

**МОДУЛЬ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ СИЛОВОЙ  
МТКП1-400-1 УХЛ3**

**Технические условия  
АДКБ.432170.647ТУ**

## Содержание

1 Область применения .....	4
2 Нормативные ссылки .....	4
3 Определения .....	4
4 Классификация .....	5
5 Общие технические требования .....	6
5.1 Характеристики.....	6
5.2 Требования к материалам и покупным изделиям.....	10
5.3 Комплектность.....	11
5.4 Маркировка.....	11
5.5 Упаковка .....	12
6 Требования безопасности .....	12
7 Правила приемки .....	13
7.2 Квалификационные испытания .....	13
7.3 Приемосдаточные испытания .....	15
7.4 Периодические испытания .....	16
7.5 Типовые испытания .....	18
7.6 Испытания на надежность .....	18
7.7 Контроль конструктивно-технологических запасов .....	18
8 Методы испытаний .....	19
8.1 Общие положения .....	19
8.2 Проверка на соответствие требованиям к конструкции .....	20
8.3 Проверка электрических параметров .....	21
8.4 Проверка стойкости к механическим воздействиям .....	23
8.5 Проверка стойкости к климатическим воздействиям .....	23
8.6 Проверка устойчивости корпуса модулей к воздействию неразрушающего тока.....	25
8.7 Испытание на пожарную безопасность .....	25
8.8 Проверка показателей надежности.....	25

9 Транспортирование и хранение .....	28
10 Условия эксплуатации .....	28
11 Гарантии изготовителя .....	29
Приложение А (обязательное) Ссылочные нормативные документы .....	30
Приложение Б (обязательное) Перечень прилагаемых документов .....	31
Приложение В (обязательное) Перечень контрольно-измерительных прибо- ров и оборудования .....	32
Приложение Г (обязательное) Параметры-критерии годности, их нормы, режимы, условия и методы измерения модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 .....	33
Приложение Д (обязательное) Схемы включения модуля при испытаниях и измерениях электрических параметров .....	34
Приложение Е (обязательное) Зависимости электрических параметров от электрических режимов и температуры модуля .....	38
Приложение Ж (обязательное) Схема электрическая принципиальная модуля ..	46
Приложение И (обязательное) Справочные данные .....	47
Лист регистрации изменений .....	48

## **1 Область применения**

Настоящие технические условия (далее – ТУ) распространяются на модули полупроводниковые силовые МТКП1-400-1 УХЛ3 (далее – модули) в металлополимерном корпусе КТ-135А-1Н К, предназначенные для использования в DC-DC преобразователях, зарядных устройствах, прерывателях постоянного тока, приводах электродвигателей переменного тока, источниках бесперебойного питания.

Модули, поставляемые по настоящим ТУ, должны удовлетворять требованиям ГОСТ 30617 и требованиям, установленным в соответствующих разделах настоящих ТУ.

Нумерация разделов, подразделов и пунктов, принятая в настоящих ТУ, соответствует нумерации аналогичных разделов, подразделов и пунктов ГОСТ 30617.

Если в ТУ требуется дополнение или уточнение какого-либо подраздела ГОСТ 30617, то в соответствующем разделе ТУ приведены только положения, дополняющие или уточняющие данный подраздел ГОСТ 30617.

Основные положения этого подраздела – по ГОСТ 30617.

В ТУ не приведены пункты ГОСТ 30617, не требующие уточнений, при этом нумерация остальных пунктов сохранена в соответствии с ГОСТ 30617.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящих ТУ использованы ссылки на документы по стандартизации, приведенные в приложении А.

## **3 Определения**

Термины, определения, сокращения и буквенные обозначения параметров – по ГОСТ 19095, ГОСТ 25529, ГОСТ 30617, ГОСТ Р 57436.

## 5 Общие технические требования

Технические требования – по ГОСТ 30617 с дополнениями и уточнениями, приведенными в данном разделе.

### 5.1 Характеристики

Пункты 5.1.1.3 – 5.1.1.9 не применяют.

5.1.10 Предельно допустимые значения параметров электрических режимов эксплуатации модулей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Предельно допустимые значения параметров электрических режимов эксплуатации модулей МТКП1-400-1 УХЛ3

Наименование параметра режима эксплуатации, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра	Номер пункта примечания
Максимально допустимое постоянное напряжение затвор-исток, В	$U_{ЗИ,max}$	$\pm 20$	1
Максимально допустимое постоянное напряжение сток-исток, В	$U_{СИ,max}$	100	1
Максимально допустимый постоянный ток стока, А: - при температуре корпуса от минус 60 до плюс 40 °C; - при $t_{кор} = 125 °C$	$I_{C,max}$	400	2
		190	
Максимально допустимый постоянный ток стока, А	$I_{C,max}$	200	1,3
Максимально допустимый импульсный ток стока, А: - при $\tau_i = 10 \text{ мкс}, Q \geq 1000$ , температуре корпуса от минус 60 до плюс 40 °C; - при $\tau_i = 10 \text{ мкс}, Q \geq 1000, t_{кор} = 125 °C$	$I_{C(i).max}$	1 000	–
		470	
Максимально допустимая постоянная рассеиваемая мощность, Вт: - при температуре корпуса от минус 60 до плюс 40 °C; - при температуре корпуса $t_{кор} = 125 °C$	$P_{max}$	550	–
		125	
Максимально допустимая температура перехода, °C	$t_{п,max}$	150	1
Тепловое сопротивление переход-корпус, °C/Вт	$R_{T п-к}$	0,0	–

#### Примечания

1 Для всего диапазона температур корпуса – от минус 60 до плюс 125 °C.

2 Максимально допустимый ток кристалла.

3 Максимально допустимый ток на выводе корпуса.

5.1.1.12 Сопротивление изоляции между основанием модуля и его выводами должно быть не менее 50 МОм в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150.

Требование к сопротивлению изоляции при воздействии относительной влажности 98 % не предъявляют.

5.1.1.13 Электрическая изоляция модулей между основанием и выводами должна выдерживать испытательное напряжение ( $U_{исп}$ ) 1 000 В переменного тока частотой 50 Гц в течение 1 мин в нормальных климатических условиях по ГОСТ 15150.

Требование к электрической изоляции модулей в условиях воздействия относительной влажности 98 % не предъявляют.

5.1.1.14 Значения электрических параметров модулей при приемке и поставке при эксплуатации (в течение наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости) должны соответствовать нормам, установленным в таблице 3.

Таблица 3 – Значения электрических параметров модулей МТКП1-400-1 УХЛ3 при приемке и поставке, при эксплуатации (в течение наработки) и хранении (в течение срока сохраняемости)

Наименование параметра, единица измерения (режим измерения)	Буквенное обозначение параметра	Норма параметра		Температура окружающей среды (корпуса), °C
		не менее	не более	
Начальный ток стока, мкА  $(U_{СИ} = 100 \text{ В}, U_{ЗИ} = 0 \text{ В};$ $U_{СИ} = 80 \text{ В}, U_{ЗИ} = 0 \text{ В};$ $U_{СИ} = 80 \text{ В}, U_{ЗИ} = 0 \text{ В})$	$I_{C, нач}$	–	50	$25 \pm 10$
		–	5 000	$125 \pm 5$
		–	50	$-60 \pm 3$
Ток утечки затвора, нА  $(U_{ЗИ} = 20 \text{ В}, U_{СИ} = 0 \text{ В};$ $U_{ЗИ} = -20 \text{ В}, U_{СИ} = 0 \text{ В})$	$I_{З, ут}$	–	200	$25 \pm 10$
		–	$ -200 $	
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, Ом  $(U_{ЗИ} = 10 \text{ В}, I_C = 200 \text{ А}, \tau_i \leq 300 \text{ мкс})$	$R_{СИ, отк}$	–	0,0023	$25 \pm 10$
Пороговое напряжение, В  $(U_{ЗИ} = U_{СИ}, I_C = 500 \text{ мкА})$	$U_{ЗИ, пор}$	2,0	5,0	$25 \pm 10$
Постоянное прямое напряжение диода, В  $(I_i = 100 \text{ А}, U_{ЗИ} = 0 \text{ В}, \tau_i \leq 300 \text{ мкс})$	$U_{ис}$	–	1,2	$25 \pm 10$

5.1.1.15 Модули должны быть стойкими к воздействию статического электричества.

Допустимое значение статического потенциала – не менее 100 В по II степени жесткости ОСТ 11 073.062.

### 5.1.2 Требование надежности

5.1.2.2 Вероятность безотказной работы модулей за время наработки 1 000 ч не менее 0,990.

Гамма-процентный ресурс модулей при  $\gamma = 90\%$  в режимах и условиях, установленных в настоящих ТУ, не менее 10 000 ч.

5.1.2.5 Гамма-процентный срок службы модулей при  $\gamma = 90\%$  при условии суммарной наработки не более 10 000 ч не менее 10 лет.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей при  $\gamma = 90\%$  при хранении в упаковке изготовителя, вмонтированными в аппаратуру и в комплекте ЗИП в условиях отапливаемого хранилища по ГОСТ 20.39.312 должен быть не менее 10 лет.

### 5.1.3 Требования радиоэлектронной защиты

Модули должны быть помехозащищенными.

### 5.1.4 Требования стойкости к внешним воздействиям

5.1.4.1 Модули должны быть стойкими к воздействию механических и климатических факторов, установленных в ГОСТ 17516.1 и ГОСТ 15543.1 с уточнениями, приведенными в таблице 4.

5.1.4.2 Модули производят в климатическом исполнении по ГОСТ 15150 и ГОСТ 15543.1 УХЛ3, категория размещения 3 для эксплуатации в атмосфере I по ГОСТ 15150.

