

ЭЛЕКТРУМ АВ

Паспорт

Модули на основе MOSFET-транзисторов

Модули в конструктиве M1

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35
Астрахань +7 (8512) 99-46-80
Барнаул +7 (3852) 37-96-76
Белгород +7 (4722) 20-58-80
Брянск +7 (4832) 32-17-25
Владивосток +7 (4232) 49-26-85
Волгоград +7 (8442) 45-94-42
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75
Ижевск +7 (3412) 20-90-75
Казань +7 (843) 207-19-05
Калуга +7 (4842) 33-35-03

Кемерово +7 (3842) 21-56-70
Киров +7 (8332) 20-58-70
Краснодар +7 (861) 238-86-59
Красноярск +7 (391) 989-82-67
Курск +7 (4712) 23-80-45
Липецк +7 (4742) 20-01-75
Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81
Москва +7 (499) 404-24-72
Мурманск +7 (8152) 65-52-70
Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32
Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65

Новосибирск +7 (383) 235-95-48
Омск +7 (381) 299-16-70
Орел +7 (4862) 22-23-86
Оренбург +7 (3532) 48-64-35
Пенза +7 (8412) 23-52-98
Пермь +7 (342) 233-81-65
Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65
Рязань +7 (4912) 77-61-95
Самара +7 (846) 219-28-25
Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09
Саратов +7 (845) 239-86-35

Сочи +7 (862) 279-22-65
Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Сургут +7 (3462) 77-96-35
Тверь +7 (4822) 39-50-56
Томск +7 (3822) 48-95-05
Тула +7 (4872) 44-05-30
Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Уфа +7 (347) 258-82-65
Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Челябинск +7 (351) 277-89-65
Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: electrum.pro-solution.ru | эл. почта: emt@pro-solution.ru
телефон: 8 800 511 88 70

МОДУЛЬ ДВУХ MOSFET КЛЮЧЕЙ

M12-370-1-M1

ПАСПОРТ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль двух последовательно-соединенных MOSFET ключей, зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом M12-370-1-M1 (далее – модуль), предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения. Является аналогом силовых модулей APTM10AM05FG «Microsemi» в корпусе типа SP6.

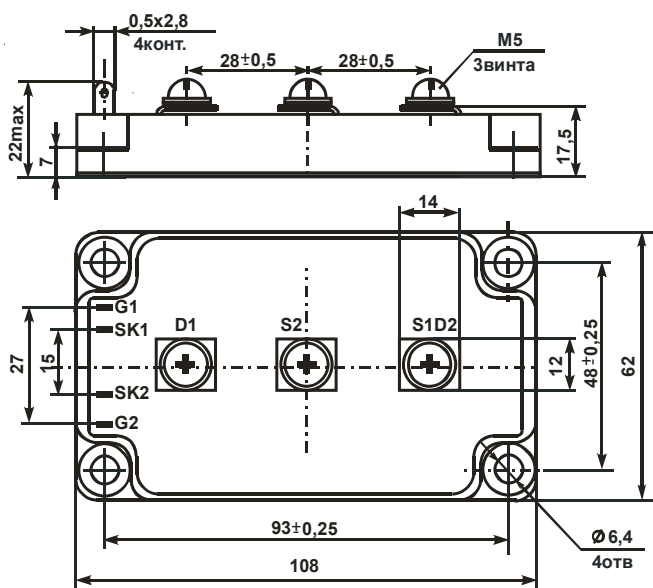


Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры модуля

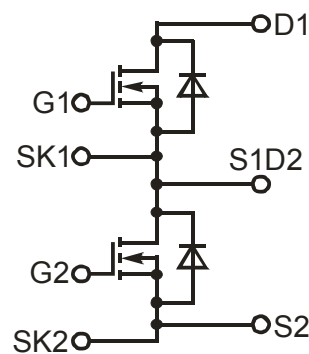


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные и предельно-допустимые параметры модулей

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	не менее	тип.	не более	Условия измерения
Основные характеристики					
Пробивное напряжение сток-исток, В	$V_{(BR)DSS}$	100			$V_{GS}=0$ В; $I_D=1$ мА
Постоянное напряжение силовой цепи	V_{DC}			60	
Постоянный ток силовой цепи (не более), А	I_{DC}			370	
Электрическая прочность изоляции схема / корпус (DC), В	V_{ISOL}	1000			DC, 1 мин
Тепловое сопротивление переход-корпус, °C/Вт	$R_{T(j-e)VT}$			0,12	
Рассеиваемая мощность (не более), Вт	P_D			1250	$T_c=25$ °C
Статические характеристики					
Пороговое напряжение затвор-исток, В	$V_{GS(th)}$	2		4	$I_D=1$ мА; $V_{GS}=V_{DS}$
Ток утечки затвора, нА	I_{GSS}			±500	
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, мОм	$R_{DS(on)}$			2	$I_D=370$ А
Начальный ток стока, мкА	I_{DSS}			200	$V_{DS}=100$ В
Динамические характеристики					
Входная емкость, пФ	C_{ies}		30680		$f=1$ МГц; $V_{DS}=25$ В
Выходная емкость, пФ	C_{oes}		2160		
Проходная емкость, пФ	C_{res}		1120		
Время задержки включения, нс	$t_{d(on)}$		50		$V_{DS}=50$ В
Время нарастания, нс	t_r		120		$I_D=370$ А

