 5.1.

Т а б л и ц а 5.1 — Перечень комплектов КД модулей

Тип модуля	Обозначение КД
МНМ0,8	БКЯЮ.436434.195-01
МНМ3,6	БКЯЮ.436434.196-01
МНМ4	БКЯЮ.436434.196-01
МНМ6	БКЯЮ.436434.197-01
МНМ10	БКЯЮ.436434.198-01

5.2 Требования к конструкции

5.2.1 Внешний вид, габаритные, установочные и присоединительные размеры модулей, расположение и размеры контактных площадок - в соответствии с приложениями А-Г. Описание внешнего вида БКЯЮ.430609.008Д2.

5.2.2 Конструкция должна обеспечивать работу модулей в любом положении в пространстве при условии выполнения требований по обеспечению теплоотвода и отсутствие механического резонанса при воздействии синусоидальной вибрации с частотой до 100 Гц.

5.2.3 Подключение модулей должно осуществляться посредством пайки модуля на печатную плату с использованием оборудования для поверхностного монтажа.

5.2.4 Покрытие контактных площадок должно обеспечивать паяемость без дополнительного облуживания в течение 12 месяцев.

5.2.5 Масса модулей не должна превышать значений, указанных в таблице 4.1.

5.2.6 Модули неремонтопригодны.

5.3 Требования к электрическим параметрам и электрическим режимам эксплуатации

5.3.1 Электрические параметры при приемке и поставке должны соответствовать значениям, приведенным в 5.3.1.1 — 5.3.1.22.

5.3.1.1 Установившееся отклонение выходного напряжения модулей в НКУ при установке резистора R1 номиналом в соответствии с указаниями в 10.12 должно быть не более $\pm 2,0$ % при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 9
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ
Лист	
9	

5.3.1.2 Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения (U_U), в диапазоне установившегося значения должна быть не более $\pm 0,7 \%$.

5.3.1.3 Нестабильность выходного напряжения при плавном изменении выходного тока (I_I) модулей, в диапазоне от 0 % до 100 % номинального выходного тока должна быть не более $\pm 0,7 \%$.

5.3.1.4 Температурная нестабильность выходного напряжения (U_T) модулей должна быть не более $\pm 1,5 \%$ для модулей МНМ3,6, МНМ4, МНМ6, не более $\pm 2,5 \%$ для модулей МНМ0,8, и не более $\pm 2,0 \%$ для модулей МНМ10.

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

5.3.1.6 Суммарная нестабильность выходного напряжения (U_Σ) модулей МНМ0,8 должна быть не более $\pm 4,4 \%$, для модулей МНМ3,6, МНМ4, МНМ6 должна быть не более $\pm 3,4 \%$ и для модулей МНМ10 должна быть не более $\pm 3,9 \%$

5.3.1.7 Переходное отклонение выходного напряжения ($\delta U_{\text{пер}}$) модулей при скачкообразном изменении входного напряжения от $U_{\text{ном}}$ до $U_{\text{макс}}$ (максимальное значение диапазона установившегося напряжения) и обратно, при номинальном выходном токе и длительности фронта не более 0,1 мс должно быть не более $\pm 5 \%$.

5.3.1.8 Переходное отклонение выходного напряжения ($\delta U_{\text{пер}}$) модулей при скачкообразном уменьшении выходного тока на 25 % от номинального и обратно, при номинальном входном напряжении и длительности фронта не более 0,1 мс должно быть не более $\pm 5 \%$.

5.3.1.9 Пульсации выходного напряжения модулей от пика до пика ($U_{\text{пул}}$), измеряемые на дополнительном внешнем выходном конденсаторе С5, в НКУ в диапазоне установившегося значения входного напряжения, и диапазоне выходного тока от 0 % до 100 % при выходном напряжении ниже или равном 10 В для модулей МНМ0,8, МНМ4, МНМ6, МНМ10 должны быть не более 130 мВ.

Пульсации выходного напряжения модулей от пика до пика ($U_{\text{пул}}$), измеряемые на дополнительном внешнем выходном конденсаторе С5, в НКУ в диапазоне установившегося

Инв. № подл.	ТУ-101/10	Подп. и дата				
		Инв. № дубл.				
		Взам. инв. №				
		Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						10

значения входного напряжения, и диапазоне выходного тока от 0 % до 100 % при выходном напряжении выше 10 В должны быть:

- для модулей МНМ0,8 не более 200 мВ,
- для модулей МНМ3,6 не более 100 мВ,
- для модулей МНМ4 не более 250 мВ,
- для модулей МНМ6 не более 600 мВ,
- для модулей МНМ10 не более 450 мВ.

5.3.1.10 Модули должны иметь защиту от перегрузки по выходному току и от короткого замыкания. Модуль МНМ0,8 в режиме КЗ должен переходить в режим повторно кратковременного включения-выключения. В режиме перегрузки или КЗ модули МНМ4, МНМ6 и МНМ10 переходят в режим ограничения выходного тока. Максимальный выходной ток модуля в режиме перегрузки и КЗ не должен превышать:

- для модулей МНМ0,8 – 2,7 А;
- для модулей МНМ3,6, МНМ4 – 12 А;
- для модулей МНМ6 – 16 А;
- для модулей МНМ10 – 31 А.

5.3.1.11 Коэффициент полезного действия (η) модулей при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе должен быть не менее значений, указанных в таблице 5.2

Т а б л и ц а 5.2 — Значения коэффициента полезного действия модулей

Тип модуля	Номинальное выходное напряжение, В				
	4	10	12		15
	Индекс номинального входного напряжения				
	В	В	Г	В	В
МНМ0,8	0,86	0,91	—	0,91	0,92
МНМ3,6	—	—	0,91	—	—
МНМ4	0,87	0,91	—	0,91	0,92
МНМ6	0,86	0,91	—	0,92	0,93
МНМ10	0,89	0,92	—	0,93	—

5.3.1.12 Модули должны иметь функцию дистанционного включения (выключения). Дистанционное включение (выключение) модулей должно осуществляться путем соединения контактной площадки «EN» с контактной площадкой «PGND» или «COM».

Инв. № подл.	ТУ-101/11	Подп. и дата				БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
		Инв. № дубл.					11
		Взам. инв. №					
		Подп. и дата					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

5.3.1.13 Время установления выходного напряжения модулей с момента подачи входного напряжения или с момента подачи команды дистанционного включения (выключения) должно быть не более 0,05 с при номинальном входном напряжении, номинальном токе нагрузке, неустановленном конденсаторе С6 и минимальной емкости конденсатора нагрузки, указанной в таблице 10.2.

5.3.1.14 Модули должны иметь режим плавного пуска. Модули МНМ3,6, МНМ4, МНМ6 и МНМ10 должны иметь настраиваемый режим плавного пуска. Время режима плавного пуска задается емкостью конденсатора подключаемого между контактными площадками «SS» и «COM». При увеличении емкости конденсатора С6 время пуска модуля увеличивается.

5.3.1.15 Модули должны иметь функцию синхронизации частоты преобразования модуля при помощи внешних тактовых импульсов. Синхронизация происходит по переднему фронту тактовых импульсов подаваемых на вход «SYNC». Амплитуда тактовых импульсов должна быть в диапазоне от 2,5 до 5 В.

5.3.1.16 Модули МНМ6 и МНМ10 должны иметь выход тактовых импульсов (контактная площадка «CLKOUT»). Частота тактовых импульсов должна соответствовать значениям из диапазона частот синхроимпульсов, указанного в таблице 10.6. Амплитуда импульсов должна находиться в диапазоне от 1,5 до 3,5 В.

5.3.1.17 Модули должны иметь функцию диагностики выходного напряжения (контактная площадка «PG»). При напряжении на выходе модуля в рамках установившегося значения, от $0,95 \cdot U_{\text{ном}}$ до $1,05 \cdot U_{\text{ном}}$, на контактной площадке «PG» должно присутствовать напряжение высокого уровня, равное выходному напряжению модуля. Если напряжение на выходе модуля находится за рамками установившегося значения, менее $0,85 \cdot U_{\text{ном}}$ или более $1,15 \cdot U_{\text{ном}}$, то напряжение на контактной площадке «PG» не должно превышать 0,4 В.

5.3.1.18 Модули МНМ10 должны иметь возможность параллельной работы на общую нагрузку. Количество параллельно включенных модулей не более двух. Максимальный общий выходной ток не более 18 А.

5.3.1.19 Электрическое сопротивление изоляции между токоведущими цепями и корпусом модуля при воздействии испытательного напряжения постоянного тока величиной 500 В составляет:

- в НКУ – не менее 20 МОм;
- при повышенной влажности – не менее 1 МОм;
- при повышенной (пониженной) рабочей температуре – не менее 5 МОм;

5.3.1.20 Величина напряжения радиопомех модулей не должна превышать значений, указанных в ГОСТ 30429 для кривой 3.

Инв. № подл. ТУ-101/12	Подп. и дата		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
	Инв. № дубл.								12
	Взам. инв. №								
	Подп. и дата								

5.3.1.21 Качество входной электроэнергии постоянного тока должно соответствовать требованиям, указанными в таблице 5.3.

Т а б л и ц а 5.3 — Нормы качества электроэнергии постоянного тока на входе модулей

Индекс номинального входного напряжения	Номинальное входное напряжение, В	Диапазон установившегося значения, В
«Г»	15	от 14,8 до 16 включ.
«В»	27	от 18 до 36 включ.

Напряжение на входе модулей не должно превышать максимальный уровень диапазона установившегося значения напряжения.

5.3.1.22 Ток потребления модулями при номинальном входном напряжении в режиме ХХ и в выключенном состоянии по сигналу дистанционного включения (выключения) не должен превышать значений, указанных в таблице 5.4.

Т а б л и ц а 5.4 — Максимальный ток потребления модуля при номинальном входном напряжении, в НКУ

Тип модуля	Индекс номинального входного напряжения	Установленное выходное напряжение модуля, В	Ток в режиме ХХ, мА	Ток в выключенном состоянии, мА
МНМ0,8	«В»	15	45	0,5
МНМ3,6	«Г»	12	55	0,35
МНМ4	«В»	15	60	0,35
МНМ6	«В»	12	15	0,5
МНМ10	«В»	12	130	0,36

5.3.2 Значения электрических параметров модулей при эксплуатации (в течение наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости) в режимах и условиях, допускаемых настоящими ТУ, должны соответствовать нормам при приемке и поставке.

5.3.3 Выходной ток модуля при длительной эксплуатации не должен превышать значений указанных в таблице 4.1.

5.3.4 Максимальное напряжение, прикладываемое к контактной площадке «SYNC», не должно превышать 5,5 В.

5.3.5 Максимальное напряжение, прикладываемое к контактной площадке «SS», не должно превышать 4 В.

Подп. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/13

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						13

5.4 Требования стойкости к внешним воздействующим факторам

5.4.1 Модули должны быть стойкими к воздействию ВВФ по группе исполнения 4У ГОСТ РВ 0020–39.414 с дополнениями и уточнениями, приведенными в таблице 5.5.

Таблица 5.5 — ВВФ

Наименование ВВФ	Наименование характеристик ВВФ, единица измерения	Значение воздействующего фактора
Механический удар одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, м/с ² (g)	10000 (1000)
Повышенная температура корпуса	Максимальное значение при эксплуатации, °С	125
Изменение температуры среды	Диапазон изменения температуры среды, °С	от –60 до +120
Примечание – В соответствии с ГОСТ РВ 0020–57.416 испытания на воздействие акустического шума, изменения давления, линейного ускорения не проводятся.		

Требования стойкости к широкополосной случайной вибрации, пониженной влажности воздуха, комплексному (комбинированному) воздействию внешних факторов, атмосферным выпадаемым осадкам (дождю), атмосферным конденсированным осадкам (иней, росе), соляному (морскому) туману, гидростатическому давлению, статической пыли (песка), динамической пыли (песка), солнечному излучению, плесневым грибам, агрессивным средам, компонентам ракетного топлива, рабочим растворам, испытательным средам и средам заполнения не предъявляются. Стойкость модулей к указанным ВВФ обеспечивается условиями применения в аппаратуре потребителя.

5.5 Требования к надежности

5.5.1 Требования к безотказности

5.5.1.1 Гамма-процентная наработка до отказа (T_γ) модулей при $\gamma=95\%$ в пределах срока службы ($T_{сл}$) 20 лет должна быть:

- в предельно допустимом режиме эксплуатации ($U_{вх}=U_{вх.н}$, $P_{вых}=P_{вых.н}$, $T_{корп} \leq T_{корп.макс}$) не менее 10000 ч;
- в типовом режиме эксплуатации ($U_{вх}=U_{вх.н}$, $P_{вых}=0,7 \cdot P_{вых.н}$, $0,5 \cdot T_{корп.макс} < T_{корп} \leq 0,7 \cdot T_{корп.макс}$) не менее 30000 ч;
- в облегченном режиме эксплуатации ($U_{вх}=U_{вх.н}$, $P_{вых}=0,5 \cdot P_{вых.н}$, $T_{корп} \leq 0,5 \cdot T_{корп.макс}$) не менее 85000 ч.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/14

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						14

5.5.2 Требования к сохраняемости

5.5.2.1 Гамма-процентный срок сохраняемости T_{cy} модулей при $\gamma = 95\%$ при хранении в упаковке изготовителя в условиях отапливаемых хранилищ, хранилищ с кондиционированием воздуха по ГОСТ В 9.003, а также вмонтированных в защищенную аппаратуру или находящихся в защищенном комплекте ЗИП во всех местах хранения должен быть не менее 20 лет.

5.5.2.2 Значения коэффициента сокращения K_c гамма-процентного срока сохраняемости T_{cy} для всех климатических районов по ГОСТ В 9.003 (кроме районов с тропическим климатом) в условиях, отличных от указанных в 5.5.2.1, в зависимости от мест хранения устанавливаются в соответствии с таблицей 5.6.

Т а б л и ц а 5.6 — Коэффициенты K_c сокращения гамма-процентного срока сохраняемости T_{cy}

Место хранения	Значение коэффициента K_c при хранении	
	в упаковке изготовителя	в незащищенной аппаратуре или в незащищенном комплекте ЗИП*
Неотапливаемое хранилище	1,5	1,5
Навес или жалюзийное хранилище	2	3
Открытая площадка	Хранение не допускается	3
* Хранение в незащищенном комплекте ЗИП разрешается только в упаковке изготовителя.		

5.6 Требования к маркировке

5.6.1 Маркировка должна соответствовать требованиям ГОСТ РВ 0020–39.412. Допускается сокращенная маркировка, наносимая на модули.

5.6.2 Маркировка должна содержать товарный знак предприятия-изготовителя (логотип), обозначение типономинала модуля, номер партии, дату изготовления (первые две цифры — последние две цифры года выпуска, вторые две цифры — месяц), отметку ОТК.

5.6.3 Маркировка должна оставаться прочной и разборчивой при транспортировании, эксплуатации и хранении в режимах и условиях, установленных в ТУ.

5.6.4 Маркировка должна быть стойкой к воздействию очищающих растворителей (спирто-нефрасовой смеси).

5.7 Требования к упаковке

5.7.1 Упаковка должна соответствовать требованиям КД с учетом ГОСТ РВ 0020–39.412.

5.7.2 Маркировка упаковки модулей должна соответствовать требованиям ГОСТ РВ 0020–39.412.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/15
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	
БКЯЮ.436430.008ТУ	
Лист	
15	

6 Требования к обеспечению и контролю качества

6.1 Обеспечение и контроль качества в процессе разработки и производства модулей должны соответствовать требованиям ГОСТ РВ 0015–002.

6.2 Система менеджмента качества предприятия-разработчика и предприятия-изготовителя должна быть сертифицирована на соответствие требованиям ГОСТ Р ИСО 9001, ГОСТ РВ 0015-002 и ГОСТ РВ 0020-57.412.

6.3 Дополнительные требования к элементам системы качества

6.3.1 Требования к обеспечению и обслуживанию средств технологического оснащения

Применяемые при испытаниях средства измерения должны быть поверены в соответствии с приказом Минпромторга России №2510 от 31.07.2020.

6.3.2 Требования к обеспечению условий производства

В процессе изготовления должно быть обеспечено выполнение требований электронной гигиены, установленных в ТД на основных технологических и контрольных операциях, и экологической безопасности производства в соответствии с действующими НТД. Периодичность контроля условий производства на основных операциях устанавливают в ТД в соответствии с действующими НТД по согласованию с ОТК.

Вентиляция в производственных помещениях должна обеспечивать требуемые условия электронной гигиены. Вентиляционные установки должны постоянно поддерживаться в исправном состоянии.

На операциях измерений и испытаний должна быть исключена возможность появления помех от сети.

6.3.3 Требования к обеспечению материалами, полуфабрикатами и комплектующими изделиями

Порядок проведения входного контроля и организация хранения, учета и выдачи в производство материалов, полуфабрикатов и комплектующих изделий должны соответствовать ГОСТ РВ 0015–308 и действующим НТД.

Условия межоперационного хранения материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, деталей и сборочных узлов, а также сроки их хранения должны соответствовать требованиям, установленным в ТД.

Электрически разнородные металлические материалы, применяемые для изготовления соприкасающихся между собой деталей, выбирают в соответствии с требованиями ГОСТ 9.005.

Виды и толщина металлических и неметаллических покрытий должны соответствовать требованиям ГОСТ 9.303, ГОСТ 9.032 или НТД, разработанных на их основе и утвержденных в установленном порядке.

6.3.4 Требования к управлению качеством технологического процесса

Подп. и дата						
Инв. № дубл.						
Взам. инв. №						
Подп. и дата						
Инв. № подл.	ТУ-101/16					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						16

ТП изготовления должен выполняться в соответствии с ТД при соблюдении требований настоящих ТУ.

При изготовлении должны проводиться статистический контроль с оценкой настроенности, точности и стабильности ТП на основных технологических операциях, а также регулирование и управление ТП по методикам, установленным в НТД предприятия.

Условия и сроки межоперационного хранения должны соответствовать требованиям ТД.

6.3.5 Требования к метрологическому обеспечению

Метрологическое обеспечение должно соответствовать Федеральному закону №102-ФЗ от 26.06.2008 «Об обеспечении единства измерений», а также с требованиями ГОСТ РВ 0015-002, ГОСТ РВ 0008-000, ГОСТ РВ 0008-006.

Все средства измерений, применяемые при разработке и испытаниях, должны иметь утвержденный тип в соответствии с приказом Минпромторга России №2905 от 28.08.2020, быть поверены в соответствии с приказом Минпромторга России №2510 от 31.07.2020.

Средства измерений, используемые в рамках технологического процесса, должны подвергаться периодической калибровке в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» в метрологической службе предприятия.