Модули должны быть стойкими к воздействию климатических факторов со значениями характеристик, приведенными в таблице 4.

Таблица 4 – Состав и значение внешних воздействующих факторов

Наименование внешнего воздействующего фактора	Наименование характеристик внешнего воздействующего фактора, единица измерения	Значение характеристики воздействующего фактора
Механические факторы		
Механический удар одиночного действия	Пиковое ударное ускорение, $\text{м/с}^2$ (g)	10 000 (1 000)
	Длительность действия ударного ускорения, мс	0,1 – 2,0
Акустический шум	Диапазон частот, Гц	25 – 10 000
	Уровень звукового давления (относительно $2 \times 10^{-5}$ Па), дБ	170
Линейное ускорение	Значение линейного ускорения, $\text{м/с}^2$ (g)	5 000 (500)
Климатические факторы		
Повышенная рабочая температура среды (корпуса прибора)	Максимальное значение при эксплуатации, °C	125
	Максимальное значение при транспортировании, °C	100
	Максимальное значение при хранении, °C	125
Пониженная рабочая температура среды (корпуса прибора)	Минимальное значение при эксплуатации, °C	-60
	Минимальное значение при транспортировании, °C	-60
	Минимальное значение при хранении, °C	-60
Повышенная влажность воздуха	Относительная влажность при температуре 35°C, %	98
Атмосферное пониженное давление	Значение при эксплуатации, Па (мм рт. ст.)	$86,6 \times 10^3$ (650)
Атмосферное повышенное давление	Значение при эксплуатации, Па (мм рт. ст.)	$10,67 \times 10^4$ (800)

Группа механического исполнения М27 – по ГОСТ 17516.1.

Требование стойкости к воздействию повышенной относительной влажности воздуха обеспечивается при условии покрытия модулей тремя слоями лака марки ЭП-730 по ГОСТ 20824.

#### 5.1.5 Конструктивные требования

Комплект конструкторской документации – ДФЛК.435713.004.

Перечень прилагаемых документов приведен в таблице В.1 (приложение В).

5.1.5.1 Габаритно-присоединительные размеры модулей должны соответствовать приведенным на габаритном чертеже ДФЛК.435713.004ГЧ, прилагаемому к ТУ.

5.1.5.2 Масса модулей должна быть не более 20 г без учета присоединительных винтов.

5.1.5.3 Модули должны быть герметичными.

Показатель герметичности не регламентируется (монолитный корпус).

5.1.5.4 Выводы модуля, включая места их присоединения, должны быть прочно закреплены и выдерживать без механических повреждений и нарушения электрического контакта воздействие крутящего момента 1,2 Н×м (0,12 кгс×м).

5.1.5.5 Модули должны быть светонепроницаемыми.

5.1.5.6 Электрическая схема модуля должна соответствовать схеме, приведенной на рисунке Ж.1 (Приложение Ж).

5.1.5.7 Требования к паяемости модулей не предъявляют.

## 5.2 Требования к материалам и покупным изделиям

Материалы и покупные изделия – по ГОСТ 30617.

## **5.3 Комплектность**

5.3.1 К каждой партии модулей, поставляемых в один адрес, прилагается этикетка.

5.3.2 Модули поставляют без охладителей.

## **5.4 Маркировка**

Маркировка модулей должна соответствовать ГОСТ 30617.

5.4.1 На каждом модуле должны быть нанесены четкими нестирающимися знаками следующие данные:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- условное обозначение модуля (исключая вид климатического исполнения);
- расположение выводов модуля;
- дата изготовления (месяц и год);
- знак чувствительности к статическому электричеству.

Дату изготовления модулей обозначают четырехзначным числом без разрыва – месяц двумя цифрами и год (последние цифры года). Если месяц обозначен одной цифрой, то перед ней ставят нуль.

Знак чувствительности к статическому электричеству обозначают равносторонним треугольником с вершиной, направленной вверх ( $\Delta$ ).

Маркировка наносится лазерной гравировкой на пластмассовую поверхность корпуса модулей.

5.4.3 На внутреннюю (групповую) упаковку наносятся следующие данные:

- товарный знак предприятия изготовителя;
- условное обозначение модуля;
- обозначение технических условий;
- количество упакованных модулей;
- дату упаковки (месяц, год);
- штамп отдела технического контроля.

5.4.4 На транспортную тару наносятся следующие манипуляционные знаки: «Беречь от влаги», «Верх» по ГОСТ 14192.

## **5.5 Упаковка**

Упаковка – по ГОСТ 30617, ГОСТ 23216.

Модули упаковывают во внутреннюю (единичную или групповую) упаковку и транспортную тару.

Упаковка должна обеспечивать защиту модулей от воздействия статического электричества.

Конструкция элементов упаковки должна допускать возможность переупаковывания.

## **6 Требования безопасности**

Требования безопасности модулей – по ГОСТ 30617.

6.6 Модули должны быть пожаробезопасными.

Модули не должны самовоспламеняться и воспламенять окружающие их элементы и материалы аппаратуры в аварийном электрическом режиме:  $I_c = 50 \text{ A}$ ,  $U_{зи} = 10 \text{ В}$  без теплоотвода.

## 7 Правила приемки

Правила приемки модулей – по ГОСТ 30617 с дополнениями и уточнениями, приведенными в настоящем разделе.

### 7.2 Квалификационные испытания

7.2.1 Программа квалификационных испытаний приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Программа квалификационных испытаний

Вид проверки или испытания	Номер параметра-критерия годности в соответствии с таблицей Г.1 (приложение Г)	Температура окружающей среды (корпуса), °C	Метод контроля	
			по стандарту	пункт ТУ
1	2	3	4	5
Проверка внешнего вида, габаритно-присоединительных размеров и массы, правильности и качественности маркировки, комплектности, упаковки	–	25 ± 10	405–1 404–1 406–1 ГОСТ 20.57.406 ГОСТ 18620, 7.1 ГОСТ 23216 5.2.1, 5.2.4.2	8.2.1
Проверка теплового сопротивления	8	–	п. 8.4 (метод 3) ОСТ 11 0944	8.8.3
Проверка электрических параметров	1, 4, 5, 6, 7	25 ± 10	–	8.3.11 8.3.12 8.3.13 8.3.14 8.3.15
Измерение сопротивления изоляции	–	25 ± 10	–	8.3.10
Проверка электрической прочности изоляции	–	25 ± 10	–	8.3.9
Проверка на герметичность	–	–	–	8.2.2
Проверка механической прочности выводов	–	–	113-1 ГОСТ 20.57.406	8.4.3

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5
Испытания на синусоидальную вибрацию (вибропрочность)	1, 5	$25 \pm 10$	103–1.6 ГОСТ 20.57.406	8.4.1
Испытание на воздействие одиночных ударов	1, 5	$250 \pm 10$	106–1 ГОСТ 20.57.406	8.4.2
Испытание на воздействие повышенной рабочей температуры среды	2	$125 \pm 5$	201–1.1 ГОСТ 20.57.406	8.5.1
Испытание на воздействие пониженной температуры среды	3	$-60 \pm 3$	203–1 ГОСТ 20.57.406	8.5.2
Испытание на воздействие изменения температуры среды	1, 5	$(-60 \pm 3) - (125 \pm 5)$	205–1 ГОСТ 20.57.406	8.5.3
Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха	1, 5	$40 \pm 2$	207–2 ГОСТ 20.57.406	8.5.4
Проверка устойчивости корпуса модулей к воздействию неразрушающего тока	–	$250 \pm 10$	–	8.6
Испытание на пожарную безопасность	–	$25 \pm 10$	409–2 ГОСТ 20.57.406	8.7
Термоциклические испытания		–	ГОСТ 30617,	8.8.1
Критерии годности:			8.8.1	
- до испытаний;	1, 4, 5, 6, 7			
- после испытаний	1, 4, 5, 6, 7, 9			
Испытания на способность к пайке	–	–	–	8.4.4
Проверка на теплостойкость	–	–	–	8.4.4

7.2.2 Проверке габаритных размеров тары подвергают одну единицу внутренней (групповой) упаковки и транспортной тары в составе квалификационных испытаний.

Испытанию на удар при свободном падении подвергают одну единицу транспортной тары с упакованным макетом в составе квалификационных испытаний.

Выборки комплектуют по следующим правилам:

- для квалификационных испытаний (без учета термоциклических испытаний) – план двухступенчатого выборочного контроля в соответствии с таблицей 6;
- для термоциклических испытаний в составе квалификационных испытаний – план двухступенчатого выборочного контроля с объемом выборки  $n = 3$  шт. и приемочным числом равным нулю.

Таблица 6 – План двухступенчатого выборочного контроля

Выборка	Объем выборки, шт.	Суммарный объем выборки, шт.	Приемочное число	Браковочное число
Первая	8	8	0	2
Вторая	8	16	1	2

### 7.3 Приемосдаточные испытания

Приемосдаточные испытания – по ГОСТ 30617.

Приемосдаточные испытания проводят сплошным контролем. Перед испытанием модули выдерживают в нормальных климатических условиях испытаний по ГОСТ 15150 в течение трех суток, допускается выдерживать при температуре окружающей среды 125 °С в течение 24 ч.

Программа приемосдаточных испытаний приведена в таблице 7.