МОДУЛЬ ДВУХ MOSFET КЛЮЧЕЙ

M12-300-2-M1

ПАСПОРТ

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Модуль двух последовательно-соединенных MOSFET ключей, зашунтированный обратным быстровосстанавливающимся диодом M12-300-2-M1 (далее – модуль), предназначен для коммутации мощных нагрузок и применения в составе мощных преобразователей с большой частотой переключения. Является аналогом силовых модулей APTM20AM04FG «Microsemi» в корпусе типа SP6.

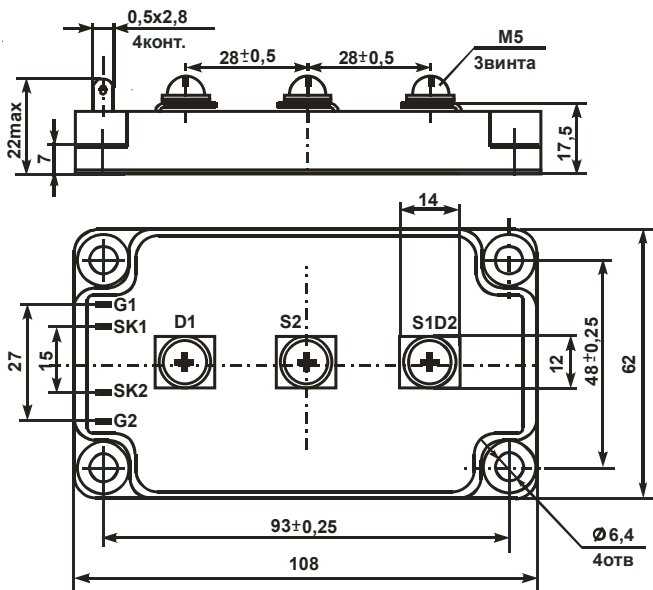


Рисунок 1 – Габаритные и присоединительные размеры модуля

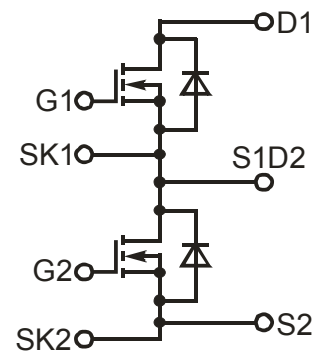


Рисунок 2 – Электрическая схема внутренних соединений модуля

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Электрические параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные и предельно-допустимые параметры модулей

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	не менее	тип.	не более	Условия измерения
Основные характеристики					
Пробивное напряжение сток-исток, В	$V_{(BR)DSS}$	200			$V_{GS}=0$ В; $I_D=1$ мА
Постоянное напряжение силовой цепи	V_{DC}			130	
Постоянный ток силовой цепи (не более), А	I_{DC}			300	
Электрическая прочность изоляции схема / корпус, В	V_{ISOL}	1000			DC, 1 мин
Тепловое сопротивление переход-корпус, °С/Вт	$R_{T(j-c)}$			0,1	
Рассеиваемая мощность (не более), Вт	P_D			1500	$T_c=25$ °С
Статические характеристики					
Пороговое напряжение затвор-исток, В	$V_{GS(th)}$	2		4	$I_D=1,5$ мА
Ток утечки затвора, нА	I_{GSS}			±500	
Сопротивление сток-исток в открытом состоянии, мОм	$R_{DS(on)}$			6	$I_D=300$ А
Начальный ток стока, мкА	I_{DSS}			200	$V_{DS}=200$ В
Динамические характеристики					
Входная емкость, пФ	C_{ies}		27600		$f=1$ МГц; $V_{DS}=25$ В
Выходная емкость, пФ	C_{oes}		2760		
Проходная емкость, пФ	C_{res}		600		
Время задержки включения, нс	$t_{d(on)}$		40		$V_{DS}=100$ В
Время нарастания, нс	t_r		60		$I_D=300$ А