Испытательное оборудование должно быть аттестовано в соответствии с порядком, установленным в ГОСТ РВ 0008–002 (ГОСТ Р 8.568).

Графики поверки (калибровки) средств измерений и аттестации испытательного оборудования должны быть согласованы с ОТК.

6.3.6 Требования к организации контроля качества

Состав и методы операционного контроля и диагностического неразрушающего контроля должны быть установлены в ТД.

В процессе изготовления проводят стопроцентные отбраковочные испытания. Конкретные значения норм устанавливают по согласованию с ОТК. Состав и методы стопроцентных отбраковочных испытаний должны быть установлены в ТД.

6.3.7 Требования к обеспечению идентификации и прослеживаемости

Модули в процессе всего цикла производства должны сопровождаться документацией (сопроводительными листами). Срок хранения сопроводительной документации в СК – не менее одного года с даты приемки модулей ОТК.

6.3.8 Требования по организации обращения с продукцией, не соответствующей требованиям КД, ТД и ТУ

Подп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. № Подп. и дата Инв. № подл.						БКЯЮ.436430.008ТУ Лист 17
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

На предприятие-изготовителе должна быть разработана НТД по обеспечению идентификации и управления несоответствующей продукцией с целью предотвращения ее непреднамеренного использования или поставки.

Способы организации управления несоответствующей продукцией должны включать:

- устранение обнаруженных несоответствий;
- санкционирование использования несоответствующей продукции, выпуск или ее приемку, если имеется разрешение ОТК на ее отклонение от установленных норм;
- осуществление действий с целью предотвращения ее первоначального предполагаемого использования.

6.3.9 Требования к организации сбора, регистрации, обработки и хранения данных о качестве

Обобщенные данные о качестве, включая данные ПСИ, предприятие-изготовитель не реже одного раза в месяц представляет ОТК по согласованной форме.

Периодичность обобщения результатов периодических испытаний – один раз в год.

Объем хранимых данных о качестве должен позволять при формировании ежегодных отчетов оценивать динамику качества не менее, чем за три года выпуска продукции.

6.3.10 Требования к организации обращения с готовыми модулями

На складе должен действовать НТД предприятия, регламентирующий мероприятия по обеспечению условий хранения.

На предприятии должен быть учет поставляемых модулей.

Инв. № подл. ТУ-101/18	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	БКЯЮ.436430.008ТУ					Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

7 Правила приемки

7.1 Общие положения

7.1.1 Правила приемки модулей должны соответствовать требованиям, установленным в ГОСТ РВ 0020–57.413, ГОСТ РВ 0020–57.414, ГОСТ РВ 15.307, с дополнениями и уточнениями, приведенными в данном разделе.

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

7.1.3 При проведении испытаний и приемки на предприятии-изготовителе материально-техническое и метрологическое обеспечение (необходимая документация, средства измерений, испытательное оборудование, расходные материалы и т.д.), а также выделение обслуживающего персонала осуществляет предприятие-изготовитель.

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

7.1.5 Результаты испытаний считают положительными, а модули выдержавшими испытания, если модули испытаны в полном объеме и последовательности, которые установлены в настоящих ТУ для проводимой категории испытаний и соответствуют всем требованиям.

7.1.6 Испытания модулей, если это специально не оговорено в методах испытаний, проводятся в НКУ:

- температура воздуха от плюс 15 °С до плюс 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 45 % до 80 %;
- атмосферное давление от $8,6 \cdot 10^4$ до $10,6 \cdot 10^4$ Па (от 645 до 795 мм рт.ст.).

7.2 Квалификационные испытания

7.2.1 Состав испытаний, деление состава испытаний на группы и подгруппы, последовательность испытаний в пределах каждой подгруппы должны соответствовать таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Состав квалификационных испытаний

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
КА1	A1.1	Проверка внешнего вида, разборчивости и содержания маркировки	5.2.1, 5.6.2	8.2.1, 8.6.1
	A1.2	Испытание маркировки на прочность	5.6.3	8.6.2

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 19

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						19

Продолжение таблицы 7.1

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
КА2	A2.1	Проверка габаритных, установочных и присоединительных размеров	5.2.1	8.2.2
	A2.5	Проверка пульсации выходного напряжения	5.3.1.9	8.3.5
	A2.6	Контроль дистанционного включения (выключения)	5.3.1.12	8.3.11
	A2.7	Проверка установившегося отклонения выходного напряжения	5.3.1.1	8.3.7
	A2.8	Контроль выхода тактовых импульсов	5.3.1.16	8.3.13
КС1	С1.1	Кратковременные испытания на безотказность	5.5.1	8.5.2
КС2	С2.1	Испытание на виброустойчивость	5.4.1	8.4.1
	С2.2	Испытание на вибропрочность	5.4.1	8.4.2
	С2.3	Испытание на ударную прочность	5.4.1	8.4.3
	С2.4	Испытание на ударную устойчивость	5.4.1	8.4.4
	С2.7	Испытание на воздействие повышенной температуры корпуса при эксплуатации	5.4.1	8.4.5
	С2.8	Испытание на воздействие пониженной температуры среды при эксплуатации	5.4.1	8.4.6
	С2.9	Испытание на воздействие изменения температуры окружающей среды	5.4.1	8.4.7
	С2.10	Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (ускоренное)	5.4.1	8.4.8
КС3	С3.1	Проверка массы	5.2.5	8.2.5
	С3.2	Испытание маркировки на стойкость к воздействию очищающих растворителей	5.6.4	8.6.3
	С3.6	Контроль переходного отклонения выходного напряжения	5.3.1.7, 5.3.1.8	8.3.15
	С3.7	Контроль времени установления выходного напряжения	5.3.1.13	8.3.2, 8.3.3
	С3.8	Проверка частных нестабильностей выходного напряжения	5.3.1.2 - 5.3.1.5, 5.3.1.21	8.3.8.1 - 8.3.8.4
	С3.9	Контроль тока, потребляемого от сети во время включения	5.3.1.22	8.3.16
	С3.12	Контроль коэффициента полезного действия	5.3.1.11	8.3.10
	С3.14	Проверка электрического сопротивления изоляции	5.3.1.19	8.3.1
	С3.15	Испытание на паяемость, стойкость к растворению металлизации и теплостойкость при пайке	5.2.4	8.2.4

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
				ТУ-101/ 20
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЯЮ.436430.008ТУ

Лист

20

Продолжение таблицы 7.1

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
	C3.16	Контроль режима плавного пуска	5.3.1.14	8.3.4
	C3.17	Проверка функционирования синхронизации частоты преобразования при помощи внешних тактовых импульсов	5.3.1.15	8.3.12
	C3.18	Проверка суммарной неустойчивости выходного напряжения	5.3.1.6	8.3.8
	C3.19	Проверка защиты от перегрузки по выходному току и короткого замыкания	5.3.1.10	8.3.9
	C3.20	Контроль функционирования диагностики выходного напряжения	5.3.1.17	8.3.14
	C3.21	Контроль тока потребления в режиме XX и в выключенном состоянии	5.3.1.22	8.3.11, 8.3.5
KR1	R1.1	Длительные испытания на безотказность	5.5.1	8.5.3
KR2	R2.1	Проверка габаритных размеров упаковки	5.7.1	8.7.1
	R2.2	Испытание упаковки на прочность	5.7.1	8.7.2
KR6	R6.1	Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (длительное)	5.4.1	8.4.8
KR8	R8.2	Испытание по проверке отсутствия критических частот	5.2.2	8.2.3
KR12	R12.1	Контроль уровня радиопомех	5.3.1.20	8.3.18
KR13	R13.1	Испытание по проверке основных КТЗ	4.4	8.4.12
KR17	R17.1	Испытание на воздействие одиночных ударов	5.4.1	8.4.14
KR18	R18.1	Испытание на воздействие атмосферного пониженного давления	5.4.1	8.4.9
KR19	R19.1	Испытание на воздействие повышенного давления	5.4.1	8.4.10
KR20	R20.1	Проверка функционирования параллельной работы	5.3.1.18	8.3.17

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

7.2.3 Стойкость к воздействию повышенной и пониженной температуры среды (корпуса) 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 среды (корпуса) при эксплуатации, а также пониженного атмосферного давления при эксплуатации.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 21

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						21

7.2.4 Порядок комплектования выборок для проведения испытаний в соответствии с ГОСТ РВ 0020–57.413 с учетом ГОСТ РВ 15.307.

7.2.5 Испытания по подгруппам КА1 и КА2 проводят последовательно на всей совокупной выборке. Модули, прошедшие испытания по подгруппам КА1 и КА2, используют для испытаний по любой другой подгруппе.

7.2.6 Испытания по подгруппе КR1 проводят на модулях, прошедших испытания по подгруппе КС1.

7.2.7 Испытание по остальным подгруппам проводят на самостоятельных выборках. Допускается совмещать на одной выборке проведение испытаний разных подгрупп.

7.2.8 Комплектование выборок, план контроля, объем выборок и приемочное число должны соответствовать:

- для подгруппы КС1, КR1 - установленным для подгруппы С1;
- для подгрупп КС2, КС3, КR6, КR8, КR12, КR13, КR17, КR18, КR19 - установленным для подгрупп С2, С3;
- для подгрупп КR2 - объем выборки – 4 шт. (по возможности разных типов) при приемочном числе $A_c = 0$;
- для подгрупп КR10, КR11 – объем выборки устанавливается в соответствии с ГОСТ РВ 0020-57.415;
- для подгрупп КR20 – объем выборки 2 шт при приемочном числе $A_c = 0$.

7.2.9 Модули, подвергавшиеся испытаниям по подгруппам КА1 и КА2, допускается поставлять потребителям, если параметры соответствуют нормам при приемке и поставке.

7.2.10 Результаты квалификационных испытаний распространяют на все модули, выпускаемые по настоящим ТУ.

7.3 Прием-сдаточные испытания

7.3.1 Модули на ПСИ предъявляют поштучно или партиями. Объем партии определяет ОТК по согласованию с ОТК.

7.3.2 Состав испытаний, деление состава испытаний на подгруппы, последовательность испытаний в пределах каждой подгруппы приведены в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Состав ПСИ

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
А1	А1.1	Проверка внешнего вида, разборчивости и содержания маркировки	5.2.1, 5.6.2	8.2.1, 8.6.1
	А1.2	Испытание маркировки на прочность	5.6.3	8.6.2

Инв. № подл.	ТУ-101/ 22	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	БКЯЮ.436430.008ТУ					Лист
											22
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

Продолжение таблицы 7.2

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
A2	A2.1	Проверка габаритных, установочных и присоединительных размеров	5.2.1	8.2.2
	A2.5	Проверка пульсации выходного напряжения	5.3.1.9	8.3.5
	A2.6	Контроль дистанционного включения (выключения)	5.3.1.12	8.3.11
	A2.7	Проверка установившегося отклонения выходного напряжения	5.3.1.1	8.3.7
	A2.8	Контроль выхода тактовых импульсов	5.3.1.16	8.3.13

7.3.3 При объеме партии до 500 шт. включительно применяют сплошной контроль с приемочным числом равным нулю.

7.3.4 При объеме партии от 501 шт. до 10000 шт. применяют выборочный контроль на основе приемочного уровня дефектности (AQL) в соответствии с ГОСТ РВ 0020-57.413. Испытания начинают с нормального контроля, переходы на другие типы контроля осуществляют в соответствии с ГОСТ РВ 0020-57.413.

7.3.4.1 Для подгруппы испытаний A1 устанавливают AQL = 0,1 % (общий уровень контроля III), план контроля и приемочное число выбирают по таблице 7.3.

Т а б л и ц а 7.3 – План контроля для подгруппы испытаний A1

Объем партии, шт.	Тип контроля					
	Нормальный		Усиленный		Ослабленный	
	Приемочное (браковочное) число, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное (браковочное) число, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное (браковочное) число, шт.	Объем выборки, шт.
От 501 до 1200	0 (1)	125	0 (1)	200	0 (1)	50
От 1201 до 3200	0 (1)	200	1 (2)	315	0 (1)	80
От 3201 до 10000	1 (2)	315	1 (2)	500	1 (2)	125

7.3.4.2 Для подгруппы испытаний A2 устанавливают AQL = 0,065 % (общий уровень контроля III), план контроля и приемочное число выбирают по таблице 7.4.

Подп. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 23

Т а б л и ц а 7.4 – План контроля для подгруппы испытаний А2

Объем партии, шт.	Тип контроля					
	Нормальный		Усиленный		Ослабленный	
	Приемочное (браковочное) число, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное (браковочное) число, шт.	Объем выборки, шт.	Приемочное (браковочное) число, шт.	Объем выборки, шт.
От 501 до 1200	0 (1)	200	0 (1)	315	0 (1)	80
От 1201 до 3200	0 (1)	315	1 (2)	500	0 (1)	125
От 3201 до 10000	1 (2)	500	1 (2)	800	1 (2)	200

7.3.5 ПСИ проводятся ОТК в присутствии представителя ОТК средствами предприятия-изготовителя. Последовательность испытаний по подгруппе А2 может быть изменена по согласованию с ОТК.

7.3.6 Партию, забракованную при проведении ПСИ, допускается предъявлять повторно с надписью в извещении «Вторичное».

7.3.7 Партию, предъявленную повторно и не выдержавшую ПСИ, забраковывают окончательно.

7.3.8 Количество возвращенных последовательно проверенных (в том числе повторно предъявленных) партий, при котором прекращают приемку и отгрузку, равно трем из десяти.

7.3.9 При хранении модулей на складе более шести месяцев перед отгрузкой потребителю их подвергают перепроверке в объеме ПСИ.

7.4 Периодические испытания

7.4.1 Состав испытаний, деление состава испытаний на подгруппы, последовательность испытаний в пределах каждой подгруппы должны соответствовать таблице 7.5. Последовательность испытаний может быть изменена по согласованию с ОТК.

7.4.2 Испытания проводят на модулях, прошедших ПСИ.

Т а б л и ц а 7.5 – Состав периодических испытаний

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
С1	С1.1	Кратковременные испытания на безотказность	5.5.1	8.5.2
С2	С2.1	Испытание на виброустойчивость	5.4.1	8.4.1
	С2.2	Испытание на вибропрочность	5.4.1	8.4.2
	С2.3	Испытание на ударную прочность	5.4.1	8.4.3
	С2.4	Испытание на ударную устойчивость	5.4.1	8.4.4
	С2.7	Испытание на воздействие повышенной температуры корпуса при эксплуатации	5.4.1	8.4.5

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 24

Продолжение таблицы 7.5

Обозначение		Наименование вида испытания и последовательность проведения	Номер раздела, подраздела, пункта	
подгруппы испытания	вида испытания		технического требования	метода испытания
	C2.8	Испытание на воздействие пониженной температуры среды при эксплуатации	5.4.1	8.4.6
	C2.9	Испытание на воздействие изменения температуры окружающей среды	5.4.1	8.4.7
	C2.10	Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха (ускоренное)	5.4.1	8.4.8
C3	C3.1	Проверка массы	5.2.5	8.2.5
	C3.2	Испытание маркировки на стойкость к воздействию очищающих растворителей	5.6.4	8.6.3
	C3.6	Контроль переходного отклонения выходного напряжения	5.3.1.7, 5.3.1.8	8.3.15
	C3.7	Контроль времени установления выходного напряжения	5.3.1.13	8.3.2, 8.3.3
	C3.8	Проверка частных нестабильностей выходного напряжения	5.3.1.2 - 5.3.1.5, 5.3.1.21	8.3.8.1 - 8.3.8.4
	C3.9	Контроль тока, потребляемого от сети во время включения		8.3.16
	C3.12	Контроль коэффициента полезного действия	5.3.1.11	8.3.10
	C3.14	Проверка электрического сопротивления изоляции	5.3.1.19	8.3.1
	C3.15	Испытание на паяемость, стойкость к растворению металлизации и теплостойкость при пайке	5.2.4	8.2.4
	C3.16	Контроль режима плавного пуска	5.3.1.14	8.3.4
	C3.17	Проверка функционирования синхронизации частоты преобразования при помощи внешних тактовых импульсов	5.3.1.15	8.3.12
	C3.18	Проверка суммарной нестабильности выходного напряжения	5.3.1.6	8.3.8
	C3.19	Проверка защиты от перегрузки по выходному току и короткого замыкания	5.3.1.10	8.3.9
	C3.20	Контроль функционирования диагностики выходного напряжения	5.3.1.17	8.3.14
	C3.21	Контроль тока потребления в режиме XX и в выключенном состоянии	5.3.1.22	8.3.11, 8.3.5

7.4.3 Периодические испытания проводит предприятие-изготовитель в соответствии с годовым планом-графиком под контролем ОТК.

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
				ТУ-101/ 25

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						25

7.4.4 Периодичность проведения периодических испытаний – один год по плану выборочного одноступенчатого контроля с приемочным числом, равным нулю.

7.4.5 Испытания по подгруппам С1, С2, С3 проводят на отдельных выборках.

7.4.6 Комплектование выборок производят:

– для подгруппы С1 – от серии по возможности модулями разного типа. Объем выборки – 4 шт.;

– для подгрупп С2, С3 – объем выборки – 2 шт. от каждого типа модулей.

7.4.7 Допускается по согласованию с ОТК проведение испытаний по подгруппам С2, С3 на одной выборке.

7.4.8 Новые испытания проводят на доработанных или вновь изготовленных модулях после выполнения мероприятий по устранению причин дефектов на удвоенной выборке.

7.4.9 Модули, подвергнутые периодическим испытаниям, кроме подгруппы С3 таблицы 7.5, отгрузке не подлежат.

7.5 Типовые испытания

7.5.1 Типовые испытания проводят в соответствии с ГОСТ РВ 0020–57.413.

7.6 Испытания на сохраняемость

7.6.1 Испытания на сохраняемость проводят в соответствии с ГОСТ РВ 0020–57.414.

7.6.2 Допускается проводить испытания модулей на сохраняемость методами ускоренных испытаний по НТД, утвержденной в установленном порядке.

7.6.3 Модули считают выдержавшими испытания, если параметры всех испытанных модулей соответствуют нормам 5.3.1.1, 5.3.1.9, 5.3.1.4, 5.3.1.6 и 5.3.1.19.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 26
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	
БКЯЮ.436430.008ТУ	
Лист	
26	

8 Методы контроля

8.1 Общие положения

8.1.1 Методы контроля по ГОСТ РВ 0020–57.416 с дополнениями и уточнениями, приведенными в настоящем разделе.

8.1.2 Измерения электрических параметров модулей проводят в соответствии со схемами, приведенными в приложении Д, средствами измерений, приведенными в приложении Е. Для испытаний требующих измерения электрических параметров модули монтируют на четырехслойную печатную плату размерами не менее 50х50 мм с толщиной фольги не менее 70 мкм и общей толщиной не менее 1,5 мм. Типовая трассировка платы согласно требованиям данных ТУ.