Таблица 7 – Программа приемосдаточных испытаний

Вид проверки или испытания	Номер параметра-критерия годности в соответствии с таблицей Г.1 (приложение Г)	Температура окружающей среды (корпуса), °С	Метод контроля	
			по стандарту	пункт ТУ
Проверка внешнего вида, габаритно-присоединительных размеров и массы, правильности и качественности маркировки, комплектности, упаковки	–	25 ± 10	405–1 404–1 406–1 ГОСТ 20.57.406 ГОСТ 18620, 7.1	8.2.1
Проверка электрических параметров	1, 4, 5, 6, 7	25 ± 10	–	8.3.11 8.3.12 8.3.13 8.3.14 8.3.15
Измерение сопротивления изоляции	–	25 ± 10	–	8.3.10
Проверка электрической прочности изоляции	–	25 ± 10	–	8.3.9

## 7.4 Периодические испытания

Периодические испытания – по ГОСТ 30617 с дополнениями и уточнениями, приведенными в данном разделе.

7.4.1 Программа периодических испытаний приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Программа периодических испытаний

Вид проверки или испытания	Номер параметра-критерия годности в соответствии с таблицей Г.1 (приложение Г)	Температура окружающей среды (корпуса), °C	Метод контроля	
			по стандарту	пункт ТУ
1	2	3	4	5
Проверка внешнего вида, габаритно-присоединительных размеров и массы, правильности и качественности маркировки, комплектности, упаковки	–	25 ± 10	405–1 404–1 406–1 ГОСТ 20.57.406 ГОСТ 18620, 7.1 ГОСТ 23216, 5.2.1, 5.2.4.2 п. 8.4 (метод 3) ОСТ 11 0944	8.2.1 8.8.3 8.3.11 8.3.12 8.3.13 8.3.14 8.3.15 8.3.10 8.3.9 8.2.2 8.4.3
Проверка теплового сопротивления	8	–		
Проверка электрических параметров	1, 4, 5, 6, 7	25 ± 10	–	8.3.11 8.3.12 8.3.13 8.3.14 8.3.15
Измерение сопротивления изоляции	–	25 ± 10	–	8.3.10
Проверка электрической прочности изоляции	–	25 ± 10	–	8.3.9
Проверка на герметичность	–	–	–	8.2.2
Проверка механической прочности выводов	–		113-1 ГОСТ 20.57.406	8.4.3

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
Испытания на синусоидальную вибрацию (вибропрочность)	1, 5	$25 \pm 10$	103–1.6 ГОСТ 20.57.406	8.4.1
Испытание на воздействие одиночных ударов	1, 5	$25 \pm 10$	106–1 ГОСТ 20.57.406	8.4.2
Испытание на воздействие повышенной рабочей температуры среды	2	$125 \pm 5$	201–1.1 ГОСТ 20.57.406	8.5.1
Испытание на воздействие пониженной температуры среды	3	$-60 \pm 3$	203–1 ГОСТ 20.57.406	8.5.2
Испытание на воздействие изменения температуры среды	1, 5	$(-60 \pm 3) - (125 \pm 5)$	205–1 ГОСТ 20.57.406	8.5.3
Испытание на воздействие повышенной влажности воздуха	1, 5	$40 \pm 2$	207–2 ГОСТ 20.57.406	8.5.4
Термоциклические испытания		–	ГОСТ 30617, 8.8	8.8.1
Критерии годности:				
- до испытаний;	1, 4, 5, 6, 7			
- после испытаний	1, 4, 5, 6, 7, 9			
Испытания на способность к пайке	–	–	–	8.4.4
Проверка на теплостойкость	–	–	–	8.4.4

7.4.2 Проверке габаритных размеров тары подвергают одну единицу внутренней (групповой) упаковки и транспортной тары в составе периодических испытаний.

Испытанию на удар при свободном падении подвергают одну единицу транспортной тары с упакованным макетом в составе периодических испытаний.

Выборки комплектуют по следующим правилам:

- для периодических испытаний (кроме термоциклических испытаний при испытаниях на безотказность) – план двухступенчатого выборочного контроля в соответствии с таблицей 6;

- для термоциклических испытаний при испытаниях на безотказность в составе периодических испытаний – план двухступенчатого выборочного контроля с объемом выборки  $n = 3$  шт. и приемочным числом равным нулю.

7.4.4 Периодические испытания (с учетом термоциклических испытаний при испытаниях на безотказность) проводят один раз в два года.

## **7.5 Типовые испытания**

Типовые испытания – по ГОСТ 30617.

## **7.6 Испытания на надежность**

7.6.1 Испытания на надежность – по ГОСТ 30617.

## **7.7 Контроль конструктивно-технологических запасов**

7.7.1 Контроль конструктивно-технологических запасов – по РД 11 0216 в составе квалификационных, а также при необходимости, в составе типовых испытаний.

По окончании каждой ступени испытаний измеряют параметры-критерии годности, предусмотренные в настоящих ТУ для аналогичных видов испытаний.

Измерение параметров-критериев годности проводят в условиях и в электрических режимах настоящих ТУ.

7.7.2 Испытание на воздействие быстрого изменения температуры среды проводят методом 205-1 ГОСТ 20.57.406; РД 11 0216, 2.2.

7.7.3 Испытание на воздействие повышенной температуры среды проводят методом 201-1 ГОСТ 20.57.406, РД 11 0216, 2.5.

7.7.4 Испытание на воздействие электрической нагрузки проводят по РД 11 0216, 2.6.

## **9 Транспортирование и хранение**

9.1 Транспортирование модулей – по ГОСТ 23216.

9.2 Хранение модулей – по ГОСТ 21493.

Срок хранения модулей не должен превышать значения гамма-процентного срока сохраняемости (5.1.2.5).

## **10 Указания по эксплуатации**

Указания по применению и эксплуатации модулей – по ГОСТ 30617 с дополнениями и уточнениями, изложенными в настоящем разделе.

10.1 Модули монтировать на теплоотводящий радиатор.

При установке в аппаратуру модуль должен плотно прилегать к теплоотводу. Контактирующая поверхность должна иметь шероховатость Ra не более 10 мкм, отклонения от плоскости не более 0,1 мм.

10.2 На теплоотвод модуля наносить пасту КПТ-8 ГОСТ 19783 (или аналогичную по параметрам) толщиной не более 0,2 мм.

10.3 Модуль крепить к радиатору винтами M5. Момент затяжки винтов 1,3÷1,5 Н×м.

10.4 Силовые шины крепить с помощью винтов M4 с моментом затяжки 1,1÷1,3 Н×м.

10.5 Силовые шины фиксировать относительно от модуля.

10.6 Допускается применение модулей в аппаратуре, предназначеннной для эксплуатации в условиях воздействия факторов тропического климата, соляного тумана, инея и росы при покрытии модулей в аппаратуре тремя слоями лака марки ЭП-730 по ГОСТ 20824 с последующей сушкой.

10.7 При всех режимах эксплуатации модулей не допускается превышать максимально допустимую температуру р-п-перехода – 150 °C.

10.8 Зависимости параметров модулей от электрических режимов и условий эксплуатации модулей приведены на рисунках Е.1 – Е.15 (Приложение Е).

## **11 Гарантии изготовителя**

Гарантии изготовителя – по ГОСТ 30617 и требованиям, приведенным в данном разделе ТУ.

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

11.2 Гарантийный срок эксплуатации модулей – 10 лет.

Гарантийный срок исчисляют с даты изготовления модулей.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

(обязательное)

### Сылочные нормативные документы

Таблица А.1

Обозначение документа, на который дана ссылка	Номер раздела, подраздела, пункта, подпункта, перечисления, приложения
ГОСТ 20.39.312–85	5.1.2.5
ГОСТ 20.57.406–81	7.7.2, 7.7.3, 8, 8.2.1, 8.4.1, 8.4.2, 8.4.3, 8.5.1, 8.5.2, 8.5.3, 8.5.4, 8.7.1, таблицы 5, 7, 8
ГОСТ 14192–96	5.4.4
ГОСТ 15150–69	5.1.1.12, 5.1.1.13, 5.1.4.2, 7.3, 8.1.1, 8.3.9, 8.3.10, рисунок 1
ГОСТ 15543.1–89	5.1.4.1, 5.1.4.2
ГОСТ 17516.1–90	5.1.4.1, 5.1.4.2
ГОСТ 18620–86	8.2.1, таблицы 5, 7, 8
ГОСТ 18986.3–73	8.3.15, 8.3.16, таблица Г.1 (приложение Г)
ГОСТ 19095–73	3
ГОСТ 19783–74	10.2
ГОСТ 20398.6–74	8.3.12, таблица Г.1 (приложение Г)
ГОСТ 20398.7–74	8.3.13, таблица Г.1 (приложение Г)
ГОСТ 20398.8–74	8.3.11, таблица Г.1 (приложение Г)
ГОСТ 20398.13–80	8.3.14, таблица Г.1 (приложение Г)
ГОСТ 20824–81	5.1.4.2, 8.5.4, 10.6
ГОСТ 21493–76	8.8.2, 9.2
ГОСТ 23216–78	5.5, 9.1, таблицы 5, 8
ГОСТ 25529–82	3
ГОСТ 30617–98	1, 3, 5, 5.2, 5.4, 5.5, 6, 7, 7.3, 7.4, 7.5, 7.6.1, 8, 8.8.1, 10, 11, таблицы 5, 8
ГОСТ Р 57436–2017	3
ОСТ 11 073.062–2001	5.1.1.15, 8.3.16
ОСТ 11 0994–96	8.8.3
РД 11 0216–85	7.7.1, 7.7.2, 7.7.3, 7.7.4

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(обязательное)  
**Перечень прилагаемых документов**

Таблица Б.1

Наименование прилагаемого документа	Обозначение прилагаемого документа
Габаритный чертеж	ДФЛК.435713.004ГЧ
Описание образцов внешнего вида*	ВЛЕИ.430204.001Д
<hr/> <p>* Документ высыпается по специальному запросу.</p>	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

(обязательное)