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	не менее	тип.	не более	Условия измерения
Время задержки выключения, нс	$t_{d(off)}$		50		$V_{DS}=100\text{ В}$ $I_D=300\text{ А}$
Время спада, нс	t_f		50		
Общий заряд затвора, нКл	Q_G			600	
Характеристики обратного диода					
Прямое падение напряжения, В	V_{SD}			1,3	$V_{GS}=0\text{ В}; I_{SD}=300\text{ А}$
Постоянный ток диода, А	I_S			300	
Импульсный ток диода, А	I_{SM}			9600	$t_{имп}=1\text{ мс}$
Ток обратного восстановления, А	I_{RR}		224		
Время восстановления, нс	t_{RR}			220	
Предельно-допустимые режимы					
Напряжение сток-исток, В	V_{DSS}			200	
Напряжение затвор-исток, В	V_{GS}			± 20	
Постоянный ток стока, А	I_D			420	$T_c=25\text{ °C}$
Постоянный ток стока, А	I_D			300	$T_c=100\text{ °C}$
Импульсный ток стока, А	I_{DM}			1200	$t_{имп}=1\text{ мс}$
Температура перехода, °C	T_j^*			175	

3 УКАЗАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Общие требования

Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении среднего тока не более 80% от указанного в названии модуля и температуре перехода не более (70÷80)% от максимальной.

Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п. обеспечивающие тепловой режим) в любой ориентации с помощью винтов М6 с крутящим моментом ($5\pm 0,5$) Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более 2,5 мкм и отклонение от плоскостности – не более 30 мкм. На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с применением теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо повернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Подсоединение к модулю

Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М5 с крутящим моментом ($4 \pm 0,5$) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Для модулей М13А1, М13А4 подключение силовых цепей осуществляется пайкой. Так же при помощи пайки осуществляется присоединение управляющих проводников. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°С. Продолжительность пайки не более 3 с. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземлённых низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

Требования эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 2.

Таблица 2 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	150 (15) 0,5 - 100
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	40 (4) 50
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 3.

Таблица 3 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Требования безопасности

- 1 Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания.
- 3 Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, когда на силовые цепи модуля подано питание.
- 4 Не касаться радиатора модуля, если он не заземлён и на него подано силовое питание.
- 5 Не касаться охладителя и корпуса модуля в процессе его работы, поскольку их температура может быть значительной.
- 6 Следует немедленно отключить электропитание, если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы; проверить правильность подключения модуля.
- 7 Не допускается попадания на модуль воды и других жидкостей.

4 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям настоящего паспорта при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, указанных в паспорте.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ не менее 50000 часов при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90 \%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

5 СВЕДЕНИЯ О ПРИЁМКЕ

Модули _____ зав. № _____ (_____ шт.)
соответствуют комплекту КД и настоящему Паспорту и признаны годными для эксплуатации

Место для штампа ОТК

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

Продолжение таблицы 1

Наименование параметра, единица измерения	Обозначение	не менее	тип.	не более	Условия измерения
Время задержки выключения, нс	$t_{d(off)}$		100		$V_{DS}=50$ В $I_D=370$ А
Время спада, нс	t_f		100		
Общий заряд затвора, нКл	Q_G			1000	
Характеристики обратного диода					
Прямое падение напряжения, В	V_{SD}			1,3	$V_{GS}=0$ В; $I_{SD}=370$ А
Постоянный ток диода, А	I_S			370	
Импульсный ток диода, А	I_{SM}			960	$t_{имп}=1$ мс
Ток обратного восстановления, А	I_{RR}		224		
Время восстановления, нс	t_{RR}			220	
Предельно-допустимые режимы					
Напряжение сток-исток, В	V_{DSS}			100	
Напряжение затвор-исток, В	V_{GS}			± 20	
Постоянный ток стока, А	I_D			450	$T_c=25$ °С
Постоянный ток стока, А	I_D			370	$T_c=100$ °С
Импульсный ток стока, А	I_{DM}			1440	$t_{имп}=1$ мс
Температура перехода, °С	T_j^*			175	

3 УКАЗАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Общие требования

Рекомендуется эксплуатация модуля при рабочем значении среднего тока не более 80% от указанного в названии модуля и температуре перехода не более (70÷80)% от максимальной.

Не допускается эксплуатация модуля в режимах при одновременном воздействии двух и более предельно допустимых значений параметров.

В электрической схеме установки с применением модулей должна быть предусмотрена быстродействующая защита от недопустимых перегрузок, коротких замыканий и коммутационных перегрузок.