8.1.3 В процессе проведения испытаний температуру измеряют в точках контроля температуры согласно приложениям А-Г.

8.1.4 При проведении испытаний необходимо обеспечить отвод тепла от модуля таким образом, чтобы температура модуля в контрольной точке не превышала плюс 125 °С.

8.1.5 Контроль электрических параметров до начала и после проведения испытаний проводят в НКУ, если другие условия не указаны при изложении конкретных методов контроля.

8.1.6 Испытания модулей проводят в НКУ при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе, модули должны быть настроены на выходное напряжение 12 В, если другие условия не указаны в методике испытания.

8.1.7 Входное и выходное напряжение измеряют непосредственно на контактных площадках модуля. В измерительные цепи средств измерений, за исключением особо оговоренных случаев, не должны входить участки цепи нагрузки.

8.1.8 Значения параметров, измеренных после предыдущего испытания, допускается принимать за исходные перед проведением последующего измерения при непрерывном проведении испытаний.

8.1.9 Запрещается подключение и отключение внешних цепей при включенном модуле.

8.1.10 Все работы с модулями должны выполняться в строгом соответствии с действующими документами по правилам и мерам безопасности.

8.1.11 Все работы, связанные с подключением и отключением соединительных проводов к измерительным приборам и источникам питания, должны проводиться при отключенных источниках питания.

8.1.12 Все приборы, находящиеся на рабочем месте, должны быть подготовлены к работе согласно инструкциям на эти приборы.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 27
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	
БКЯЮ.436430.008ТУ	
Лист	
27	

8.2 Контроль соответствия требованиям к конструкции

8.2.1 Внешний вид модулей контролируют по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 405-1. Внешним осмотром проверяют качество и целостность покрытий, целостность конструкции, мест крепления, а также отсутствие вмятин, трещин, следов коррозии на внешних поверхностях.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.2.1, если внешний вид модуля соответствует КД и БКЯЮ.436430.008Д2.

8.2.2 Габаритные, установочные и присоединительные размеры модулей контролируют по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 404–1. Погрешность измерения не более $\pm 5\%$.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.2.1, если габаритные, установочные и присоединительные размеры модуля соответствуют КД и рисункам А.1 – Г.1 приложений А – Г.

8.2.3 Испытание на проверку отсутствия критических частот конструкции модулей проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 101–1 в выключенном состоянии. Диапазон частот от 10 до 110 Гц. Частота перехода – 50 Гц. Амплитуда ускорения – 10 g. Допускается испытание по проверке отсутствия критических частот конструкции модулей совмещать с испытанием на виброустойчивость, при этом режим испытаний должен соответствовать установленным для испытания на виброустойчивость.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.2.2, если у них отсутствует механический резонанс при воздействии синусоидальной вибрации в указанном диапазоне частот.

8.2.4 Паяемость, теплостойкость при пайке и стойкость к растворению металлизации контактных площадок модулей контролируют по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 411–1 путем погружения модулей в паяльную ванну с припоем ПОС 61 по ГОСТ 21930.

Перед испытанием контактные площадки обезжиривают спирто-нефрасовой смесью. Далее проводят последовательно проверки в соответствии с таблицей 8.1. Непосредственно перед каждой проверкой проводят визуальный контроль модулей и очищают поверхность расплавленного припоя от слоя окисла.

Температура припоя и продолжительность выдержки в паяльной ванне для каждой проверки указаны в таблице 8.1.

Т а б л и ц а 8.1 – Температура припоя и продолжительность выдержки в паяльной ванне

Вид проверки	Температура, °С	Время выдержки, с
Смачивание	205 ± 5	$2 \pm 0,3$
Десмачивание	215 ± 5	$5 \pm 0,3$
Теплостойкость при пайке	225 ± 5	10 ± 1
Стойкость к растворению металлизации	235 ± 5	30 ± 1

Инв. № подл. ТЧ-101/ 28	Подп. и дата				
	Инв. № дубл.				
	Взам. инв. №				
	Подп. и дата				
	Инв. № подл.				
БКЯЮ.436430.008ТЧ					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	28

После каждой проверки модули извлекают из ванны и выдерживают в НКУ в течение одного часа, затем удаляют остатки флюса мягкой тканью, смоченной спиртом или спирто-нефрасовой смесью и проводят визуальный контроль. После испытания на теплостойкость дополнительно проводят проверку установившегося отклонения собственной емкости модулей.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.2.3, 5.2.4, если:

- после испытаний на паяемость (смачивание, десмачивание) поверхность контактных площадок покрыта гладким блестящим слоем припоя;
- после испытаний на теплостойкость при пайке поверхность контактных площадок покрыта гладким блестящим слоем припоя, а установившееся отклонение собственной емкости модулей соответствует значениям, указанным в 5.3.1.1;
- после испытаний на стойкость к растворению металлизации площадь отдельных участков, на которых произошло растворение металлизации, не превышает 5 %, а сумма площадей отдельных участков не превышает 10 %.

После всех видов проверки допускается незначительное количество дефектов (поры, зоны, не подвергшиеся смачиванию или зоны, где произошло десмачивание), не сконцентрированных на одном месте.

8.2.5 Проверку массы модулей контролируют по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 406–1 взвешиванием на весах с допустимой погрешностью $\pm 5\%$. Модули считают выдержавшими испытание по требованиям 5.2.5, если масса не превышает значений, указанных в таблице 4.1.

8.3 Контроль соответствия требованиям к электрическим параметрам и режимам эксплуатации

8.3.1 Проверку электрического сопротивления изоляции модуля проводят в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 0020–57.310 при воздействии испытательного напряжения величиной 500 В.

Прибор подключают между точками «1» и «2», где:

- точка «1» — соединенные между собой контактные площадки «+IN», «-IN», «+OUT»;
- точка «2» — корпус модуля;

Показания отсчитывают через 1 минуту после подачи испытательного напряжения или через меньшее время, если сопротивление изоляции остается неизменным.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.3.1.19, если сопротивление изоляции составляет:

- в НКУ не менее 20 МОм;
- при повышенной (пониженной) рабочей температуре — не менее 5 МОм;
- при повышенной влажности — не менее 1 МОм.

Инв. № подл.	ТЧ-101/ 29	Подп. и дата				
		Инв. № дубл.				
		Взам. инв. №				
		Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						29

Проверку электрического сопротивления изоляции в климатических условиях, отличных от нормальных, совмещают с соответствующими видами испытаний и проводят непосредственно после изъятия модуля из камер, за время не более 3 мин.

В технически обоснованных случаях по согласованию с ОТК допускается увеличение времени проверки.

8.3.2 Проверку времени установления выходного напряжения модулей с момента подачи входного напряжения проводят при номинальном входном напряжении, номинальном токе нагрузки и минимальной емкости конденсатора нагрузки, указанной в таблице 10.2. Конденсатор С6 не устанавливают. Время установления выходного напряжения определяется как интервал времени между появлением на входе модуля напряжения, равного номинальному значению входного напряжения и моментом, когда напряжение на выходе модуля достигнет $12 \text{ В} \pm 5 \%$.

Модули считают выдержавшими испытания, если время установления выходного напряжения удовлетворяет требованиям 5.3.1.13.

8.3.3 Проверку времени установления выходного напряжения модулей с момента подачи управляющего сигнала на вход «EN» проводят при тех же условиях, что и по 8.3.2. Время установления выходного напряжения определяется как интервал времени между появлением управляющего сигнала на входе «EN» модуля и моментом, когда напряжение на выходе модуля достигнет $12 \text{ В} \pm 5 \%$.

Модули считают выдержавшими испытания, если время установления выходного напряжения удовлетворяет требованиям 5.3.1.13.

8.3.4 Проверку режима плавного пуска модулей проводят путем измерения и фиксации времени установления выходного напряжения модулей (t_1) с момента подачи управляющего сигнала на вход «EN» в соответствии с 8.3.3.

Для модулей типа МНМ0,8, МНМ3,6, МНМ4, МНМ6 и МНМ10 устанавливают конденсатор С6 емкостью 10 нФ в соответствии со схемой измерения параметров модуля приведенной в приложении Д, и повторяют проверку фиксируя время установления выходного напряжения модулей (t_2). Изменение времени установления выходного напряжения вычисляют по формуле:

$$dt = t_1 - t_2, \quad (8.1)$$

где t_1 – время установления выходного напряжения без конденсатора С6, мс;

t_2 – время установления выходного напряжения с конденсатором С6 10 нФ, мс;

Модули типа МНМ0,8 считают выдержавшим испытания, если время установления выходного напряжения модулей t_1 составляет:

– для модулей МНМ0,8 не менее 1,5 мс;

Инв. № подл. ТЧ-101/30	Подп. и дата					БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист 30
	Инв. № дубл.						
	Взам. инв. №						
	Подп. и дата						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

Модули типа МНМ3,6, МНМ4 и МНМ10 считают выдержавшим испытания, если значение изменения времени установления выходного напряжения dt составило от 3 до 8 мс, а время установления выходного напряжения модулей t_1 составляет:

- для модулей МНМ3,6, МНМ4 не менее 5 мс;
- для модулей МНМ6 не менее 10 мс;
- для модулей МНМ10 не менее 4 мс.

8.3.5 Проверку пульсации выходного напряжения модулей проводят при номинальном входном напряжении, номинальном значении выходного тока, модули должны быть настроены на выходное напряжение 12 В, а также проверку проводят в режиме ХХ (в режиме пропуска импульсов).

Пульсации измеряют непосредственно на конденсаторе С5 согласно схеме измерения параметров, приведенной в приложении Д.

Для уменьшения влияния наводок на измерительную линию необходимо использовать способ подключения осциллографического щупа указанный на рисунке 8.1.

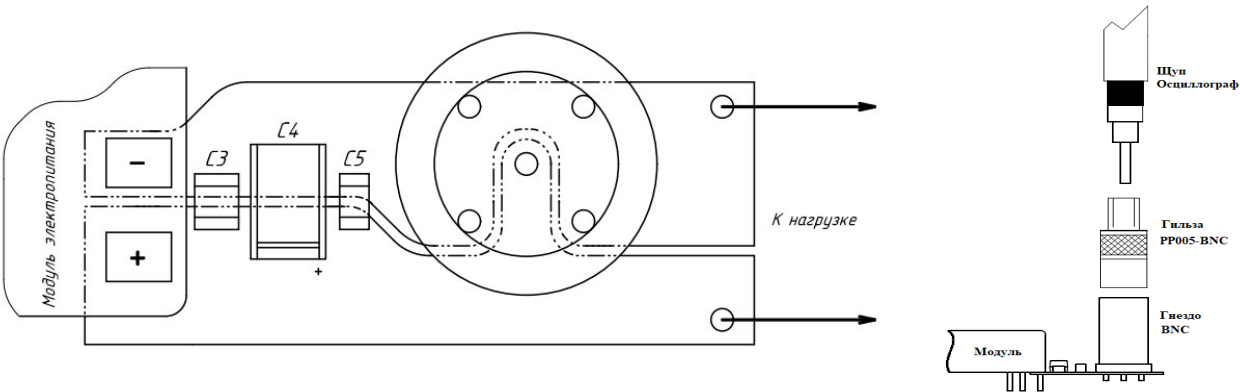


Рисунок 8.1 — Подключение измерительного щупа осциллографа

Характер пульсации выходного напряжения модуля показан на рисунке 8.2.

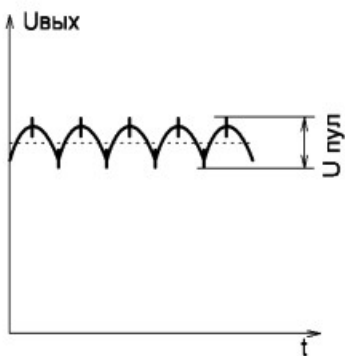


Рисунок 8.2 — Характер пульсации выходного напряжения

Модуль считают выдержавшим испытания, если пульсация выходного напряжения модуля не превышает требований 5.3.1.9.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 31

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						31

8.3.6 Проверку тока потребления от питающей сети в режиме ХХ (в режиме пропуска импульсов) совмещают с проверкой пульсации и проводят согласно методу 8.3.5, при этом в процессе проведения проверки контролируют потребление тока от питающей сети в режиме ХХ (в режиме пропуска импульсов).

Проверку потребления тока от питающей сети по сигналу дистанционного включения (выключения) совмещают с проверкой дистанционного включения (выключения) и проводят согласно методу 5.3.1.12, при этом контролируют потребление тока от питающей сети.

Модуль считают выдержавшим испытания, если ток потребления от питающей сети в режиме ХХ и в выключенном состоянии по сигналу дистанционного включения (выключения) соответствует требованиям 5.3.1.22.

8.3.7 Проверку установившегося отклонения выходного напряжения модулей $\Delta U_{уст}$ %, проводят при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе. Значение установившегося отклонения вычисляют по формуле:

$$\Delta U_{уст} = (U_{вых} - U_n) / U_n \cdot 100, \quad (8.2)$$

где U_n — номинальное выходное напряжение модуля, В;

$U_{вых}$ — измеренное выходное напряжение, В.

Значение отклонения, вычисленное по формуле, указывают с учетом знака.

Модули считают выдержавшими испытание, если установившиеся отклонение выходного напряжения в НКУ не превышает требований 5.3.1.1.

8.3.8 Проверку суммарной нестабильности выходного напряжения модулей H_Σ %, осуществляют суммированием отдельно положительных и отрицательных частных нестабильностей по формуле:

$$H_\Sigma = H_U + H_I + H_T + H_t, \quad (8.3)$$

где H_U — нестабильность выходного напряжения при плавном изменении входного напряжения, %;

H_I — нестабильность выходного напряжения при плавном изменении выходного тока, измеренная в диапазоне выходных токов от 0 % до 100 %;

H_T — температурная нестабильность, %;

H_t — временная нестабильность, %.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.3.1.6, если нестабильность выходного напряжения не превышает требований 5.3.1.6

8.3.8.1 Нестабильность выходного напряжения модуля при плавном изменении входного напряжения H_U , проверяют при номинальном выходном токе.

Устанавливают номинальное значение входного напряжения модуля, а затем плавно увеличивают его до заданного максимального установившегося значения и уменьшают до

Инв. № подл.	ТЧ-101/32	Подп. и дата			БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист 32
		Инв. № дубл.				
		Взам. инв. №				
		Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

минимального установившегося значения, одновременно контролируя выходное напряжение модуля. Нестабильность рассчитывается по формуле:

$$H_U = (U_{\max(\min)} - U) / U \cdot 100, \quad (8.4)$$

где $U_{\max(\min)}$ — выходные напряжения, измеренные при отклонениях входного напряжения, В;
 U — выходное напряжение при номинальном входном напряжении, В.

Нестабильность рассчитывается с учетом знаков.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.3.1.2, если нестабильность выходного напряжения не превышает значений указанных в 5.3.1.2.

8.3.8.2 Нестабильность выходного напряжения модуля при плавном изменении выходного тока H_I , проверяют при номинальном входном напряжении. Модуль должен быть настроен на режим пропуска импульсов.

Устанавливают выходной ток модуля равным 50 % от номинального выходного тока модуля. Затем плавно уменьшают выходной ток до минимального значения и увеличивают до максимального, одновременно контролируя выходное напряжение. Нестабильность рассчитывается по формуле:

$$H_I = (U_{\max(\min)} - U) / U \cdot 100, \quad (8.5)$$

где $U_{\max(\min)}$ — выходное напряжение, измеренное при отклонениях выходного тока, В;
 U — выходное напряжение при выходном токе, равном 50 % от номинального выходного тока, В.

Нестабильность рассчитывается с учетом знаков.

Модули считают выдержавшими испытания по требованиям 5.3.1.3, если нестабильность выходного напряжения не превышает требований 5.3.1.3.

8.3.8.3 Температурную нестабильность выходного напряжения модуля H_T , %, проверяют при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе.

Модули включают и проводят измерение выходного напряжения в НКУ, после чего модули выключают. Увеличивают температуру таким образом, чтобы температура модуля в контрольной точке была равна плюс $(125 \pm 2)^\circ\text{C}$ и выдерживают в течение 30 минут. Затем модули включают и проводят измерение выходного напряжения. Затем проводят измерение выходного напряжения после выдержки 30 минут при пониженной температуре среды при эксплуатации.

Нестабильность рассчитывается по формуле:

$$H_T = (U_{\max(\min)} - U) / U \cdot 100, \quad (8.6)$$

где $U_{\max(\min)}$ — выходные напряжения, измеренные при отклонениях рабочей температуры среды, В;

U — выходное напряжение в НКУ, В.

Инв. № подл. ТУ-101/33	Подп. и дата					БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист 33
	Инв. № дубл.						
	Взам. инв. №						
	Подп. и дата						
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Нестабильность рассчитывается с учетом знаков.

Проверку температурной нестабильности в климатических условиях, отличных от нормальных, допускается совмещать с соответствующими видами испытаний.

Модули считают выдержавшими испытания, если нестабильность выходного напряжения не превышает требований 5.3.1.4.

8.3.8.4 Временную нестабильность выходного напряжения H_t , проводят путем измерения выходного напряжения. Первое измерение выходного напряжения проводят через 30 минут после включения модуля, остальные измерения — через каждые два часа в течение 8 часов непрерывной работы. Нестабильность рассчитывается по формуле:

$$H_t = (U_{\max(\min)} - U) / U \cdot 100, \quad (8.7)$$

где $U_{\max(\min)}$ — 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 испытания по требованиям 5.3.1.6, если нестабильность выходного напряжения не превышает требований 5.3.1.6.

8.3.9 Проверку защиты от перегрузки и тока короткого замыкания проводят в НКУ при номинальном входном напряжении. Плавно увеличивают ток нагрузки вплоть до режима КЗ, при этом фиксируют ток на входе и на выходе модуля.

Модули считают выдержавшими испытания, если ток на выходе модуля не превышает значения указанного в 5.3.1.10, а ток на входе модуля не превышает значения указанного в таблице 5.4.

Режимом КЗ считается режим при котором сопротивление нагрузки более чем в 5 раз меньше сопротивления нагрузки при номинальном выходном токе.

8.3.10 Проверку КПД модулей проводят при номинальном входном напряжении и токе нагрузки равном номинальному выходному току. Определяют общую потребляемую мощность P , Вт, и выходную мощность $P_{\text{вых}}$, Вт. Значение КПД (η) определяют по формуле:

$$\eta = P_{\text{вых}} / P \quad (8.8)$$

Модули считают выдержавшими испытание, если КПД модулей не ниже значений, указанных в 5.3.1.11.

При проведении ПСИ допускается проводить измерение КПД только при выходном напряжении 12 В.

8.3.11 Проверку дистанционного включения (выключения) модуля проводят путем замыкания контактных площадок «EN» и «PGND» или «EN» и «COM».