### Зависимости электрических параметров от электрических режимов и температуры модуля

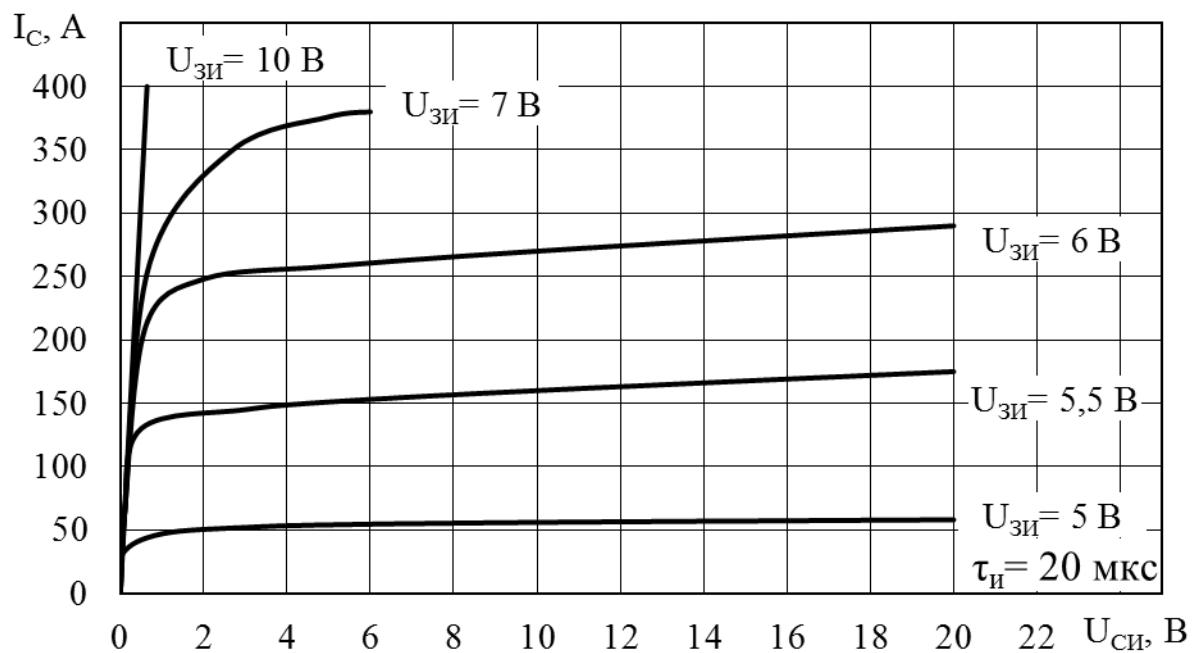


Рисунок Е.1 – Типовые зависимости тока стока от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (25 \pm 10)^\circ\text{C}$

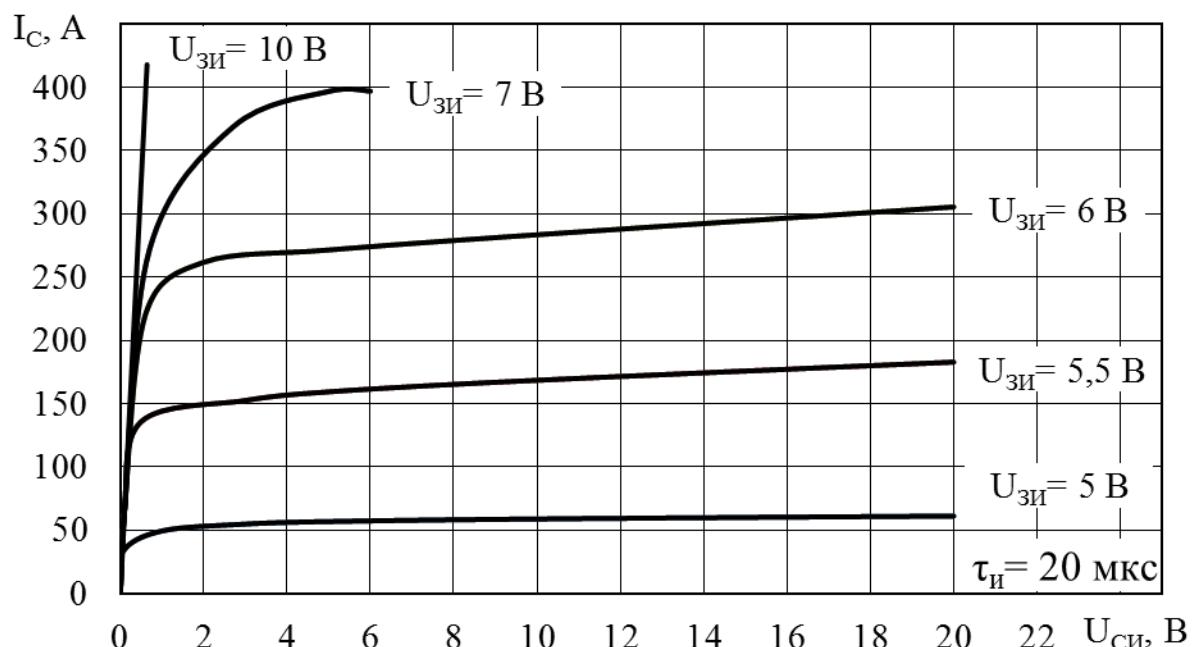


Рисунок Е.2 – Верхняя граница 95 % разброса зависимостей тока стока от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (25 \pm 10)^\circ\text{C}$

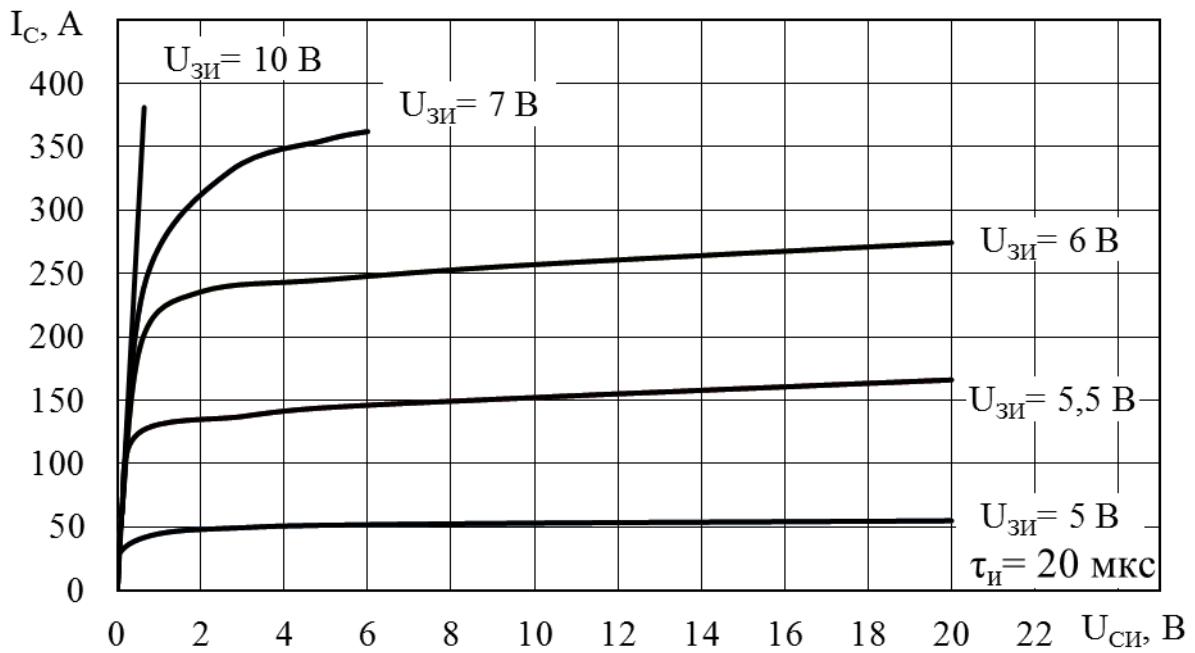


Рисунок Е.3 – Нижняя граница 95 % разброса зависимостей тока стока от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (25 \pm 10)^\circ\text{C}$

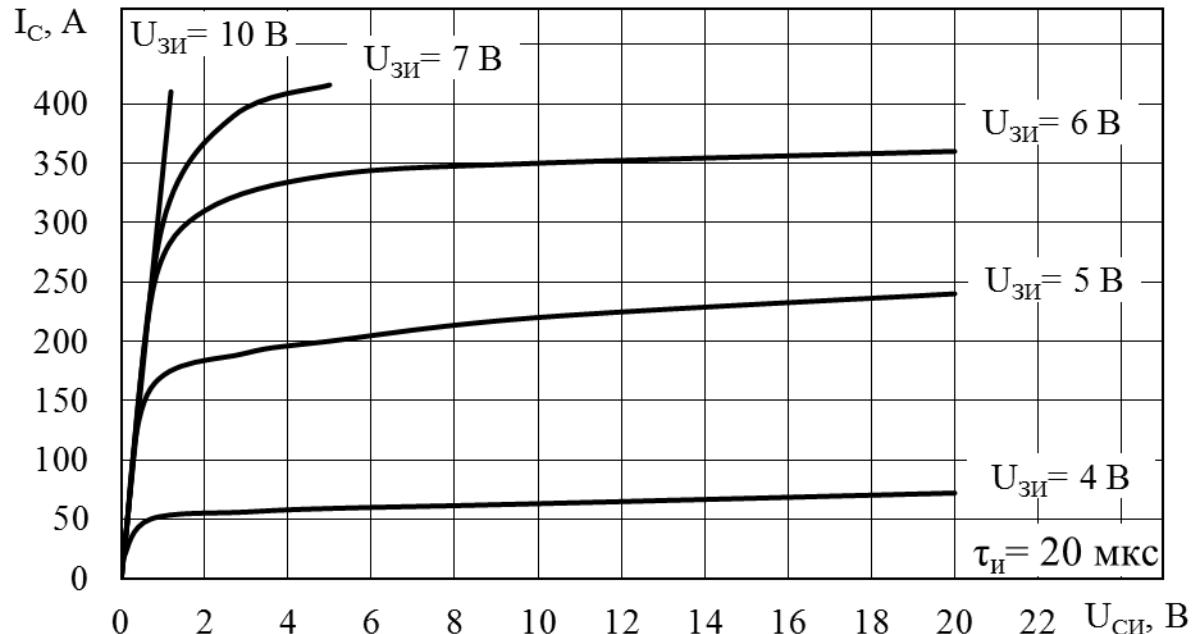


Рисунок Е.4 – Типовые зависимости тока стока от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (125 \pm 5)^\circ\text{C}$