Модули считают выдержавшими испытание по требованиям 5.3.1.12, если при замыкании контактов «EN» и «PGND» или «EN» и «COM» между собой происходит выключение, а при размыкании — включение модулей.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/34
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ
Лист	
34	

8.3.12 Проверку функционирования синхронизации частоты преобразования при помощи внешних тактовых импульсов проводят путем подачи на вход «SYNC» тактовых импульсов амплитудой 12 В + 10 % и частотой равной номинальной частоте работы модуля, в соответствии с таблицей 10.6. Затем увеличивают частоту тактовых импульсов на 20-25 %. В ходе проверки по осциллографу Р6 контролируют частоту пульсации выходного напряжения модуля и тактовых импульсов подаваемые на вход «SYNC».

Модули считают выдержавшими испытание по требованиям 5.3.1.15, если частота пульсации выходного напряжения модуля и тактовых импульсов совпадают.

8.3.13 Проверку наличия тактовых импульсов на выходе «CLKOUT» модуля проводят при помощи осциллографа. В процессе испытания контролируют на выходе «CLKOUT» наличие, частоту и амплитуду тактовых импульсов.

Модули считают выдержавшими испытание, если параметры тактовых импульсов соответствуют требованиям 5.3.1.16.

8.3.14 Проверку диагностики выходного напряжения модуля проводят при номинальном входном напряжении и номинальном выходном токе. Контролируют наличие напряжения на контактной площадке «PG» равное 12 В ± 5%.

Увеличивают ток нагрузки до снижения выходного напряжения модуля на 5 %. Контролируют наличие напряжения на контактной площадке «PG» равное 12 В ± 5 %.

Увеличивают ток нагрузки до снижения выходного напряжения модуля на 15 %. Контролируют наличие напряжения на контактной площадке «PG» равное не более 0,4 В.

Модули считают выдержавшими испытания, если уровни напряжения на контактной площадке «PG» соответствуют требованиям 5.3.1.17.

8.3.15 Проверку переходного отклонения выходного напряжения модулей проводят при номинальном входном напряжении.

Проверка состоит в регистрации выходного напряжения после воздействия заданного фактора (скачкообразного изменения входного напряжения, скачкообразного изменения выходного тока) и вычисления переходного отклонения по формуле:

$$\delta U_{\text{пер}} = [(U_{\text{макс. (мин.)}} - U) / U] \cdot 100, \quad (8.9)$$

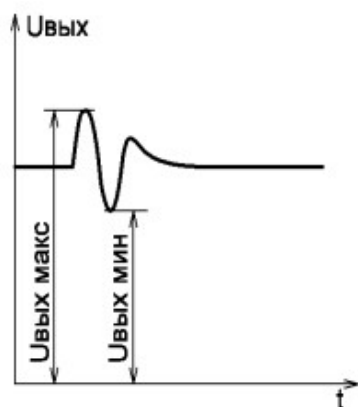
где $U_{\text{макс. (мин.)}}$ — максимальное (минимальное) значение выходного напряжения в время воздействия заданного фактора, В;

U — значение выходного напряжения до воздействия заданного фактора, В.

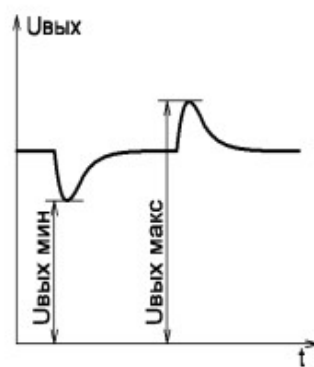
Значение отклонения, вычисленное по формуле, указывают с учетом знака.

Характер изменения выходного напряжения при воздействии скачкообразного изменения входного напряжения (или скачкообразного изменения выходного тока) показан на рисунке 8.3. Схема измерений приведена в приложении Д.

Инв. № подл.	ТУ-101/35	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ					35	



а



б

Рисунок 8.3 — Характер изменения выходного напряжения:

- а) воздействие скачкообразного изменения входного напряжения;
б) воздействие скачкообразного изменения выходного тока

8.3.15.1 Проверка переходного отклонения выходного напряжения при воздействии скачкообразного изменения входного напряжения:

Модули включают при номинальном значении входного напряжения. Устанавливают с помощью источника G1 максимальное входное напряжение с учетом переходных отклонений. Устанавливают тумблер SA1 в положение «ВЫКЛ». Резистором R2, контролируя по прибору PA2, устанавливают выходной ток, равный номинальному. При помощи прибора PV3 измеряют выходное напряжение модуля. Переводят тумблер SA1 в положение «ВКЛ», а затем обратно в выключенное состояние. Фиксируют на экране запоминающего осциллографа переходное отклонение выходного напряжения, определяют его максимальное и минимальные значения.

Модули считают выдержавшими испытания, если переходное отклонение выходного напряжения не превышает значения указанного в 5.3.1.7.

8.3.15.2 Проверка переходного отклонения выходного напряжения при скачкообразном изменении выходного тока.

Проверку переходного отклонения выходного напряжения при скачкообразном изменении выходного тока проводят при номинальном входном напряжении.

Устанавливают тумблеры SA3 в положение «ВЫКЛ», SA2 в положение «ВКЛ». Резистором R2, контролируя по прибору PA2, устанавливают выходной ток равным 75 % от номинального. Устанавливают тумблер SA3 в положение «ВКЛ» и с помощью резисторов R3 устанавливают номинальный выходной ток. Переключая тумблер SA3 из положения «ВЫКЛ» в положение «ВКЛ» и обратно, фиксируют осциллограмму выходного напряжения. Определяют значение переходного отклонения выходного напряжения.

Инв. № подл.	Подп. и дата
ТЧ-101/36	
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЯЮ.436430.008ТУ

Лист

36

Модули считают выдержавшими испытания, если переходное отклонение выходного напряжения не превышает значения указанного в 5.3.1.8.

8.3.16 Проверку тока, потребляемого от сети в момент включения модулей, проводят при помощи измерительного сопротивления $R_{изм}$, значение которого должно быть как минимум в 10 раз меньше входного сопротивления модуля.

Регистрируют изменение напряжения на сопротивлении $R_{изм}$, Ом, в момент включения модуля путем подачи управляющего сигнала на контактную площадку «EN», определяют максимальное значение U_{max} , В, и вычисляют значение тока в момент включения $I_{вкл}$, А, по формуле:

$$I_{вкл} = U_{max} / R_{изм} \tag{8.10}$$

Модули считают выдержавшими испытания, если значение тока, потребляемого от сети в момент включения, не превышает значений, указанных в таблице .

8.3.17 Проверку функционирования параллельной работы проводят при номинальном входном напряжении и выходном токе равном 18 А в соответствии с рисунком Д.2 приложения Д.

Модули МНМ10 считают выдержавшими испытание по требованию 5.3.1.18, если установившееся отклонение выходного напряжения на выходе каждого модуля не превышает 5 %.

8.3.18 Проверку уровня напряжения радиопомех модулей проводят согласно ГОСТ 30429 в типовом режиме эксплуатации.

Схема включения модулей приведена на рисунке 8.4. Параметры элементов схемы в соответствии с типом модуля приведены в таблице 8.2.

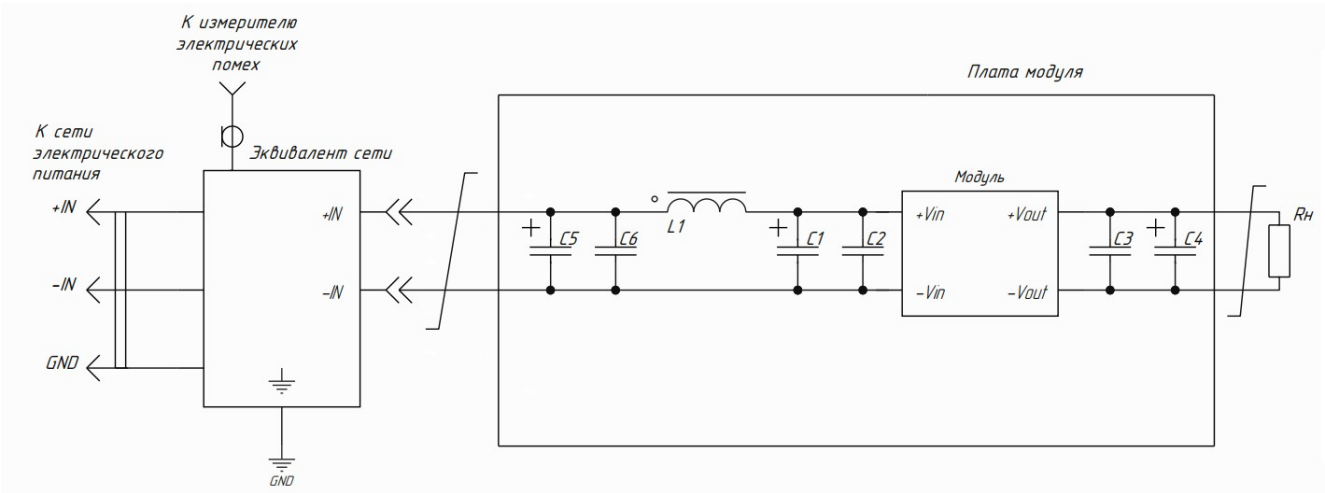


Рисунок 8.4 — Схема включения модуля

Подп. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 37

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						37

Таблица 8.2 — Параметры элементов схемы включения

Тип модуля	Индекс номинального входного напряжения	Индуктивность L1, мкГн	Емкость (Алюминиевый электролитический) C5	Емкость (керамич.) C6	Емкость (тип) C1, C2	Емкость (тип) C4, C3
МНМ0,8	В	0,10	47мкФ 100В	Соответствует C2	В соответствии с таблицей 10.1	В соответствии с таблицей 10.2
МНМ3,6	Г	0,10	1000мкФ 100В	10 мкФ		
МНМ4	В	0,10	47мкФ 100В	Соответствует C2		
МНМ6	В	0,33	100мкФ 100В			
МНМ10	В	0,68	220мкФ 63В			

Пример расположения модуля, измерительной аппаратуры и вспомогательного оборудования при измерении напряжения помех с использованием эквивалента сети приведен на рисунке 8.5.

Модули считают выдержавшими испытание, если уровень напряжения радиопомех не превышает значений, указанных в 5.3.1.20.

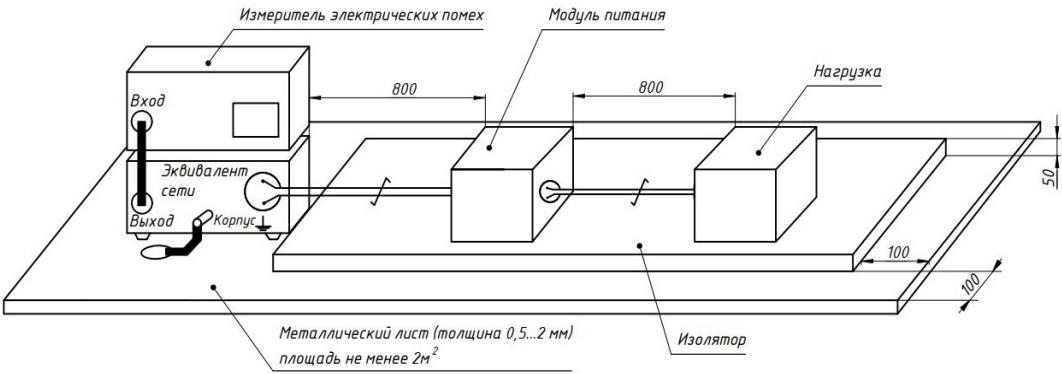


Рисунок 8.5 — Пример расположения модуля измерительной аппаратуры и вспомогательного оборудования при измерении напряжения помех

8.4 Контроль соответствия требованиям стойкости к внешним воздействующим факторам

8.4.1 Испытание модулей на виброустойчивость при воздействии синусоидальной вибрации проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 102–1. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули испытывают во включенном состоянии. Диапазон частот от 10 до 2000 Гц с амплитудой ускорения 20 g, амплитудой перемещения 2 мм и частотой перехода 50 Гц. Испытание проводят путем плавного изменения частоты в заданном диапазоне от низшей к высшей и обратно, скорость изменения частоты 1 – 2 октавы в минуту. В диапазоне частот ниже

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/38

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						38

частоты перехода поддерживают постоянную амплитуду перемещения, а выше частоты перехода — постоянную амплитуду ускорения. Испытание проводят в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к изделию. В процессе испытания контролируют установившееся отклонение выходного напряжения и пульсации выходного напряжения. Допускается совмещать испытания на виброустойчивость с испытаниями на вибропрочность.

Модули считают выдержавшими испытания, если во время и после испытаний установившееся отклонение выходного напряжения соответствует 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9, а также после испытаний внешний вид соответствует установленным требованиям.

8.4.2 Испытание модулей на вибропрочность (длительное и кратковременное) при воздействии синусоидальной вибрации проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 103–1.1. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения. Модули испытывают в выключенном состоянии в диапазоне частот от 10 до 2000 Гц с виброускорением 20 g и частотой перехода 50 Гц. Испытание проводят в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к изделию. Общая продолжительность воздействия по трем направлениям должна составлять шесть часов при кратковременных испытаниях и 24 часа при длительных испытаниях.

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытаний внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения соответствует 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9.

8.4.3 Испытание модулей на ударную прочность проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 104–1 в выключенном состоянии. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения. Пиковое ударное ускорение — 150 g, длительность действия ударного ускорения 1 мс, частота следования — от 40 до 120 ударов в минуту. Модули подвергают воздействию ударов в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к изделию. Общее количество ударов — 4000 (равномерно по каждому из направлений).

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытаний внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения соответствует 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9.

8.4.4 Испытание модулей на ударную устойчивость проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 105–1 во включенном состоянии. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/39

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						39

Пиковое ударное ускорение – 150 g, длительность действия ударного ускорения – 1 мс, частота следования – от 40 до 120 ударов в минуту. Испытание проводят в трех взаимно перпендикулярных направлениях по отношению к изделию. Модули подвергают воздействию 20 ударов при каждом направлении. В процессе испытаний контролируют установившееся отклонение выходного напряжения и пульсации выходного напряжения. Допускается совмещать испытания с испытаниями на ударную прочность.

Модули считают выдержавшими испытания, если во время и после испытаний установившееся отклонение выходного напряжения соответствует 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9, а также после испытаний внешний вид соответствует установленным требованиям.

8.4.5 Испытание модулей на воздействие повышенной температуры корпуса при эксплуатации проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 201–2.2. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули помещают в камеру тепла и подают электрическую нагрузку. Температуру в камере регулируют таким образом, чтобы температура модуля в контрольной точке соответствовала плюс $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$, и выдерживают в ней модули в течение двух часов, затем производят контроль температурной нестабильности выходного напряжения и пульсаций выходного напряжения. При проведении испытаний температура модуля в контрольной точке не должна превышать допустимых значений, установленных в настоящих ТУ.

Модули извлекают из камеры, выдерживают в НКУ один час, затем проводят проверку контролируемых параметров.

Модули считают выдержавшими испытания, если во время испытания температурная нестабильность выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.4, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9, и после испытаний установившееся отклонение выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9, внешний вид соответствует установленным требованиям.

8.4.6 Испытания модулей на воздействие пониженной температуры среды проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 203–1. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули в выключенном состоянии помещают в камеру, после чего в камере устанавливают температуру минус $(60 \pm 3) ^\circ\text{C}$. Допускается помещать изделия в камеру с заранее установленной температурой. После достижения теплового равновесия модули выдерживают в течение двух часов, затем производят контроль температурной нестабильности

Инв. № подл. ТУ-101/40	Подп. и дата		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист 40
	Инв. № дубл.								
	Взам. инв. №								
	Подп. и дата								

выходного напряжения и пульсаций выходного напряжения в течение не более 10 с. Модули извлекают из камеры, выдерживают в НКУ не менее двух часов, затем проводят проверку контролируемых параметров.

Модули считают выдержавшими испытания, если во время испытания температурная нестабильность выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.4, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9, и после испытаний установившееся отклонение выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9, внешний вид соответствует установленным требованиям.

8.4.7 Испытание модулей на воздействие изменения температуры среды проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 205–1. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули помещают в камеру, в которой заранее установлена пониженная температура минус $(60 \pm 3)^\circ\text{C}$ и выдерживают в выключенном состоянии в течение 1 часа. Затем модули переносят в камеру, в которой заранее установлена повышенная температура плюс $(125 \pm 2)^\circ\text{C}$, и выдерживают в выключенном состоянии в течение 1 часа. Общее число циклов — три. Время переноса — не более 1 минуты.

После окончания последнего цикла модули выдерживают в НКУ один час, затем проводят проверку контролируемых параметров.

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытаний внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения соответствует 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9.

8.4.8 Испытание модулей на воздействие повышенной влажности проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 207–2.

Перед испытанием проводят проверку внешнего вида, установившегося отклонения выходного напряжения и пульсаций выходного напряжения. Модули в выключенном состоянии помещают в камеру влаги и выдерживают в течение 56 суток (длительные) или 21 суток (ускоренные). Модули извлекают из камеры, выдерживают в НКУ не менее двух часов, затем проводят проверку контролируемых параметров.

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытаний внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения соответствует 5.3.1.1, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9.

8.4.9 Испытание модулей на воздействие атмосферного пониженного давления проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 209-1. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида

Инв. № подл.	Подл. и дата	Инв. № докл.	Взам. инв. №	Подл. и дата	Инв. № подл.	ТУ-101/ 41						БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата								41	

модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения.

Модули помещают в барокамеру, давление в камере понижают до $0,67 \cdot 10^3$ Па (5 мм рт.ст.) и выдерживают в течение 1 часа. Модули включают, выдерживают во включенном состоянии 30 минут и измеряют выходное напряжение. Модули выключают. Давление в камере плавно повышают до нормального.

Модули извлекают из камеры, проводят проверку контролируемых параметров.

Модули считают выдержавшими испытания, если во время испытания выходное напряжение не превышает значения $12 \text{ В} \pm 4,5 \%$ и после испытания установившееся отклонение выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.1, внешний вид соответствует установленным требованиям, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9.

8.4.10 Испытание модулей на воздействие атмосферного повышенного давления проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 210-1.

Перед испытанием проводят проверку внешнего вида, установившегося отклонения выходного напряжения и пульсаций выходного напряжения.

Модули помещают в барокамеру, давление в которой повышают до $2,92 \cdot 10^5$ Па (2207 мм рт.ст.) и выдерживают в течение 4 часов. Модули включают, выдерживают во включенном состоянии 1 час, затем измеряют установившееся отклонение выходного напряжения, затем модули выключают. Давление в камере плавно понижают до нормального, после чего модули извлекают из камеры, измеряют контролируемые параметры.

Модули считают выдержавшими испытания, если во время испытания выходное напряжение не превышает значения $12 \text{ В} \pm 4,5 \%$ и после испытания установившееся отклонение выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.1, внешний вид соответствует установленным требованиям, пульсации выходного напряжения соответствуют 5.3.1.9.

8.4.11 Испытание модулей на воздействие специальных факторов проводят по ГОСТ РВ 0020–57.415.

Оценку соответствия модулей требованиям стойкости к воздействию специальных факторов проводят по отдельной программе и методикам, согласованной в установленном порядке.

В случае, если оценка соответствия требованиям стойкости к воздействию специальных факторов проводится с применением расчетно-аналитических методов по ГОСТ РВ 0020–57.415, результаты должны быть представлены в виде протокола оценки, согласованного в установленном порядке.

Подп. и дата Инв. № дубл. Взам. инв. № Подп. и дата Инв. № подл.						БКЯЮ.436430.008ТУ Лист 42
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	ТУ-101/42					

8.4.12 Проверку КТЗ проводят по методике и программе испытаний, согласованными с ОТК.

8.4.13 Испытания на воздействие одиночных импульсов напряжения, возникающих при действии ЭМИ, проводят по ГОСТ РВ 0020–57.415.

Оценку показателей импульсной электрической прочности проводят по отдельной программе и методикам, согласованной в установленном порядке.

В случае, если оценка показателей импульсной электрической прочности проводится с применением расчетно-аналитических методов по ГОСТ РВ 0020–57.415, результаты должны быть представлены в виде протокола оценки, согласованного в установленном порядке.

8.4.14 Испытание модулей на воздействие одиночных ударов проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 106–1 в выключенном состоянии. Перед испытанием проводят контроль внешнего вида модулей, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсаций выходного напряжения. Пиковое ударное ускорение — 1000 g, длительность действия — 0,5 мс. Модули подвергают воздействию по три удара поочередно в каждом направлении по трем взаимно-перпендикулярным осям (шесть направлений).

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, установившееся отклонение выходного напряжения соответствует требованиям 5.3.1.1, а пульсации выходного напряжения соответствуют требованиям 5.3.1.9.

8.5 Контроль соответствия требованиям к надежности

8.5.1 Контроль на соответствие требованиям надежности модулей осуществляют по ГОСТ РВ 0020–57.414 проведением кратковременного и длительного испытаний на безотказность, оценкой показателей безотказности по результатам обобщений результатов испытаний, а также проведением испытаний на сохраняемость с дополнениями и уточнениями, приведенными в данном подразделе.

Допускается применять методы ускоренной оценки надежности по программам и методикам, согласованным и утвержденным в установленном порядке.

8.5.2 Кратковременные испытания на безотказность

8.5.2.1 Испытания на безотказность проводят циклами по 250 часов каждый. Режим и последовательность указаны в таблице 8.3.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 43
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	
БКЯЮ.436430.008ТУ	
Лист	
43	

Таблица 8.3 — Испытания на безотказность

Наименование и последовательность воздействия ВВФ	Длительность воздействия, ч	Электрический режим	Метод испытаний *
Механический удар многократного действия (при скорости 120 уд./мин)	0,5	Максимальное входное напряжение и номинальный выходной ток	8.4.4
Синусоидальная вибрация	10,0	Максимальное входное напряжение и номинальный выходной ток	8.4.1
Повышенная температура корпуса при эксплуатации	60,0	Максимальное входное напряжение и номинальный выходной ток	8.4.5
Пониженная температура среды при эксплуатации	4,0	Обесточенное состояние	8.4.6
Изменение температуры окружающей среды	6,0	Обесточенное состояние	8.4.7
Повышенная влажность воздуха (98 % при температуре +35 °C)	60,0	Обесточенное состояние	8.4.8
Нормальные климатические условия	109,5	Обесточенное состояние	выдержать заданное время
* Контроль параметров-критериев годности в рамках каждого метода испытаний не проводят. Контроль параметров-критериев годности проводят в соответствии с 8.5.1.2 для кратковременных испытаний и в соответствии с 8.5.3.1 для длительных испытаний.			

8.5.2.2 Кратковременные испытания на безотказность проводят в течение 500 часов.

Перед испытаниями, в процессе испытаний (через 250 часов) и после завершения испытаний проводят проверку внешнего вида, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения, температурной и временной нестабильности выходного напряжения и сопротивления изоляции.

Модули считают выдержавшими испытание, если во время и после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, а контролируемые параметры находятся в пределах заданных значений.

8.5.3 Длительные испытания на безотказность

8.5.3.1 Длительные испытания на безотказность являются продолжением кратковременных испытаний на безотказность, проводимых в составе квалификационных испытаний. Длительные испытания на безотказность проводят в режимах и условиях, установленных для кратковременных испытаний согласно 8.5.2.1. В процессе и после испытаний проводят проверку внешнего вида, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения, температурной и временной нестабильности выходного напряжения и сопротивления изоляции. Контроль параметров-критериев годности проводят в процессе испытаний через 1000, 2000, 3000 часов, а также после завершения испытаний.

Инв. № подл. ТУ-101/44	Подп. и дата	
	Инв. № дубл.	
	Взам. инв. №	
	Подп. и дата	
Изм. Лист № докум. Подп. Дата БКЯЮ.436430.008ТУ Лист 44		

Модули считают выдержавшими испытание, если во время и после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, а контролируемые параметры находятся в пределах заданных значений.

8.5.4 Испытания на сохраняемость

8.5.4.1 Испытания на сохраняемость проводят по ГОСТ РВ 0020–57.414. Перед испытаниями, в процессе испытаний и после завершения испытаний проводят проверку внешнего вида, установившегося отклонения выходного напряжения, пульсации выходного напряжения, температурной и временной нестабильности выходного напряжения и сопротивления изоляции.

Модули считают выдержавшими испытание, если во время и после испытания внешний вид соответствует установленным требованиям, а контролируемые параметры находятся в пределах заданных значений.

8.6 Контроль соответствия требованиям к маркировке

8.6.1 Разборчивость и содержание маркировки модулей проверяют по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 407–1 внешним осмотром и сличением данных осмотра с КД.

Модули считают выдержавшими испытание, если маркировка разборчива, соответствует образцам внешнего вида, а содержание соответствует КД.

8.6.2 Испытание маркировки модулей на прочность проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 407–2.

Маркировку протирают три раза в двух противоположных направлениях тампоном из ваты, увлажненным водой температурой $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$ с усилием $(5 \pm 0,5) \text{ Н}$ на площадь 1 см^2 .

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытания сохраняется ее разборчивость и соответствие образцам внешнего вида.

8.6.3 Проверку стойкости маркировки модулей проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 407–3.

Испытания проводят десятикратным протираанием маркировки ватным тампоном, смоченным спирто-нефрасовой смесью температурой $(25 \pm 10) ^\circ\text{C}$, составленной из равных частей.

Модули считают выдержавшими испытание, если после испытания сохраняется ее разборчивость и соответствие образцам внешнего вида.

8.7 Контроль соответствия требованиям к упаковке

8.7.1 Проверку соответствия упаковки требованиям КД проводят по ГОСТ РВ 0020–57.416 методом 404–2.

Инв. № подл.	ТЧ-101/45	Подп. и дата				
		Инв. № дубл.				
		Взам. инв. №				
		Подп. и дата				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						45

Упаковку модулей считают выдержавшей испытание по требованиям 5.7.1, если при визуальном осмотре не обнаружено механических повреждений упаковки, ухудшающих ее защитные свойства.

9 Транспортирование и хранение

9.1 Модули транспортируют в упаковке, предохраняющей от механических воздействий и прямого попадания атмосферных осадков, транспортом всех видов в соответствии с требованиями ГОСТ РВ 0020–39.412.

9.2 Модули хранят в соответствии с требованиями ГОСТ В 9.003 и настоящих ТУ.

Инв. № подл.	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подл. и дата
ТУ-101/ 47				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
БКЯЮ.436430.008ТУ				Лист
				47

Копировал

Формат А4

10 Указания по эксплуатации

10.1 Эксплуатация модулей должна осуществляться с учетом требований по защите от статического электричества в соответствии с ГОСТ Р 53734.5.6 степень жесткости III.

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

10.3 При проведении измерений электрических параметров и при монтаже в аппаратуру модули следует брать руками за корпус, не касаясь контактных площадок.

10.4 Допускается устанавливать на модули теплоотводы любой конструкции, обеспечивающие заданную температуру теплоотводящей поверхности модулей, в том числе использование принудительного обдува.

10.5 Запрещается подключение и отключение модулей к электрическим цепям, находящимся под напряжением.

10.6 Модули должны храниться в упаковке изготовителя или в шкафу сухого хранения при температуре (25 ± 5) °C и относительной влажности не более 10 % до монтажа на печатную плату. Время хранения модулей после извлечения из упаковки или из шкафа сухого хранения до оплавления нанесенной паяльной пасты не должно превышать 24 часов.

10.7 Монтаж модулей на печатную плату производить с использованием оборудования для поверхностного монтажа электрорадиоизделий с учетом требований ГОСТ Р 56427. При выборе паяльных паст руководствоваться требованиями ГОСТ Р 59681. Использовать паяльные пасты с шариками припоя не менее 3 типа (размер шариков 20 – 45 мкм) из оловянно-свинцовых сплавов: Sn63/Pb37; Sn62/Pb36/Ag2 или Sn62.6/Pb36.8/Ag0.4/Sb0.2. Рекомендуется использовать пасту припойную 7141 ТУ 029–00387275–2021.

Рекомендуемый диапазон толщин трафарета для нанесения паяльной пасты 0,1...0,15 мм. Основные требования по настройке термопрофиля оплавления паяльных паст приведены на рисунке К.1 в приложении К.

Рекомендуемые размеры апертур трафарета а также размеры металлизированных контактных площадок на печатной плате показаны в приложениях А - Г и приложении И.

10.8 Марки материалов, применяемых для очистки печатных плат, способ очистки и его режимы выбирают по ГОСТ Р 70798 с учетом варианта и плотности монтажа, примененных флюсов, конструкции модулей, имеющегося оборудования и объемов выпуска печатных узлов.

Допускается применять моющие жидкости на основе концентратов типа Vigon A300 или Zestron FA+, придерживаясь режимов отмытки и ополаскивания, указанных в рекомендациях производителей промывочных жидкостей и соответствующего оборудования для их использования.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/48
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	
БКЯЮ.436430.008ТУ	
Лист	
48	

После водных процессов отмывки и ополаскивания необходимо проводить сушку с использованием процессов принудительной конвекции, т. е. с обдувом горячим воздухом, температурой плюс 70 °С – плюс 90 °С, в течение 90 – 120 минут. Допускается промывка поверхности модулей спиртонефрасовой смесью. После промывки не должно быть видимых остатков флюса и других загрязнений.

10.9 Типовая схема включения модулей приведена на рисунке 10.1.

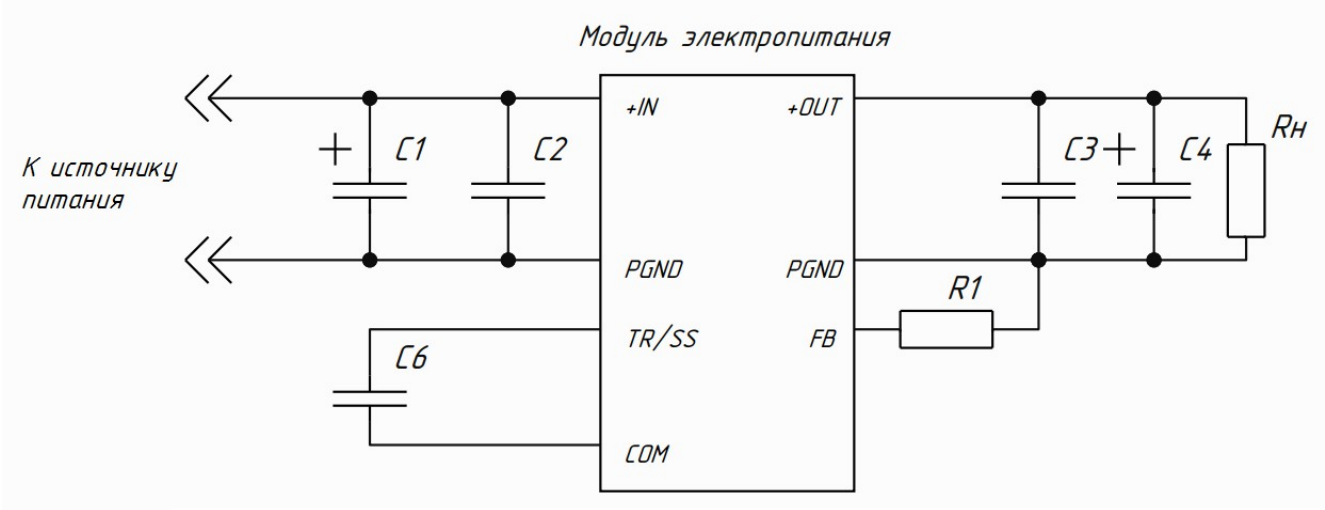


Рисунок 10.1 — Типовая схема включения модулей

В таблице 10.1 указано минимальное значение емкости конденсаторов C1 и C2 на входе модуля. Максимальная емкость конденсатора по входу модуля не ограничена и выбирается с учетом конкретных условий эксплуатации. Конденсаторы должны быть расположены в непосредственной близости от контактных площадок модуля. В качестве конденсатора C2 рекомендуется использовать планарные многослойные керамические ЧИП конденсаторы. В качестве конденсатора C1 рекомендуется использовать оксидно-полупроводниковые танталовые конденсаторы типа К53-72 или подобные. Допускается использование только керамических конденсаторов, при этом суммарная емкость конденсаторов должна соответствовать суммарной емкости конденсаторов C1 и C2.

В таблице 10.2 указано минимальное значение емкости конденсаторов на выходе модуля, C3 и C4. Величина емкости выходных конденсаторов влияет на величину пульсаций выходного напряжения, а так же на величину переходного отклонения выходного напряжения. Емкость выходных конденсаторов выбирается из конкретных требуемых условий эксплуатации. В качестве танталовых конденсаторов рекомендуется использовать конденсаторы с низким значением эквивалентного последовательно сопротивления (менее 100 мОм), например К53-72. В качестве конденсатора C3 рекомендуется использовать планарные многослойные керамические ЧИП конденсаторы.

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/49

Таблица 10.1 — Минимальное значение емкости входных конденсаторов для типовой схемы включения модулей

Тип модуля	Индекс номинального входного напряжения	C1 (Танталовый), мкФ	C2 (Керамический), мкФ
МНМ0,8	«В»	22	4,7
МНМ3,6	«Г»	22	10
МНМ4	«В»	22	10
МНМ6	«В»	22	10
МНМ10	«В»	-	30

Эквивалентное последовательное сопротивление танталовых конденсаторов должно быть не более 100 мОм.

Вместо танталового конденсатора допускается установка конденсатора любого другого типа такой же емкости с низким значением эквивалентного последовательно сопротивления (менее 100 мОм).

Таблица 10.2 — Минимальное значение емкости выходных конденсаторов для типовой схемы включения модулей

Тип модуля	Индекс номинального входного напряжения	C4 (Танталовый), мкФ	C3 (Керамический), мкФ
МНМ0,8	«В»	68	47
МНМ3,6	«Г»	100	100
МНМ4	«В»	100	100
МНМ6	«В»	100	188
МНМ10	«В»	-	282

Эквивалентное последовательное сопротивление танталовых конденсаторов должно быть не более 100 мОм.

Вместо танталового конденсатора допускается установка конденсатора любого другого типа такой же емкости с низким значением эквивалентного последовательно сопротивления (менее 100 мОм).

В таблице 10.3 указана максимальная суммарная емкость конденсаторов на выходе модуля для максимального выходного напряжения, номинальной мощности нагрузки и номинального входного напряжения. Необходимо учесть, что при увеличении емкости выходных конденсаторов время запуска модуля увеличивается. При уменьшении выходного

Подп. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 50

напряжения относительно максимального выходного напряжения, суммарная емкость выходных конденсаторов может быть пропорционально увеличена.

Таблица 10.3 — Максимальная суммарная емкость конденсаторов на выходе модуля

Тип модуля	Индекс номинального входного напряжения	Суммарная выходная емкость, мкФ
МНМ0,8	«В»	2000
МНМ3,6	«Г»	10000
МНМ4	«В»	10000
МНМ6	«В»	20000
МНМ10	«В»	30000

10.10 Модули имеют встроенный режим плавного пуска. Режим плавного пуска модуля регулируется изменением емкости конденсатора С6. В качестве конденсатора С6 рекомендуется использовать керамический конденсатор с низким током утечки, например К10-84в. Максимальная емкость конденсатора С6 не ограничена. Допускается не устанавливать конденсатор С6, при этом время плавного пуска будет минимальным. Максимальное напряжение на контактной площадке «TR/SS» не превышает 4 В для всех модулей.

У модулей МНМ0,8 режим плавного пуска фиксирован и не может быть изменен внешними компонентами.

У модулей МНМ3,6, МНМ4, МНМ6 и МНМ10 функция плавного пуска совмещена с функцией трекинга. Данная функция позволяет регулировать выходное напряжение модуля (контролировать скорость нарастания выходного напряжения модуля) в процессе запуска. Выходное напряжение модуля регулируется с помощью напряжения на контактной площадке «TR/SS». При подаче напряжения на контактную площадку «TR/SS» меньше 0,97 В для МНМ6 и МНМ10 и меньше 1,6 В для МНМ3,6 и МНМ4, выходное напряжение регулируется пропорционально напряжению на контактную площадку «TR/SS». При подаче напряжения на контактную площадку «TR/SS» более 1 В для МНМ6 и МНМ10 и более 1,6 В для МНМ3,6 и МНМ4, выходное напряжение определяется резистором R1.

10.11 Модули могут включаться и выключаться по внешней команде подаваемой на контактную площадку «EN». Дистанционное включение (выключение) модулей осуществляться путем соединения контактной площадки «EN» с контактной площадкой «PGND» или «COM». Соединение может осуществляться с помощью механического контакта или электрического ключа типа «открытый коллектор». При этом через ключ может протекать ток до 2 мА, а максимальное падение напряжение на ключе должно быть не более 1,0 В. В разомкнутом состоянии к ключу может быть приложено напряжение до 6 В, допустимый ток утечки через ключ не должен превышать 50 мкА.

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 51

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						51

Контактные площадки «PGND» и «COM» соединены между собой внутри модуля.