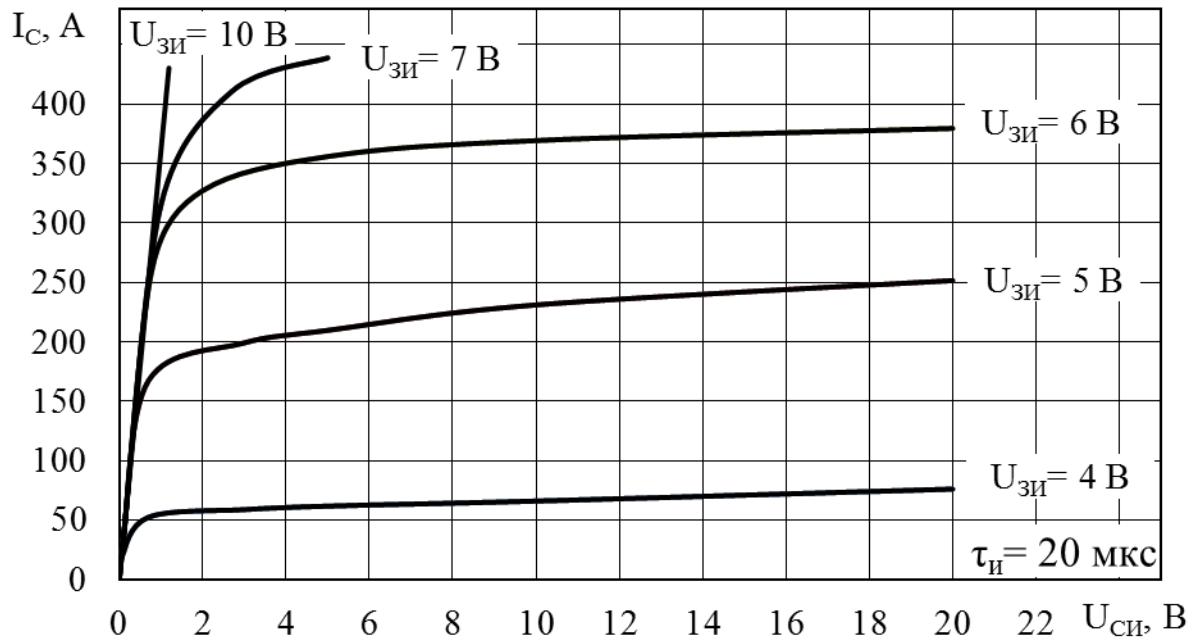


Рисунок Е.5 – Верхняя граница 95 % разброса зависимостей тока стока от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (125 \pm 5) ^\circ\text{C}$

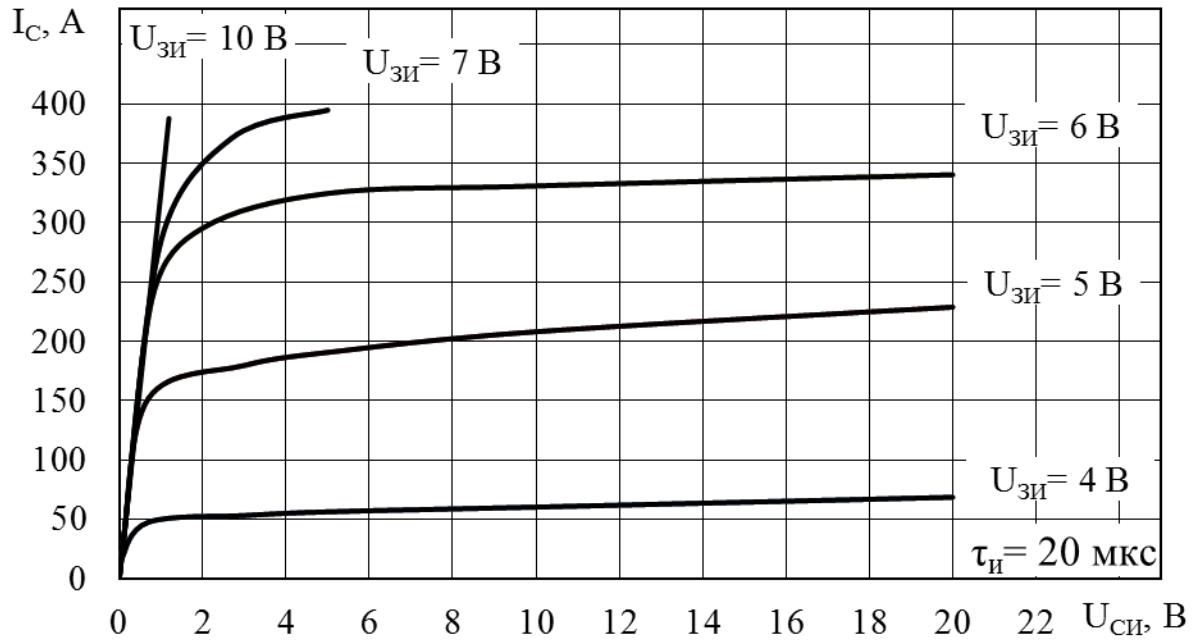


Рисунок Е.6 – Нижняя граница 95 % разброса зависимостей тока стока от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (125 \pm 5) ^\circ\text{C}$

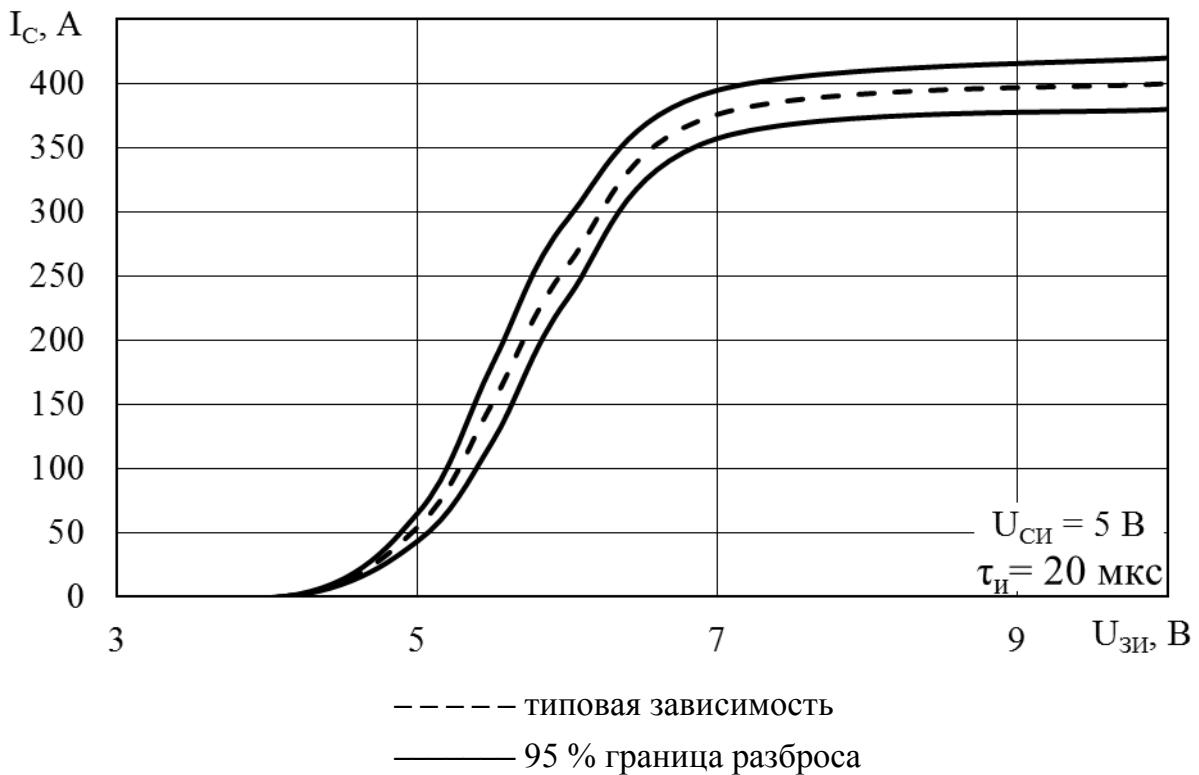


Рисунок Е.7 – Область изменения тока стока в зависимости от напряжения затвор-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (25 \pm 10)$  °C