10.12 Установка выходного напряжения модулей осуществляется путем подключения резистора R1 между контактными площадками «FB» и «PGND». Сопротивление резистора для выходных напряжений можно определить по формуле, приведенной в таблице 10.4.

Т а б л и ц а 10.4 — Соответствие сопротивление резистора R1 выходному напряжению модуля

Тип модуля	Формула для вычисления сопротивления резистора R1
МНМ0,8	$3900 / (U_{out} - 1)$
МНМ3,6, МНМ4	$3783 / (U_{out} - 0,97)$
МНМ6	$3783 / (U_{out} - 0,97)$
МНМ10	$6000 / (U_{out} - 0,606)$
Примечания: 1 U_{out} — устанавливаемое выходное напряжение, В; 2 R1 — сопротивление резистора, Ом.	

При выборе выходного напряжения модуля необходимо учитывать падение напряжения вход-выход на модуле. Максимальное выходное напряжение модуля с учетом падения напряжения вход – выход при максимальном токе нагрузки модуля приведено в 10.14.

Для установки выходного напряжения рекомендуется применять прецизионные резисторы, с низким допустимым отклонением и низким температурным коэффициентом сопротивления, например R1-8МП.

Резистор необходимо устанавливать в непосредственной близости к контактным площадкам «FB» и «PGND».

10.13 Типовая трассировка многослойной печатной платы для каждого модуля приведена в приложении Ж. Контактная площадка «HS/PGND» используется для отвода тепла от микросхемы ШИМ-контроллера установленного внутри модуля. Данная контактная площадка должна быть распаяна на медный полигон обеспечивающий допустимый температурный режим работы модуля. Для уменьшения теплового сопротивления между контактной площадкой «HS/PGND» и теплоотводящим полигоном рекомендуется использовать увеличенное количество переходных отверстий. Для более эффективного сброса тепла в окружающую среду рекомендуется использовать дополнительный радиатор, как показано на рисунке 10.2. При эксплуатации температура контактной площадки «HS/PGND» не должна превышать 125 °С. При превышении указанной температуры в модуле может срабатывать защита по превышению температуры ШИМ-контроллера, блокирующая работу модуля.

Подп. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 52

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						52

Таблица 10.5 — Режим работы модуля

Тип модуля	Режим работы	Напряжение на контактной площадке «SYNC», В		
		Мин.	Ном.	Макс.
МНМ0,8	Пакетный режим	0	–	0,6
	Режим пропуска импульсов	1,8	NC	5,0
	Режим плавающей частоты	Отсутствие внешней синхронизации		
МНМ3,6, МНМ4	Пакетный режим	0	–	0,6
	Режим пропуска импульсов	3,0	NC	5,0
	Режим плавающей частоты	3,0	–	5,0
МНМ6	Пакетный режим	0	–	0,6
	Режим пропуска импульсов	–	NC	–
	Режим плавающей частоты	3,0	–	5,0
МНМ10	Пакетный режим	0	–	0,6
	Режим пропуска импульсов	–	NC	–
	Режим плавающей частоты	3	–	5
Примечание - NC — контактная площадка не подключена				

В таблице 10.5 приведен ток потребления на ХХ в режиме пропуска импульсов.

10.16 Модули имеют режим синхронизации по переднему фронту тактовых импульсов подаваемых на контактную площадку «SYNC». При синхронизации от внешнего сигнала модули автоматически переходят в режим пропуска импульсов на малых нагрузках. Параметры внешнего синхроимпульса приведены в таблице 10.6. Модули способны работать на более высокой частоте чем приведена в таблице 10.6, при этом не гарантируется стабильность параметров модуля во всем рабочем диапазоне.

Таблица 10.6 — Параметры внешнего синхроимпульса модулей МНМ0,8, МНМ3,6 МНМ4, МНМ6 и МНМ10

Тип модуля	Параметр	Мин.	Ном.	Макс.
МНМ0,8	Верхний уровень импульса, В	1,8	–	5,0
	Нижний уровень импульса, В	0	–	0,6
	Коэффициент заполнения	0,2	–	0,7
	Частота синхроимпульсов, кГц	400	500	600
МНМ3,6, МНМ4	Верхний уровень импульса, В	2,4	–	5,0
	Нижний уровень импульса, В	0	–	0,6
	Коэффициент заполнения	0,2	–	0,7
	Частота синхроимпульсов, кГц	400	500	600

Инв. № подл.	ТЧ-101/ 54	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ		Лист
Инв. № докл.									54
Взам. инв. №									
Подп. и дата									
Подп. и дата									

Продолжение таблицы 10.6

Тип модуля	Параметр	Мин.	Ном.	Макс.
МНМ6	Верхний уровень импульса, В	1,5	—	5,0
	Нижний уровень импульса, В	0	—	0,6
	Коэффициент заполнения	0,2	—	0,7
	Частота синхроимпульсов, кГц	300	400	500
МНМ10	Верхний уровень импульса, В	1,5	—	5,0
	Нижний уровень импульса, В	0	—	0,6
	Коэффициент заполнения	0,2	—	0,7
	Частота синхроимпульсов, кГц	350	380	500

10.17 Модули имеют режим плавающей частоты, позволяющий уменьшить создаваемые модулем помехи для обеспечения лучшей электромагнитной совместимости. При этом частота преобразования модуля модулируется более низкой частотой. Выбор режима плавающей частоты осуществляется путем подачи соответствующего уровня напряжения на контактную площадку «SYNC» согласно таблице 10.5.

10.18 Модули МНМ6 и МНМ10 имеют выход тактовых импульсов, контактную площадку «CLKOUT». Частота тактовых импульсов равна частоте преобразования модуля. Амплитуда импульсов находится в диапазоне от 3,0 до 3,5 В. Данный сигнал может быть использован для синхронизации частоты работы нескольких модулей по схеме ведущий-ведомый. Для этого необходимо соединить контактную площадку «CLKOUT» ведущего модуля с контактными площадками «SYNC» ведомых модулей. Максимальное количество подключаемых ведомых модулей не более четырех. Для увеличения количества подключаемых ведомых модулей можно использовать каскадную схему подключения.

Если ведущий модуль находится в пакетном режиме работы, то на контактной площадке «CLKOUT» присутствует низкий уровень напряжения, не более 0,6 В. При этом ведомые модули также переходят в пакетный режим работы.

10.19 Модули МНМ10 имеют режим параллельной работы по выходу — работа на общую нагрузку. Количество параллельно подключаемых модулей — два. Это позволяет увеличить выходной ток до 20 А. Разбаланс между токами каждого модуля, при параллельном включении модулей, не превышает $\pm 12\%$ относительно половины тока нагрузки, при токе нагрузки 18 А. Существенное влияние на разбаланс по токам оказывает симметричность силового контура при разводе печатной платы. Параллельное включение модулей осуществляется по схеме приведенной на рисунке 10.3. При параллельном включении модулей

Инв. № подл. 74-101/55	Подп. и дата														
	Инв. № дубл.														
	Взам. инв. №														
	Подп. и дата														
<table border="1"> <tr> <td>Изм.</td> <td>Лист</td> <td>№ докум.</td> <td>Подп.</td> <td>Дата</td> <td rowspan="2">БКЯЮ.436430.008ТУ</td> <td>Лист</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>55</td> </tr> </table>			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист									
						55									

необходимо обращать внимание на корректность подключения цепи компенсации — контактные площадки «VC» и обратной связи по напряжению — контактная площадка «FB».

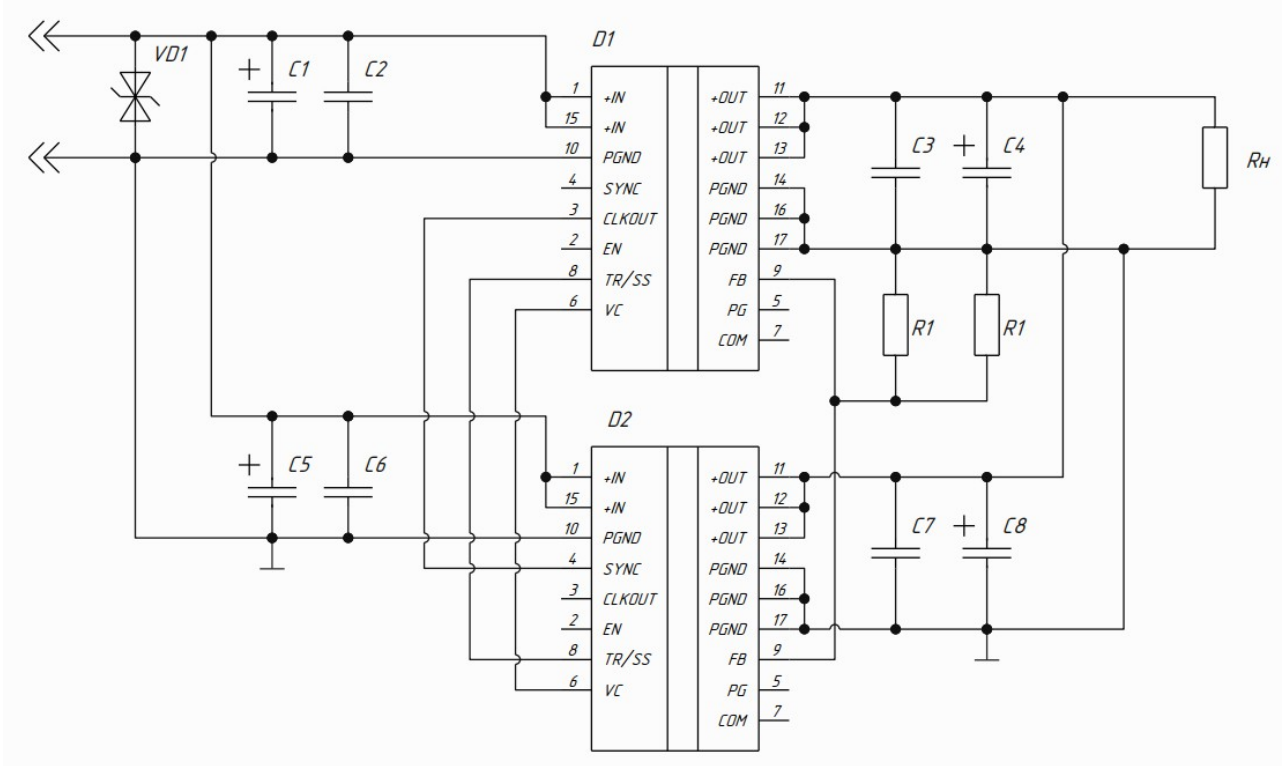


Рисунок 10.3 — Параллельное включение двух модулей MNM10

Таблица 10.7 — Параметры элементов схемы параллельного включения

Индекс номинального входного напряжения	C1, C5 (Танталовый), мкФ	C2, C6 (Керамич.), мкФ	C3, C7 (Керамич.), мкФ	C4, C8 (Танталовый), мкФ	R1.1, R1.2
«В»	Соответствует C1 таблицы 10.1	Соответствует C2 таблицы 10.1	Соответствует C3 таблицы 10.1	Соответствует C4 таблицы 10.1	Каждый из резисторов равен R1 в соответствии с таблицей 10.4

10.20 Указания по утилизации

10.20.1 Модули после эксплуатации подлежат утилизации. Порядок и методы утилизации устанавливают в договорах (контрактах) на поставку модулей.

Подл. и дата	Инв. № дудл.	Взам. инв. №	Подл. и дата	Инв. № подл.
				ТУ-101/ 56

11 Гарантии изготовителя

11.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества модулей требованиям настоящих ТУ при соблюдении потребителем условий и правил хранения, транспортирования, монтажа и эксплуатации, установленных в настоящих ТУ.

11.2 Гарантийный срок эксплуатации – 5 лет с даты изготовления, а для модулей, подвергшихся перепроверке, с даты перепроверки.

11.3 Гарантийный срок хранения – 5 лет с даты изготовления.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата
ТУ-101/ 57				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
БКЯЮ.436430.008ТУ				Лист
				57

Копировал

Формат А4

Модуль типа МНМ0,8. Общий вид

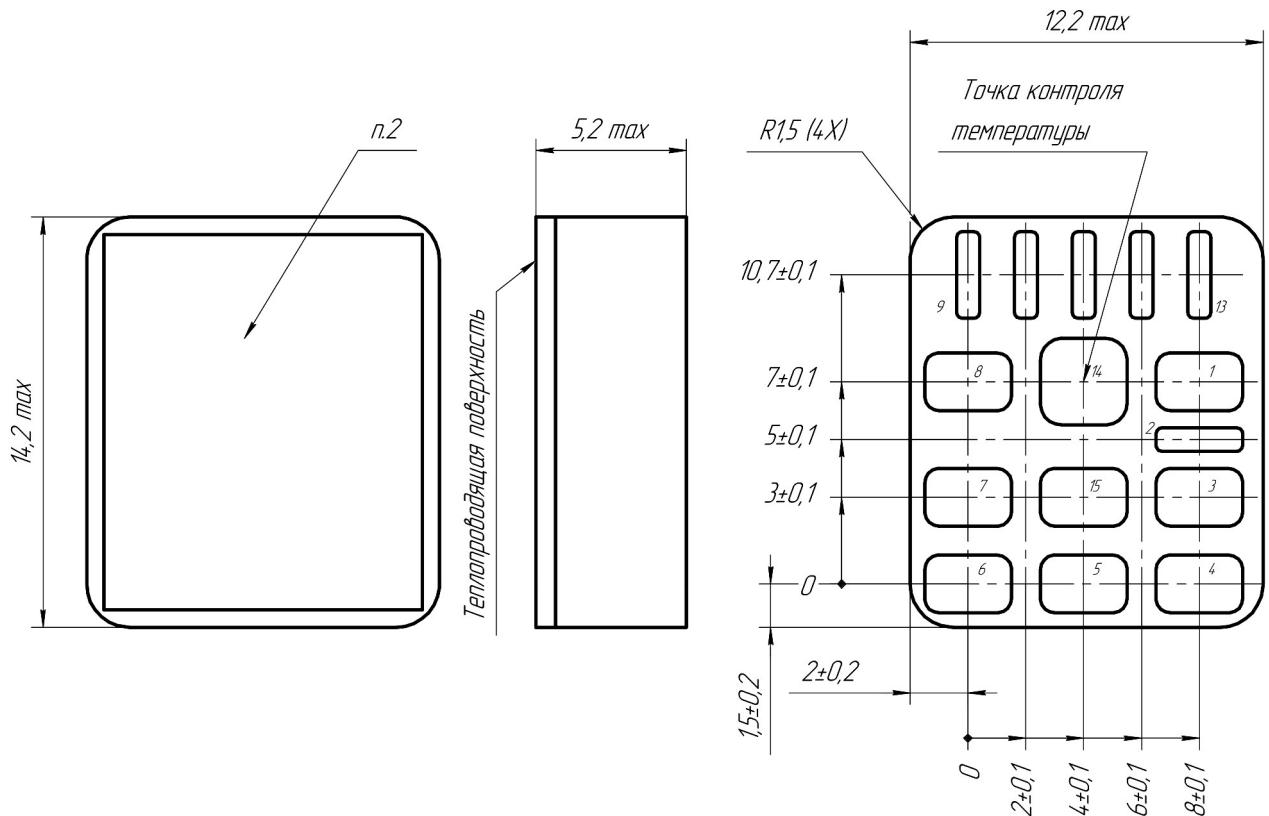


Таблица А.1 — Размеры контактных площадок

№ контактной площадки	Форма контактной площадки	Длина, мм	Ширина, мм	Радиус скругления, мм	Размер апертур трафарета см. Приложение И
1, 3, 4, 5, 6, 7, 8		3	2	0,5	рис. И.1
14		3	3	0,75	рис. И.1
2, 9, 10, 11, 12, 13		3	0,8	0,2	рис. И.2

1 Обозначение контактных площадок:

11 – «PG»

13 – «EN»

14 – «HS/PGND»

2 Место маркировки товарного знака предприятия-изготовителя, типономинала, отметки ОТК, клейма ОТК, индивидуального номера и даты изготовления.

Пример записи в конструкторской документации:

МНМ0,8-1В4,015,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ

Рисунок А.1 — Модули типа МНМ0,8

Подп. и дата		№ контактной площадки	Форма контактной площадки	Длина, мм	Ширина, мм	Радиус скругления, мм	Размер апертур трафарета см. Приложение И
		1, 3, 4, 5, 6, 7, 8		3	2	0,5	рис. И.1
		14		3	3	0,75	рис. И.1
		2, 9, 10, 11, 12, 13		3	0,8	0,2	рис. И.2

1 Обозначение контактных площадок:

1 – «+IN»	4, 5, 6 – «+OUT»	11 – «PG»
2 – «FB»	9, 12 – «COM»	13 – «EN»
3, 7, 8, 15 – «PGND»	10 – «SYNC»	14 – «HS/PGND»

2 Место маркировки товарного знака предприятия-изготовителя, типономинала, отметки ОТК, клейма ОТК, индивидуального номера и даты изготовления.