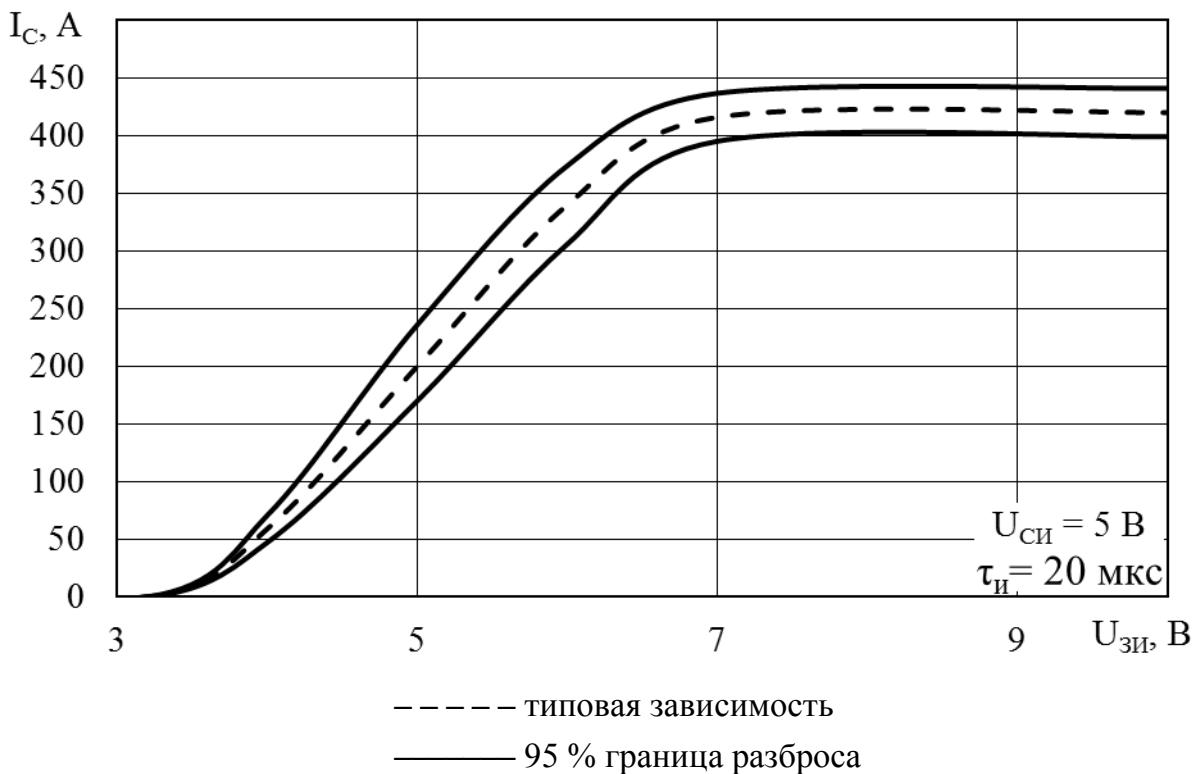


Рисунок Е.8 – Область изменения тока стока в зависимости от напряжения затвор-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{кор} = (125 \pm 5)$  °C

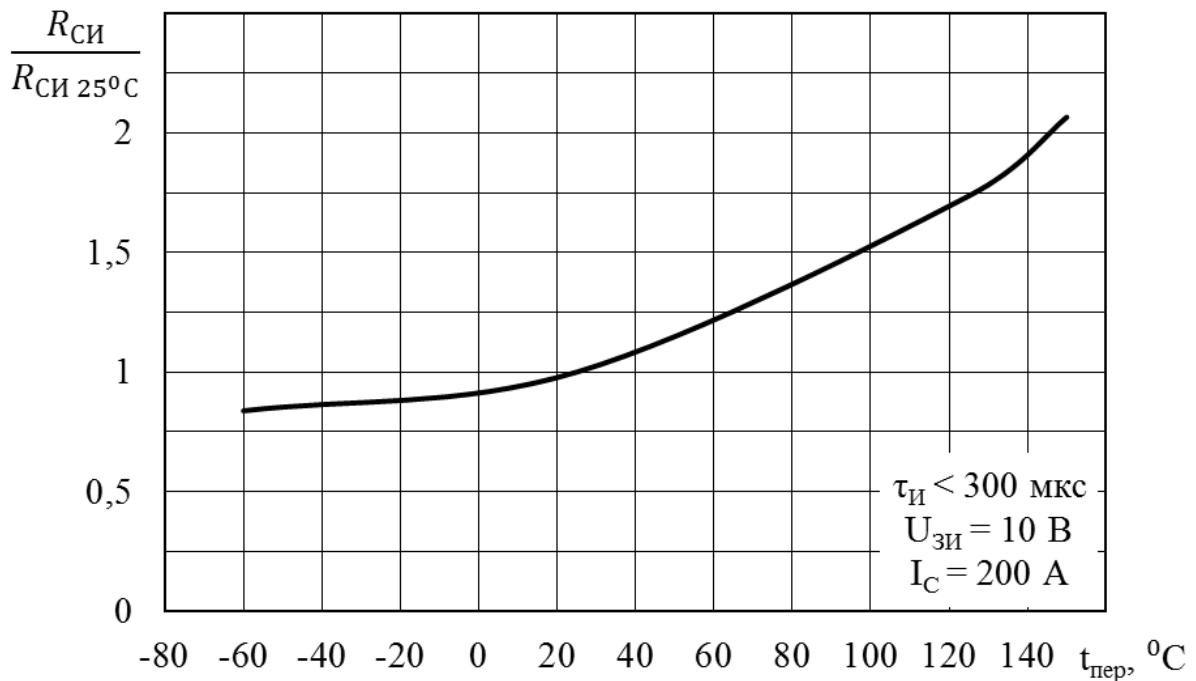


Рисунок Е.9 – Зависимость относительной величины сопротивления сток-исток в открытом состоянии от температуры перехода модуля МТКП1-400-1 УХЛ3

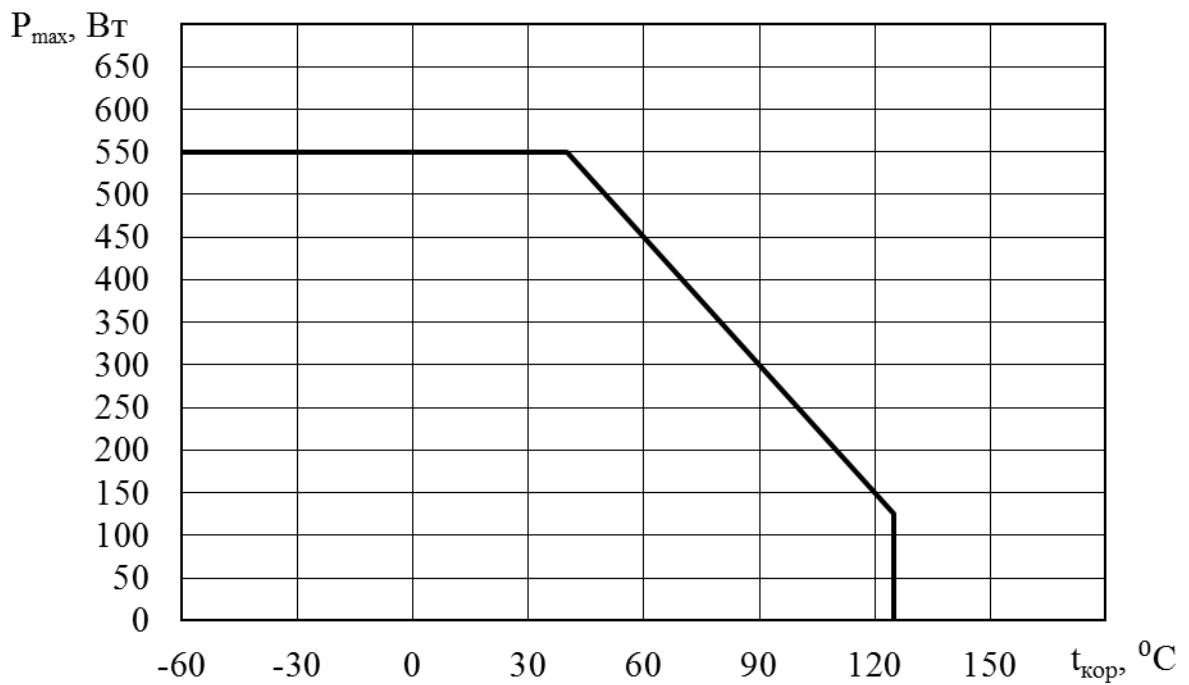


Рисунок Е.10 – Типовая зависимость максимально допустимой постоянной рассеиваемой мощности от температуры корпуса модуля МТКП1-400-1 УХЛ3

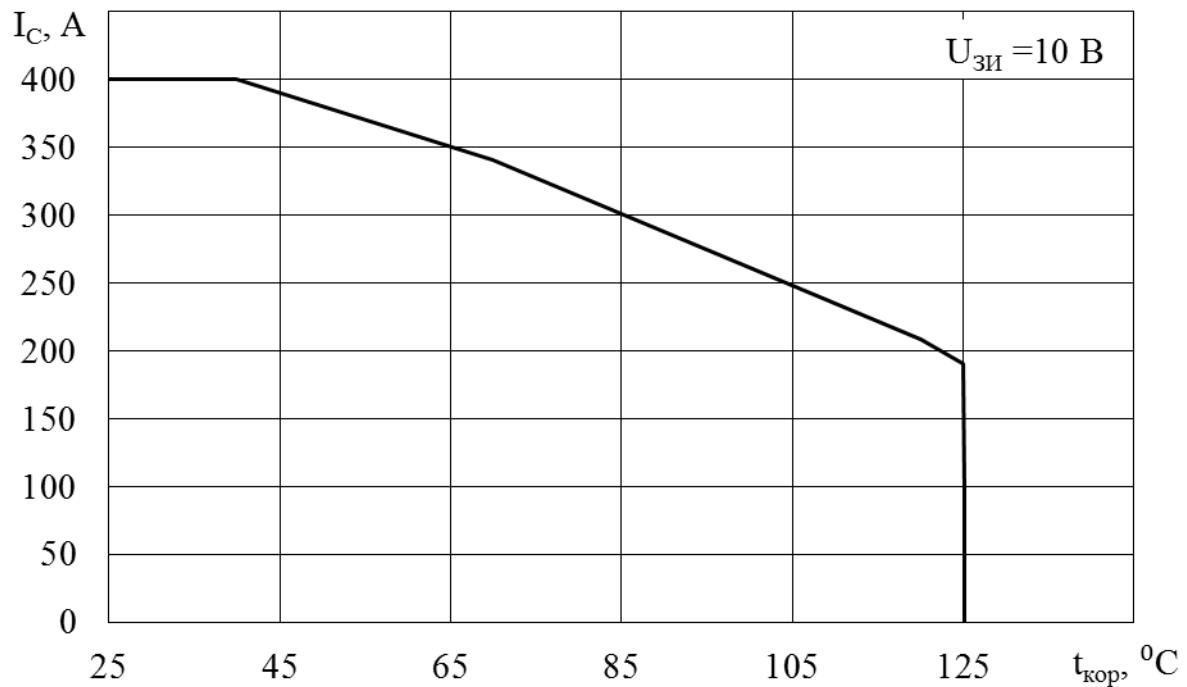


Рисунок Е.11 – Типовая зависимость предельного постоянного тока стока от температуры корпуса модуля МТКП1-400-1 УХЛ3

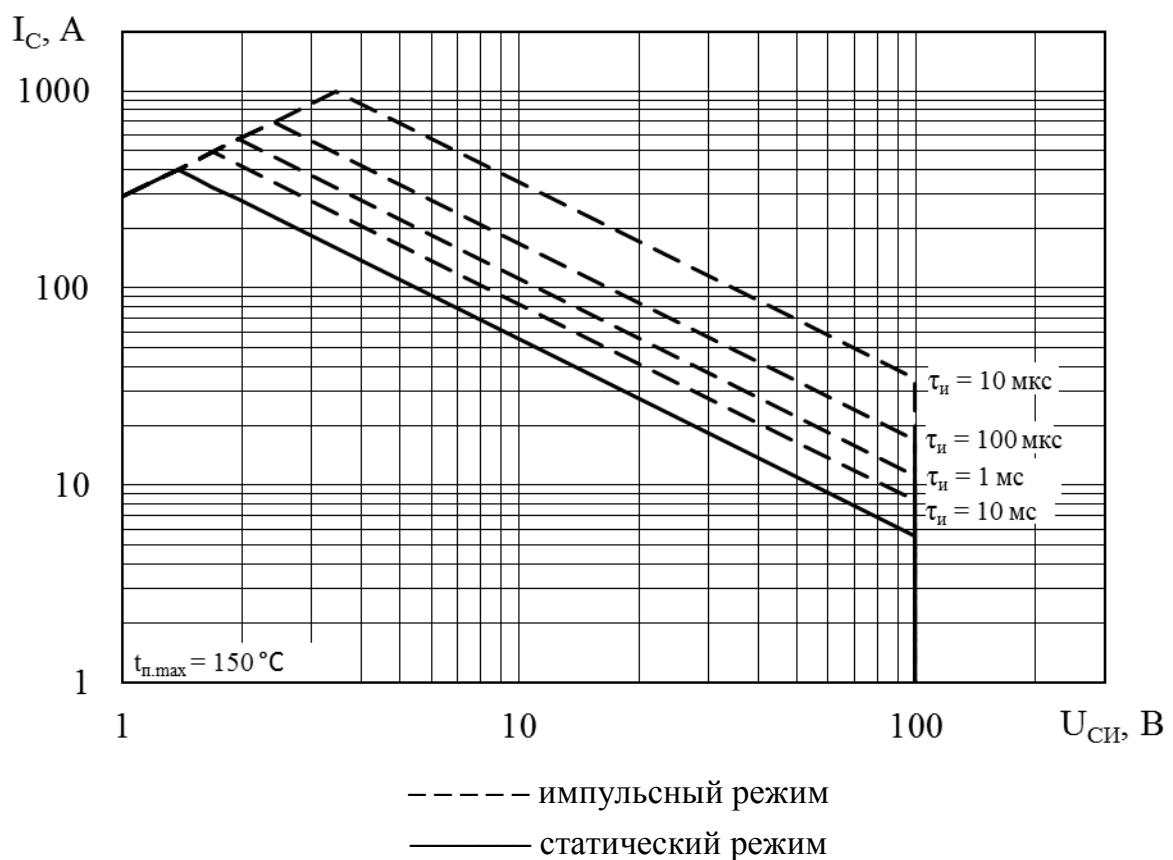


Рисунок Е.12 – Область безопасной работы модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{\text{кор}} \leq 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

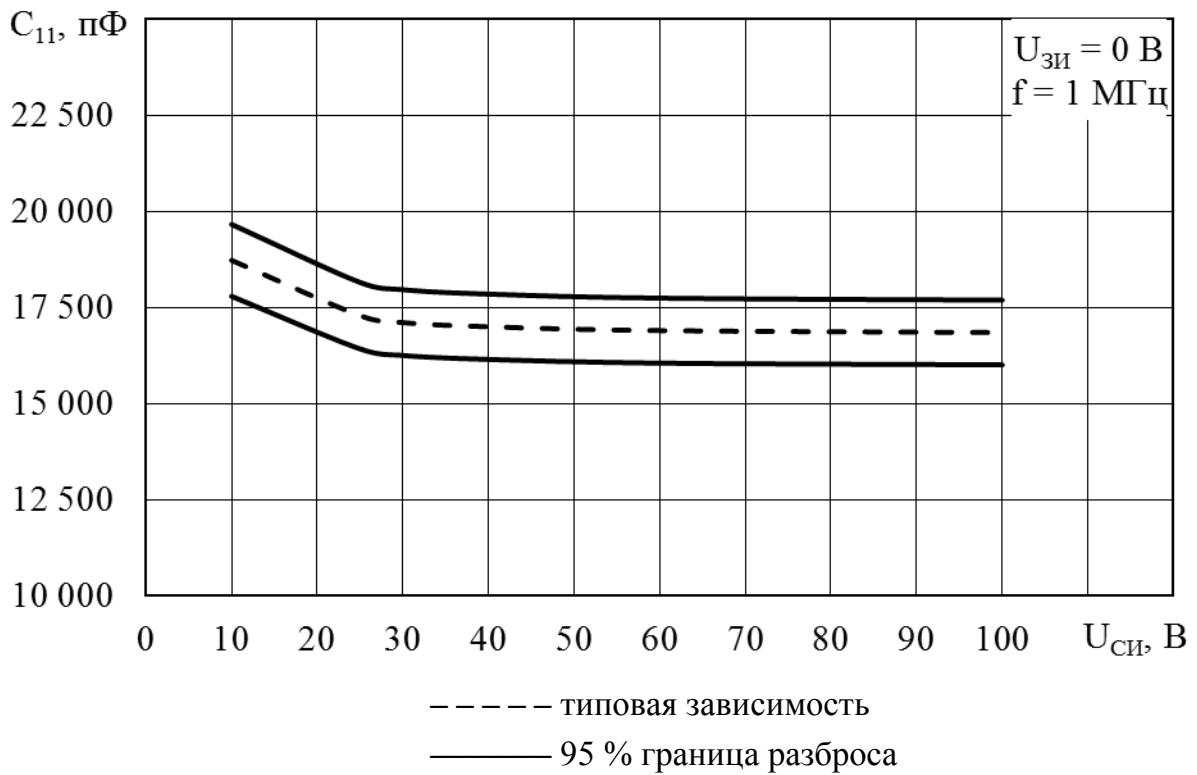


Рисунок Е.13 – Область изменения входной емкости в зависимости от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{\text{кор}} = (25 \pm 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$

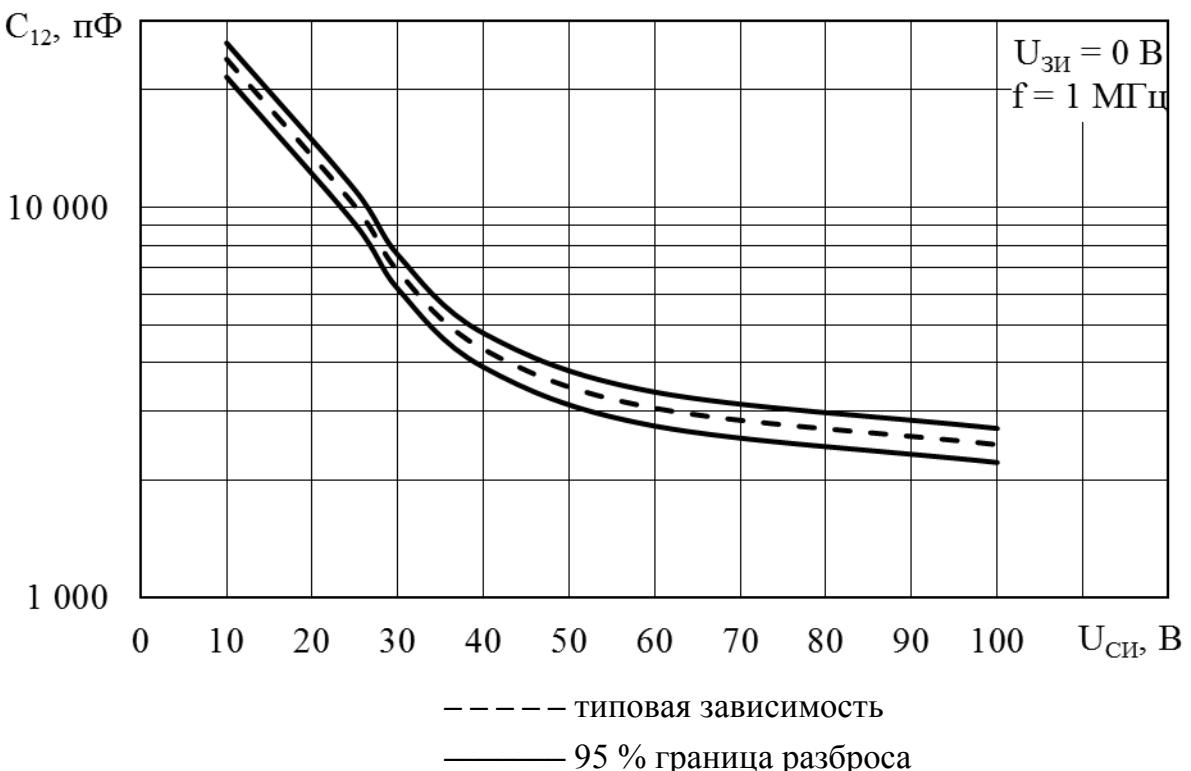


Рисунок Е.14 – Область изменения проходной емкости в зависимости от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{\text{кор}} = (25 \pm 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$