Пример записи в конструкторской документации:

МНМ0,8-1В4,015,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ

Рисунок А.1 — Модули типа МНМ0,8

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
						58

Приложение Б
(обязательное)
Модуль типа МНМ3,6, МНМ4. Общий вид

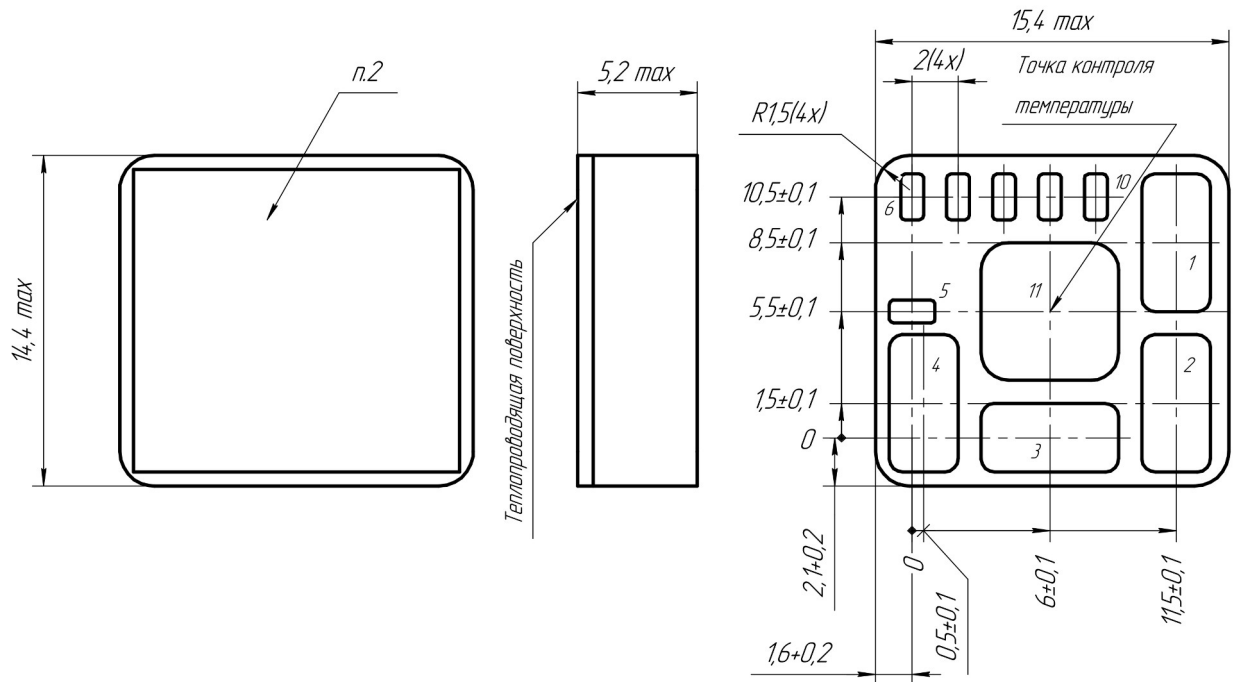


Таблица Б.1 — Размеры контактных площадок

№ контактной площадки	Форма контактной площадки	Длина, мм	Ширина, мм	Радиус скругления, мм	Размер апертур трафарета см. Приложение И
1, 2, 3, 4		6	3	0,6	рис. И.1
11		6	6	1,2	рис. И.1
5, 6, 7, 8, 9, 10		2	1	0,2	рис. И.2

1 Обозначение контактных площадок:

1, 4 – «PGND»	5 – «FB»	8 – «SYNC»	11 – «HS/PGND»
2 – «+IN»	6 – «COM»	9 – «TR/SS»	
3 – «+OUT»	7 – «EN»	10 – «PG»	

2 Место маркировки товарного знака предприятия-изготовителя, типономинала, отметки ОТК, клейма ОТК, индивидуального номера и даты изготовления.

Пример записи в конструкторской документации:

МНМ4-1В4,015,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ

МНМ3,6-1Г11,512,5Т БКЯЮ.436430.008ТУ

Рисунок Б.1 — Модули типа МНМ3,6, МНМ4

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 59

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЯЮ.436430.008ТУ

Лист

59

Приложение В
(обязательное)
Модуль типа МНМ6. Общий вид

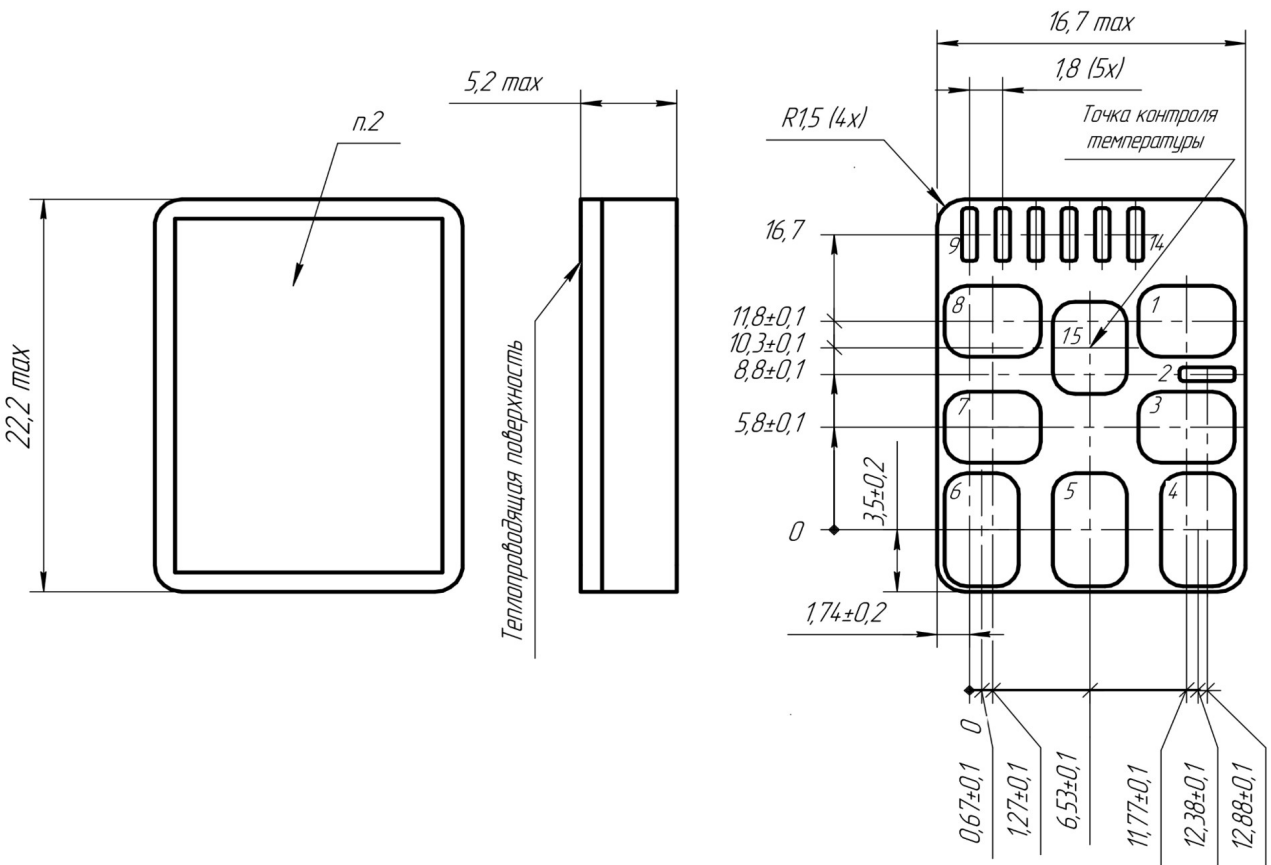


Таблица В.1 — Размеры контактных площадок

№ контактной площадки	Форма контактной площадки	Длина, мм	Ширина, мм	Радиус скругления, мм	Размер апертур трафарета см. Приложение И
1, 3, 7, 8, 15		5,2	4	1,2	рис. И.1
4, 5, 6		6,4	4	1,2	рис. И.1
2, 9, 10, 11, 12, 13, 14		3	0,8	0,2	рис. И.2

1 Обозначение контактных площадок:

1, 8 – «+IN»	4, 5, 6 – «+OUT»	11 – «SYNC»	14 – «PG»
2 – «FB»	9 – «EN»	12 – «TR/SS»	15 – «HS/PGND»
3, 7 – «PGND»	10 – «CLKOUT»	13 – «COM»	

2 Место маркировки товарного знака предприятия-изготовителя, типоминнала, отметки ОТК, клейма ОТК, индивидуального номера и даты изготовления.

Пример записи в конструкторской документации:

МНМ6-1В4,015,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ

Рисунок В.1 — Модули типа МНМ6

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.	ТУ-101/ 60
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ
					Лист 60

Приложение Г
(обязательное)
Модуль типа МНМ10. Общий вид

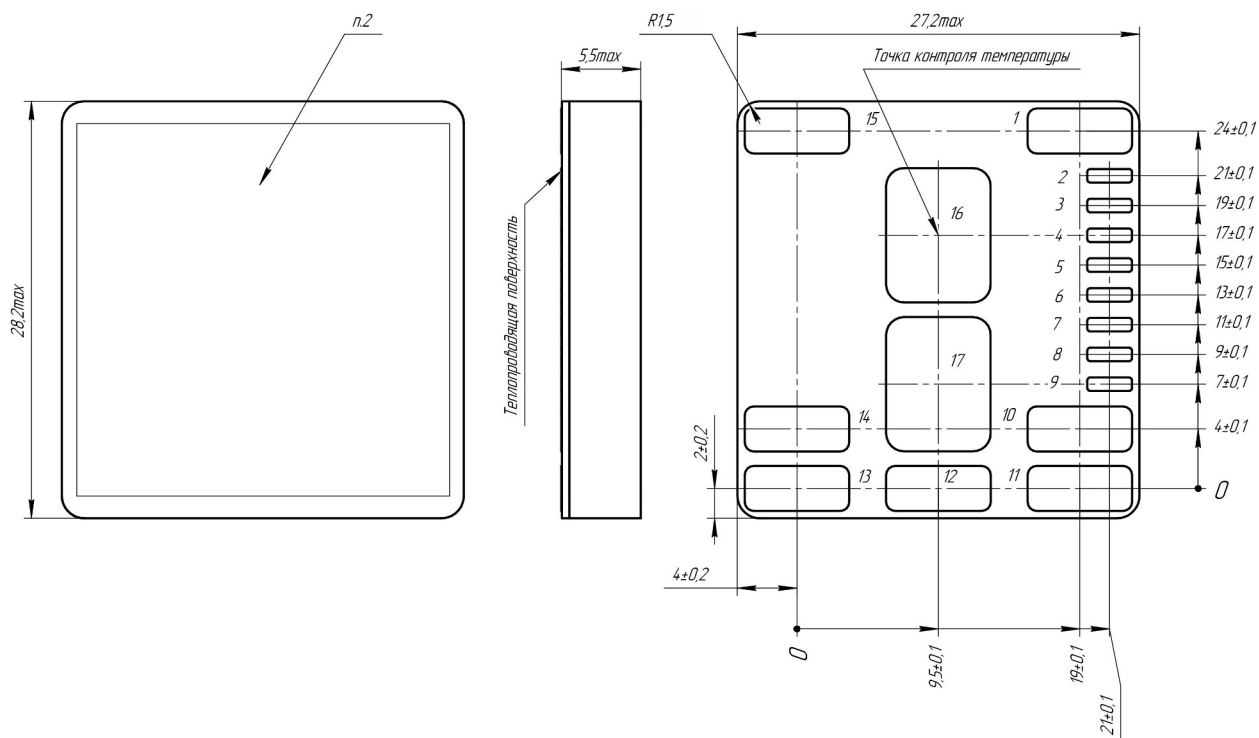


Таблица Г.1 — Размеры контактных площадок

№ контактной площадки	Форма контактной площадки	Длина, мм	Ширина, мм	Радиус скругления, мм	Размер апертур трафарета см. Приложение И
1, 10, 11, 12, 13, 14, 15		7	3	0,6	рис. И.1
16, 17		9	7	1,2	рис. И.1
2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9		3	1	0,2	рис. И.2

1 Обозначение контактных площадок:

1, 15 – «+IN»	4 – «SYNC»	7 – «COM»	10, 14, 17 – «PGND»
2 – «EN»	5 – «PG»	8 – «TR/SS»	11, 12, 13 – «+OUT»
3 – «CLKOUT»	6 – «VC»	9 – «FB»	16 – «HS/PGND»

2 Место маркировки товарного знака предприятия-изготовителя, типономинала, отметки ОТК, клейма ОТК, индивидуального номера и даты изготовления.

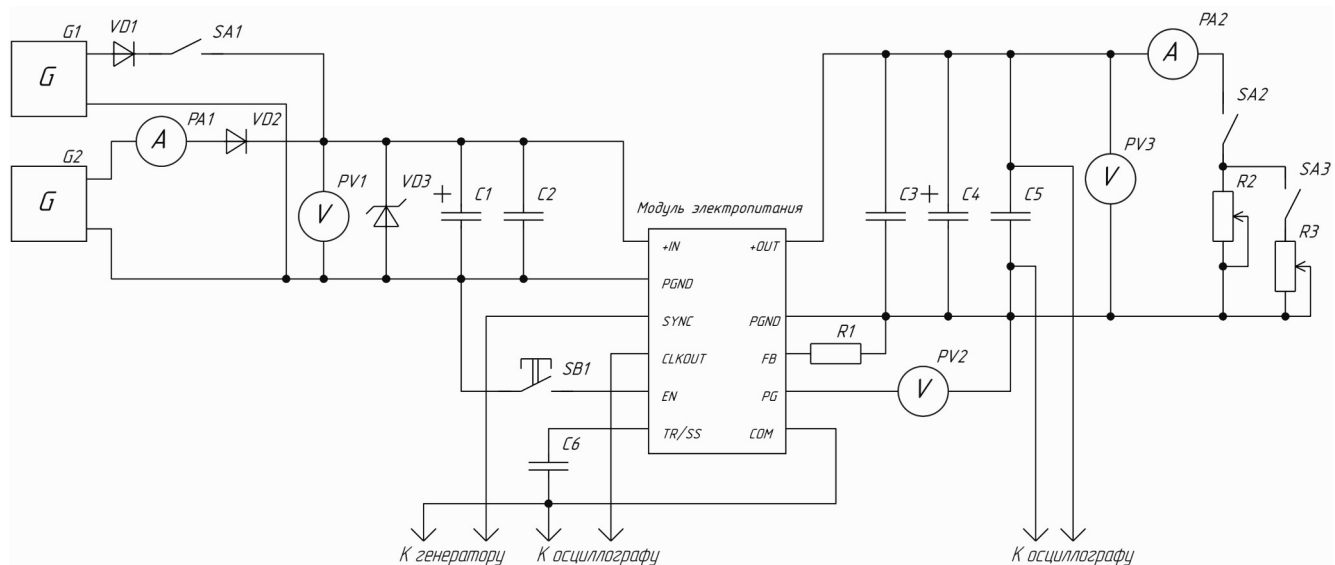
Пример записи в конструкторской документации:

МНМ10-1В4,015,0Т БКЯЮ.436430.008ТУ

Рисунок Г.1 — Модули типа МНМ10

Инв. № подл.	ТУ-101/ 61	Подл. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подл. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист	61
--------------	------------	--------------	--------------	--------------	--------------	------	------	----------	-------	------	-------------------	------	----

Приложение Д (обязательное) Схема измерения параметров модулей



- C1, C2 — тип и номинал конденсаторов соответствует приведенным в таблице 10.1;
- C3, C4, — тип и номинал конденсаторов соответствует приведенным в таблице 10.2;
- C5 — керамический конденсатор 0,1 мкФ;
- C6 — керамический конденсатор напряжением не менее 6.3 В и емкостью в соответствии с методиками испытаний;
- R1 — резистор в соответствии с таблицей 10.4.
- R2, R3 — нагрузочный резистор. Выбирается в соответствии с напряжением и током нагрузки;
- SB1 — Кнопка малогабаритная КМ1-1 или подобная;
- VD1, VD2 — выпрямительный диод для защиты источников питания G1 и G2, выбираются в соответствии с прикладываемым обратным напряжением и протекающими прямыми токами;
- VD3 — защитный диод (супрессор), выбирается в соответствии с напряжением питания модуля;
- SA1, SA2, SA3 — выключатели, выбираются в соответствии с токами коммутируемых цепей.

Рисунок Д.1 — Схема измерения параметров модулей

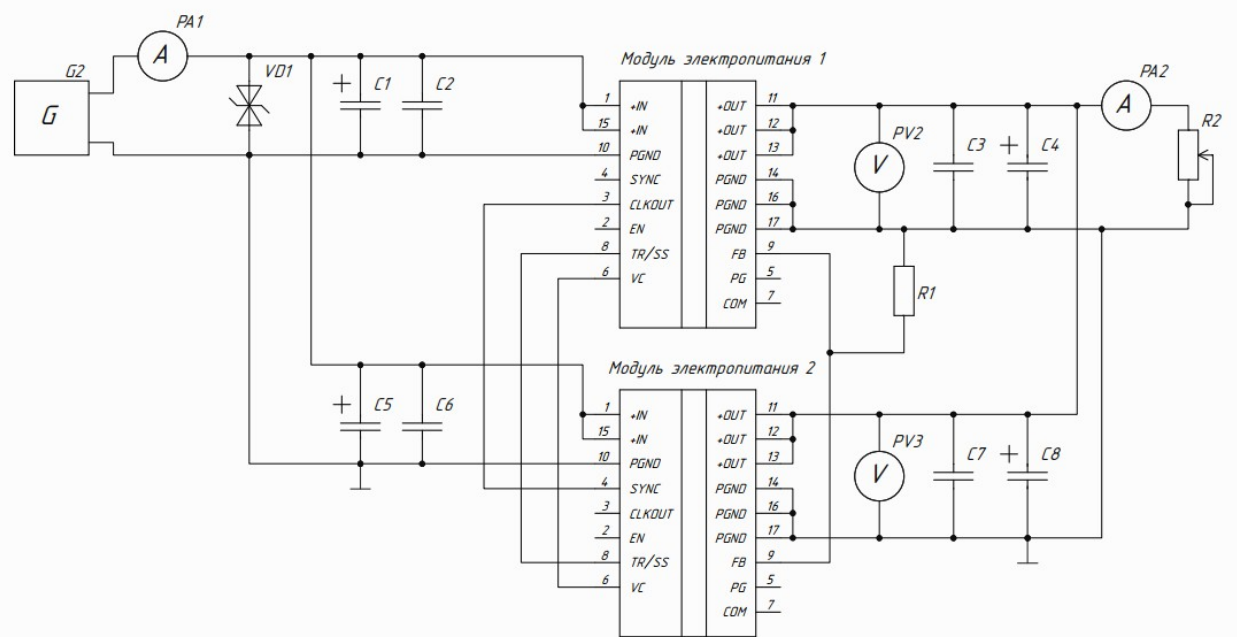
Подп. и дата	
Инв. № дудл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 62

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

БКЯЮ.436430.008ТУ

Лист

62



C1, C2, C5, C6 — тип и номинал конденсаторов соответствует приведенным в таблице 10.1;

C3, C4, C7, C8 — тип и номинал конденсаторов соответствует приведенным в таблице 10.2;

R1 — резистор установки выходного напряжения. Чип-резистор 1,58 кОм 0,1 Вт 1%;

R2 — нагрузочный резистор. Выбирается в соответствии с напряжением и током нагрузки;

VD1 — защитный диод (супрессор), выбирается в соответствии с напряжением питания модуля.