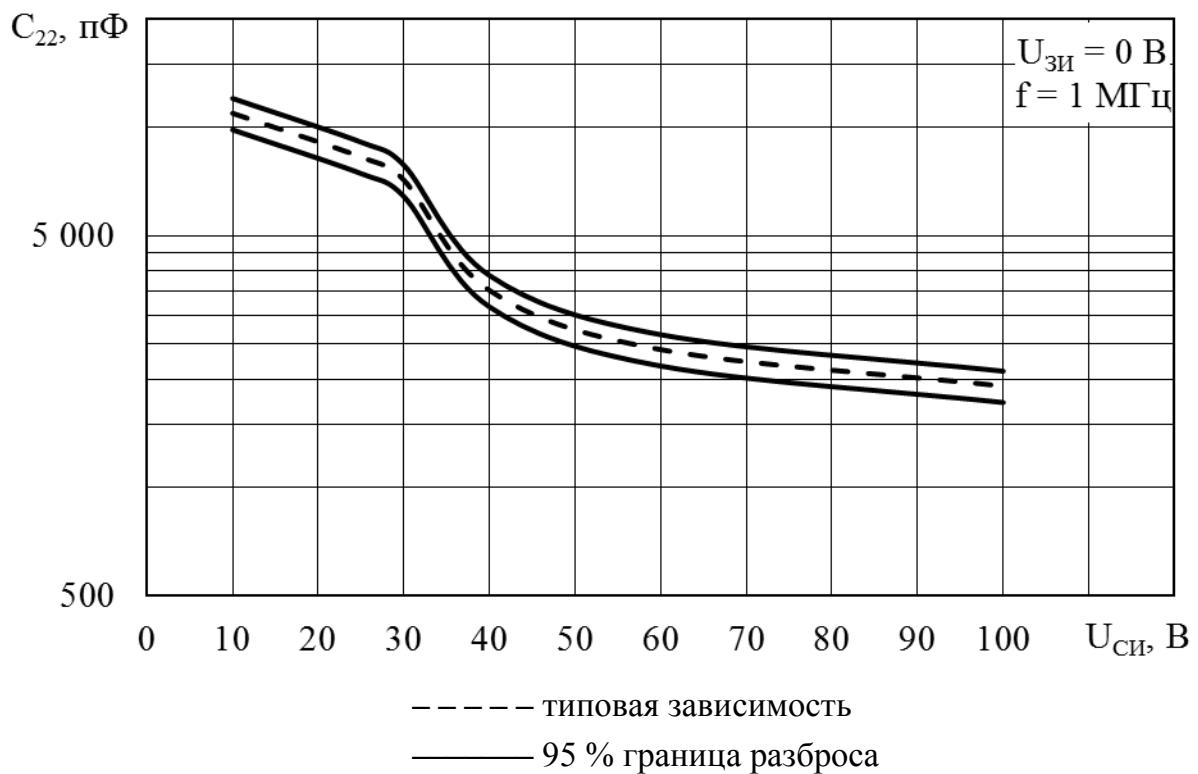


Рисунок Е.15 – Область изменения выходной емкости в зависимости от напряжения сток-исток модуля МТКП1-400-1 УХЛ3 при температуре корпуса  $t_{\text{кор}} = (25 \pm 10) \text{ }^{\circ}\text{C}$

## ПРИЛОЖЕНИЕ Ж

(обязательное)

### Схема электрическая принципиальная модуля

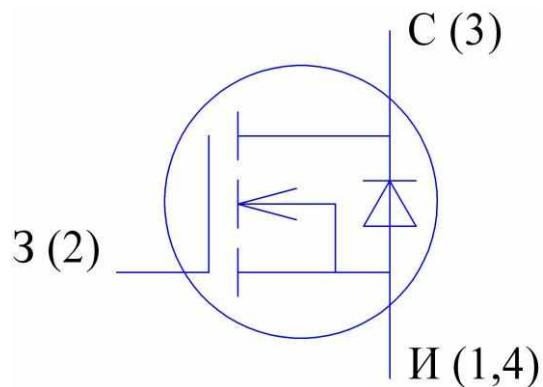


Рисунок Ж.1 – Схема электрическая принципиальная модуля  
МТКП1-400-1 УХЛ3

Таблица Ж.1 – Назначение выводов модуля МТКП1-400-1 УХЛ3

Номер вывода	Функциональное назначение вывода
1	Исток
2	Затвор
3	Сток
4	Исток

**ПРИЛОЖЕНИЕ И**  
**(обязательное)**  
**Справочные данные**

Таблица И.1 – Значения основных параметров модулей МТКП1-400-1 УХЛ3

Наименование параметра, единица измерения (режим и условия измерения)	Буквенное обозначе- ние па- раметра	Значение параметра		
		мини- маль- ное	типо- вое	макси- маль- ное
Начальный ток стока, мкА [U <sub>си</sub> = 100 В, U <sub>зи</sub> = 0 В, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	I <sub>C.нач</sub>	1	3	50
Ток утечки затвора, нА [U <sub>зи</sub> = 20 В, U <sub>си</sub> = 0 В, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C; U <sub>зи</sub> = -20 В, U <sub>си</sub> = 0 В, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	I <sub>3.ут</sub>	0,1	20	200
		-0,1	-2	-200
Пороговое напряжение, В [U <sub>си</sub> = U <sub>зи</sub> , I <sub>C</sub> = 500 мкА, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	U <sub>ЗИ.пор</sub>	2	2,9	5,0
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, Ом [U <sub>зи</sub> = 10 В, I <sub>C</sub> = 200 А, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	R <sub>СИ.отк</sub>	0,0014	0,0017	0,0023
Постоянное прямое напряжение диода, В [I <sub>и</sub> = 100 А, U <sub>зи</sub> = 0 В, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	U <sub>ИС</sub>	0,9	0,95	1,2
Крутизна характеристики, См [U <sub>си</sub> = 25 В, I <sub>C</sub> = 200 А, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, Q ≥ 100, t <sub>кор</sub> = (20 ± 5) °C]	S	–	210	–
Пробивное напряжение диода, В [U <sub>зи</sub> = 0 В, I <sub>C</sub> = 10 мА, τ <sub>и</sub> ≤ 500 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	U <sub>си</sub>	–	107	–
Коэффициент изменения порогового напряжения U <sub>зи</sub> , мВ/°C [U <sub>си</sub> = U <sub>зи</sub> , I <sub>C</sub> = 500 мкА, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	K <sub>Uзи.пор</sub>	–	8	–
Коэффициент изменения предельного напряжения U <sub>си</sub> , В/°C [U <sub>зи</sub> = 0 В, I <sub>C</sub> = 10 мА, τ <sub>и</sub> ≤ 500 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	K <sub>Uси.max</sub>	–	0,05	–
Входная емкость, пФ [U <sub>зи</sub> = 0 В, U <sub>си</sub> = 25 В, f = 1,0 МГц, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	C <sub>11и</sub>	–	17 300	–
Проходная емкость, пФ [U <sub>зи</sub> = 0 В, U <sub>си</sub> = 25 В, f = 1,0 МГц, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	C <sub>12и</sub>	–	10 100	–
Выходная емкость, пФ [U <sub>зи</sub> = 0 В, U <sub>си</sub> = 25 В, f = 1,0 МГц, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	C <sub>22и</sub>	–	8 300	–
Полный заряд затвора, нКл [U <sub>зи</sub> = 10 В, U <sub>си</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, I <sub>з</sub> = 100 мА, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	Q <sub>з</sub>	–	570	–
Заряд затвор-исток, нКл [U <sub>зи</sub> = 10 В, U <sub>си</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, I <sub>з</sub> = 100 мА, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	Q <sub>зи</sub>	–	85	–
Заряд затвор-сток, нКл [U <sub>зи</sub> = 10 В, U <sub>си</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, I <sub>з</sub> = 100 мА, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	Q <sub>зс</sub>	–	135	–
Время задержки включения, нс [U <sub>п</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, R <sub>3</sub> = 1 Ом, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	t <sub>зд.вкл</sub>	–	55	–
Время нарастания, нс [U <sub>п</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, R <sub>3</sub> = 1 Ом, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	t <sub>нр</sub>	–	115	–
Время задержки выключения, нс [U <sub>п</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, R <sub>3</sub> = 1 Ом, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	t <sub>зд.выкл</sub>	–	90	–
Время спада, нс [U <sub>п</sub> = 80 В, I <sub>C</sub> = 150 А, R <sub>3</sub> = 1 Ом, τ <sub>и</sub> ≤ 300 мкс, t <sub>кор</sub> = (25 ± 10) °C]	t <sub>сп</sub>	–	185	–