Рисунок Д.2 — Схема измерения параметров модулей МНМ10 при параллельной работе

Подл. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 63

Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата

БКЯЮ.436430.008ТУ

Лист

63

Приложение Е
(рекомендуемое)
Перечень средств измерений

Таблица Е.1

Наименование, тип	Номер в ФИФОЕИ	Предел измерения (установки)	Погрешность	Позиционные обозначения для рисунка Д.1 и Д.2	Номер метода испытания	Допустимая погрешность измерения параметра	Коэффициент точности измерений
Штангенциркуль с цифровой индикацией двусторонний с глубиномером ШЦЦ-I-150	36462-07	150 мм	± 0,03 мм	-	8.2.2	± 0,1 мм	3,33
Установка для проверки параметров электрической безопасности GPT-79803	50682-12	9999 МОм	± 1 %	-	8.3.1	± 3 %	3
Генератор сигналов специальной формы АКИП-3409/2	53064-13	10 МГц 10 В	$\pm 1 \cdot 10^{-4}$ Гц ± 0,02 %	-	8.3.12	± 1 Гц ± 0,1 %	10 ⁴ 5
Вольтамперметр М2038	5368-76	30 А, 600 В	± 0,5 %	РА1, РА2	8.3.9, 8.3.10, 8.3.11, 8.3.14	± 1,5 %	3
Осциллограф цифровой запоминающий GDS-71104В	68026-17	100 МГц 10 В/дел	± 0,005 % ± 3 %	-	8.3.2, 8.3.3, 8.3.4, 8.3.5, 8.3.12, 8.3.13, 8.3.15, 8.3.16	± 0,1 % ± 10 %	20 3,33
Вольтметр универсальный цифровой GDM-8246	34295-07	1000 В	± 0,02 %	PV1, PV2, PV3	8.3.7, 8.3.8, 8.3.10, 8.3.11, 8.3.14, 8.3.17	± 0,5 %	25
Источник питания постоянного тока лабораторный программируемый EA-PSI 9080-100	61608-15	80 В, 100 А	± 0,1 % ± 0,2 %	G1, G2	-	± 0,5 % ± 1,5 %	5 7,5
Весы лабораторные ВЛТЭ-1100	67763-17	1100 г	± 0,01 г	-	8.2.5	± 0,2 г	20
Нагрузка электронная программируемая EA-EL-3160-60	62972-15	160 В 60 А	± 0,1 % ± 0,2 %	R2, R3	-	± 0,5 % ± 1,5 %	5 7,5
Эквивалент сети NNBL 8226-2	55152-13	От 9 кГц до 100 МГц	± 0,2 дБ	-	8.3.18	-	-
Анализатор спектра FPC1500	74853-19	От 9 кГц до 3 ГГц	± 1,3 дБ	-	8.3.18	± 4,5 дБ	3,46
Измеритель-регулятор микропроцессорный TPM1	17023-00	от -60 °С до +200 °С	± 0,1 °С	-	8.4.5	± 2 °С	20
Термопреобразователи сопротивления медные 50М	90915-23	от -50 °С до +190 °С	± 0,3 °С	-	8.4.5	± 2 °С	6,7
Примечание - допускается использование других средств измерений с погрешностями не более указанных в таблице Е.1.							

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	ТУ-101/ 64

Приложение Ж
(рекомендуемое)
Типовая топология ПП

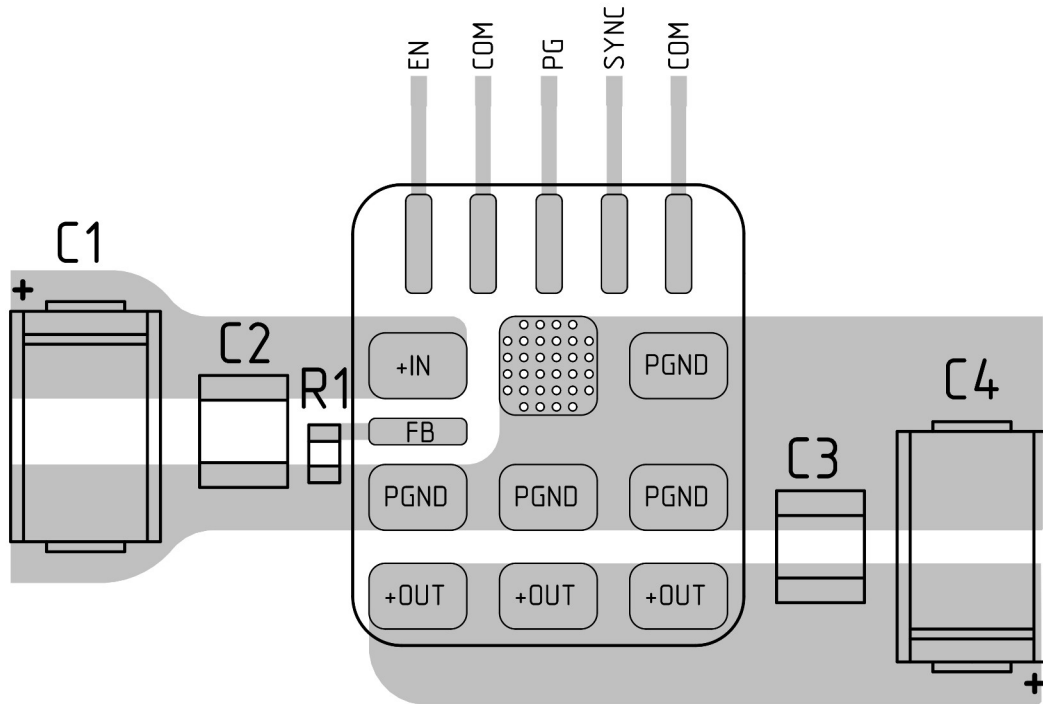


Рисунок Ж.1 — МНМ0,8. Типовая топология

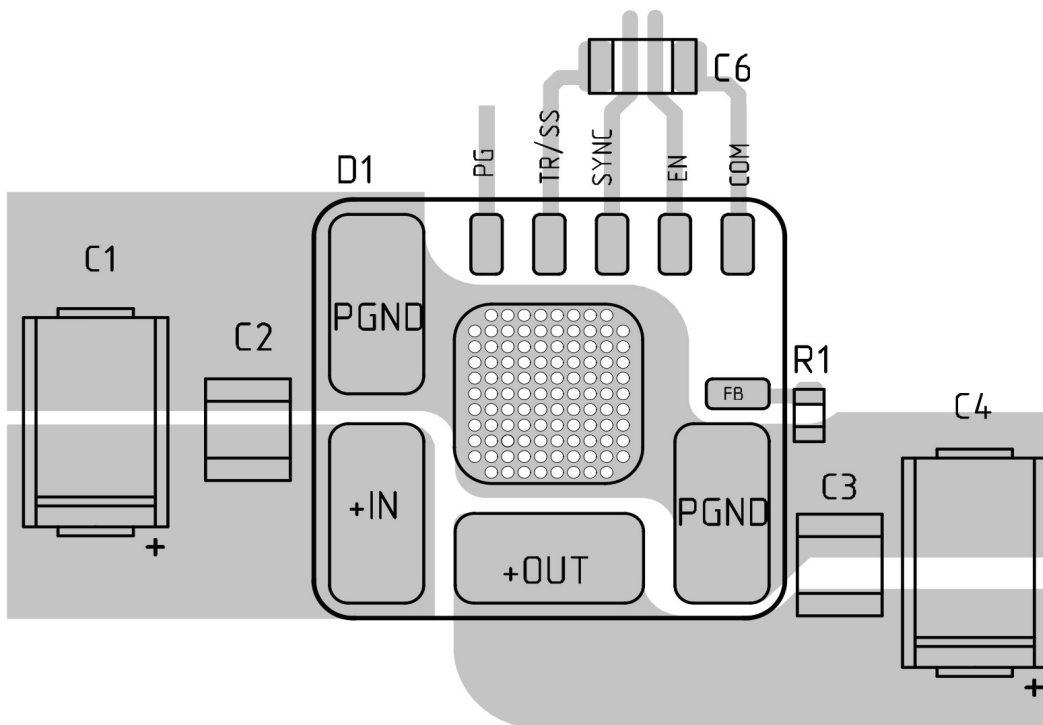


Рисунок Ж.2 — МНМ3,6, МНМ4. Типовая топология

Инд. № подл.	Подл. и дата
ТЧ-101/ 65	
Изм.	Лист
№ докум.	Подл.
Дата	

БКЯЮ.436430.008ТУ

Лист

65

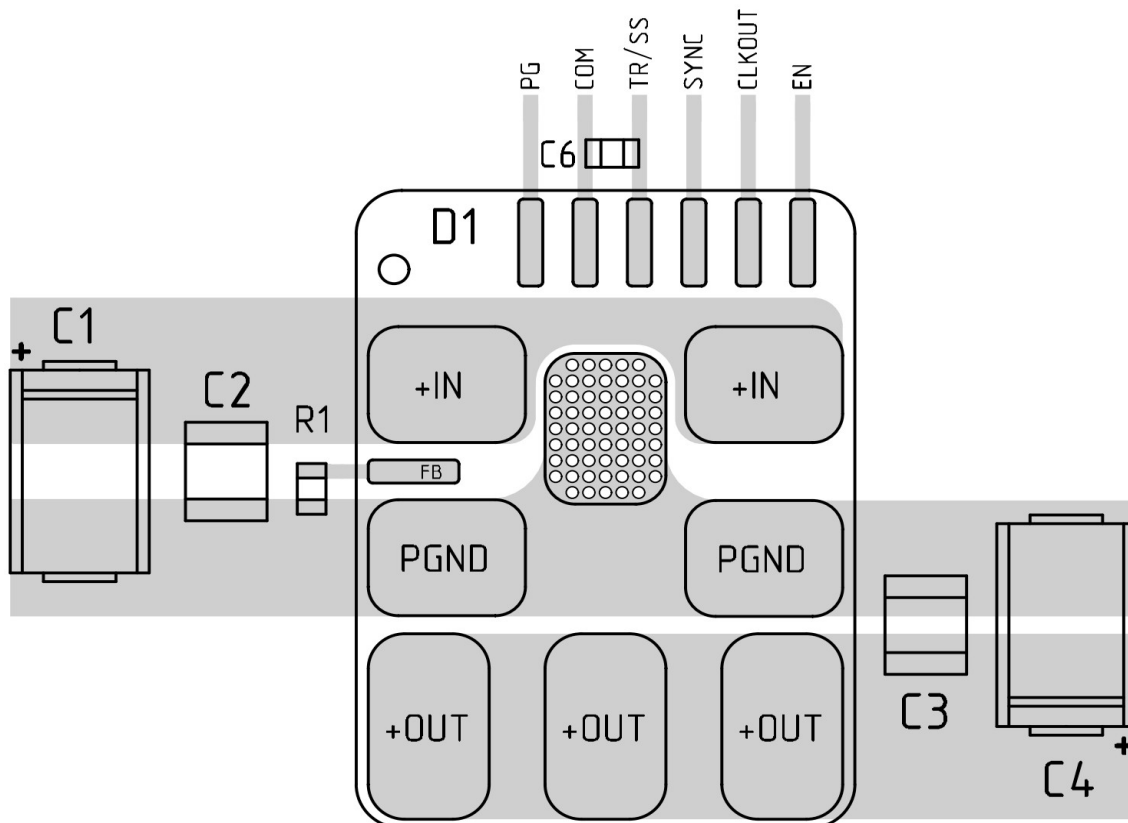


Рисунок Ж.3 — МНМ6. Типовая топология

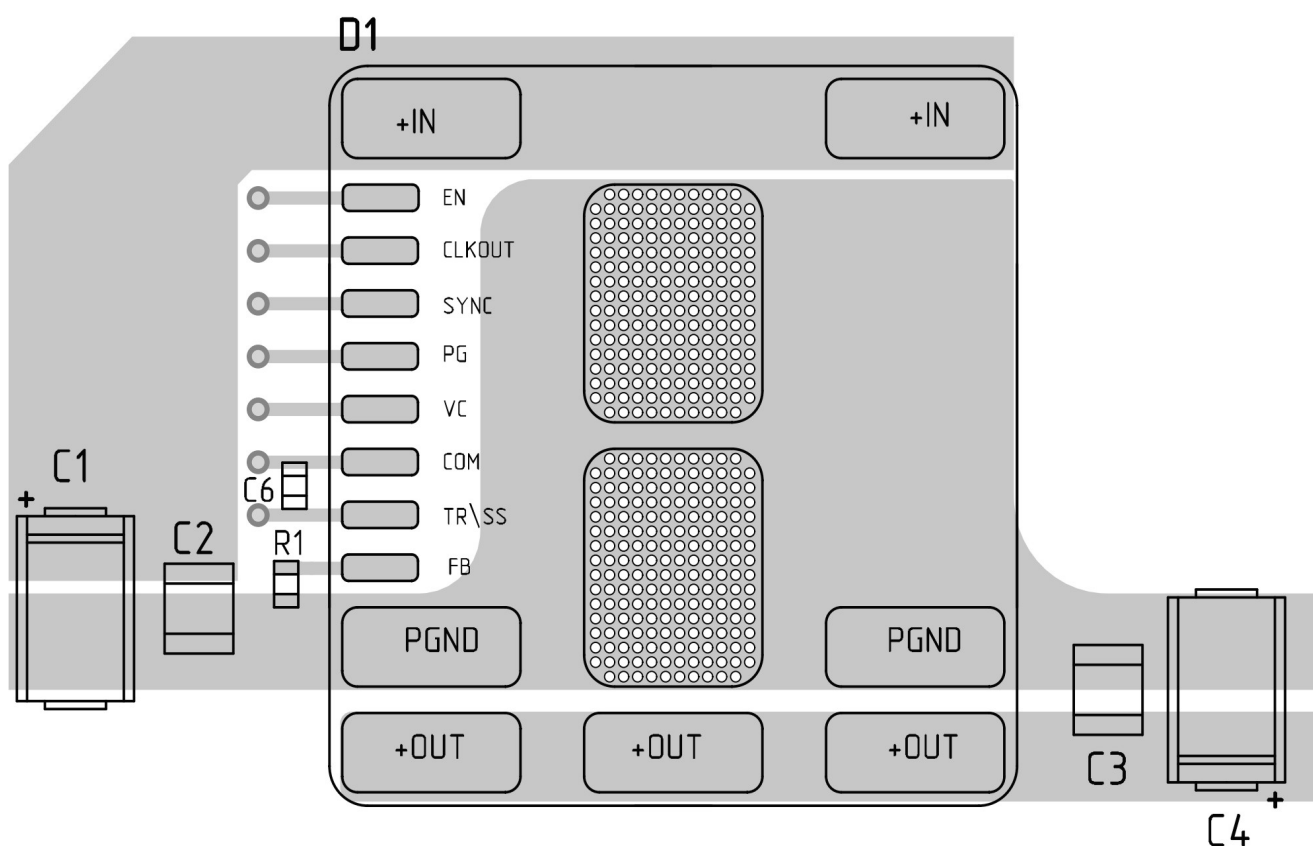


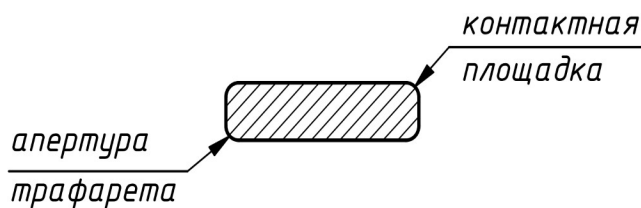
Рисунок Ж.4 — МНМ10. Типовая топология

Инд. № подл.	Инд. № дудл.	Взам. инд. №	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
ТУ-101/66										66

Technical drawing of a stencil (трафарет) showing dimensions and labels:

- Dimensions: $0,3$ (width of the central opening), $0,3$ (height of the central opening), and $0,1$ по контуру (thickness of the stencil).
- Labels: *контактная площадка* (contact pad) and *апертура трафарета* (stencil aperture).

Примечание — При проектировании, необходимо оптимизировать апертуры в соответствии с требованиями проводящего рисунка и условиями монтажа.



Примечание — При проектировании, необходимо оптимизировать апертуры в соответствии с требованиями проводящего рисунка и условиями монтажа.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата
ТУ-101/ 67				

Профиль оплавления паяльной пасты в печи термооплавления

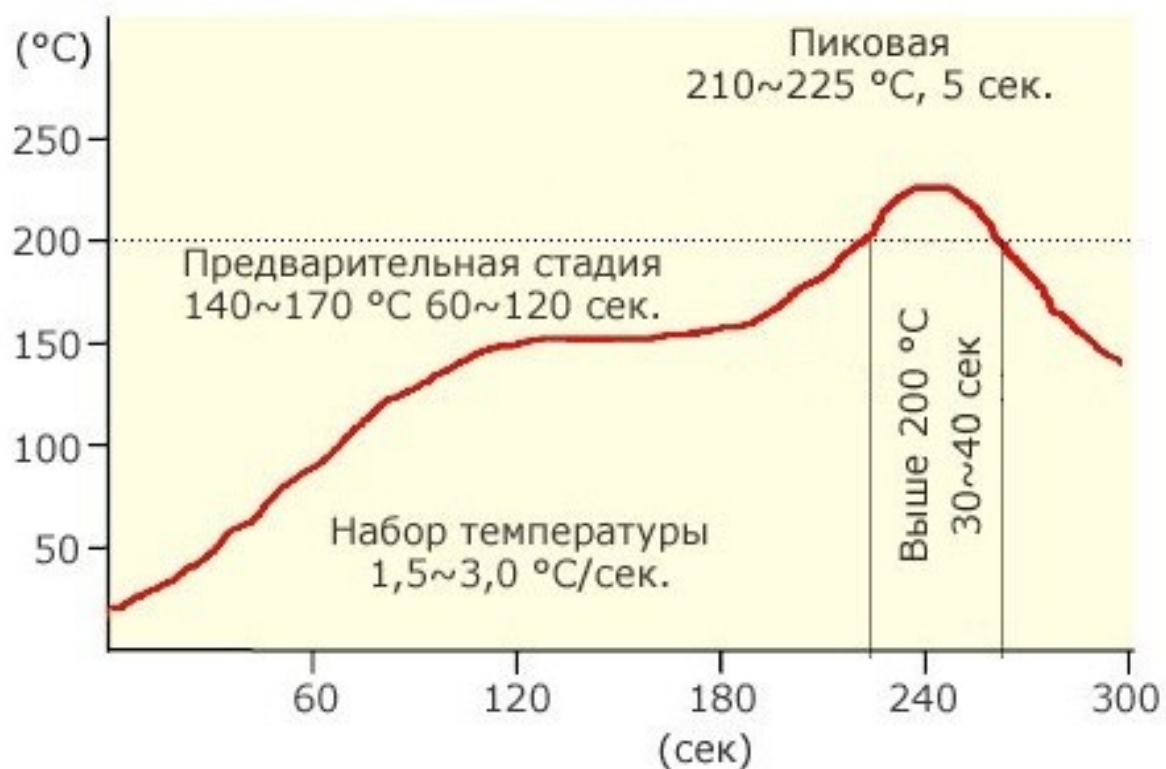


Рисунок К.1 — Изменение температуры, °C в печи оплавления паяльной пасты с течением времени, в секундах

Инф. № подл.	Подп. и дата	Взам. инф. №	Инф. № дудл.	Подп. и дата
ТУ-101/ 68				

Рисунок К.1 — Изменение температуры, °С в печи оплавления паяльной пасты с течением времени, в секундах

					БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		68

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
ТУ-101/ 69				

					БКЯЮ.436430.008ТУ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		69