Установка модуля

Модуль крепится в аппаратуре на охладитель (шасси, станины установок, металлические пластины и т.п. обеспечивающие тепловой режим) в любой ориентации с помощью винтов М6 с крутящим моментом ($5\pm 0,5$) Нм, с обязательной установкой плоских и пружинных шайб. В установках модуль следует располагать таким образом, чтобы предохранить его от дополнительного нагрева со стороны соседних элементов. Плоскости ребер охладителя желательно ориентировать в направлении воздушного потока.

Контактная поверхность охладителя должна иметь шероховатость не более 2,5 мкм и отклонение от плоскостности – не более 30 мкм. На поверхности охладителя не должно быть заусенцев, раковин. Между модулем и охладителем не должно быть никаких посторонних частиц. Для улучшения теплового баланса установку модуля на монтажную поверхность или охладитель необходимо осуществлять с применением теплопроводящих паст типа КПТ-8 ГОСТ 19783-74 или аналогичных по своим теплопроводящим свойствам.

При монтаже необходимо обеспечивать равномерность прижатия основания модуля к охладителю. С этой целью следует все винты закручивать равномерно в 2 – 4 приема поочередно: сначала расположенные по одной диагонали, потом по другой. При демонтаже модуля раскручивание винтов производить в обратном порядке.

Не ранее, чем через три часа после монтажа винты необходимо повернуть, соблюдая заданный крутящий момент, так как часть теплопроводящей пасты под давлением вытекает и крепление может ослабнуть.

Допускается на один охладитель устанавливать несколько модулей без дополнительных изолирующих прокладок, при условии, что напряжение между выводами разных модулей не превышает минимального значения напряжения пробоя изоляции каждого из них или при заземленном охладителе.

Подсоединение к модулю

Присоединение электрических проводников и кабелей к силовым контактам модуля осуществляется с помощью винтов М5 с крутящим моментом ($4 \pm 0,5$) Н·м и шайб, входящих в комплект поставки модуля. Для модулей М13А1, М13А4 подключение силовых цепей осуществляется пайкой. Так же при помощи пайки осуществляется присоединение управляющих проводников. Пайка выводов должна производиться при температуре не выше 235°С. Продолжительность пайки не более 3 с. Допустимое число перепаек выводов модулей при проведении монтажных (сборочных) операций 3.

Подключение силовых проводов должно производиться через соединители, имеющие антикоррозионное покрытие, очищенные от посторонних наслоений. После затягивания винтов (болтов) рекомендуется закрепить соединение краской. Рекомендуется повторно подтянуть винты (болты) через 8 суток и через 6 недель после начала эксплуатации. Впоследствии затяжка должна контролироваться не реже 1 раза в полугодие.

При монтаже и эксплуатации необходимо принять меры по защите модуля от воздействия статического электричества; при монтаже обязательно применение персоналом заземляющих браслетов и заземлённых низковольтных паяльников с питанием через трансформатор.

Требования эксплуатации

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них механических нагрузок согласно таблице 2.

Таблица 2 – Воздействие механических нагрузок.

Внешний воздействующий фактор	Значение внешнего воздействующего фактора
Синусоидальная вибрация: - ускорение, м/с ² (g); - частота, Гц	150 (15) 0,5 - 100
Механический удар многократного действия: - пиковое ударное ускорение, м/с ² (g); - длительность действия ударного ускорения, мс	40 (4) 50
Линейное ускорение, м/с ² (g)	5000 (500)

Модуль должен эксплуатироваться в условиях воздействия на них климатических нагрузок согласно таблице 3.

Таблица 3 – Воздействие климатических нагрузок

Климатический фактор	Значение климатического фактора
Пониженная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	- 40 - 45
Повышенная температура среды: - рабочая, °С; - предельная, °С	+ 85 + 100
Относительная влажность при температуре 35 °С без конденсации влаги, %, не более	98

Требования безопасности

- 1 Работа с модулем должна осуществляться только квалифицированным персоналом.
2. Не прикасаться к силовым выводам модуля при поданном напряжении питания.
- 3 Не подсоединять и не разъединять проводники и соединители, когда на силовые цепи модуля подано питание.
- 4 Не касаться радиатора модуля, если он не заземлён и на него подано силовое питание.
- 5 Не касаться охладителя и корпуса модуля в процессе его работы, поскольку их температура может быть значительной.
- 6 Следует немедленно отключить электропитание, если из модуля идет дым, исходит запах или ненормальные шумы; проверить правильность подключения модуля.
- 7 Не допускается попадания на модуль воды и других жидкостей.

4 ТРЕБОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие качества модуля всем требованиям настоящего паспорта при соблюдении потребителем условий и правил хранения, монтажа и эксплуатации, а также указаний по применению, указанных в паспорте.

Гарантийный срок эксплуатации 2 года с даты приемки, а в случае перепроверки – с даты перепроверки.

Вероятность безотказной работы модуля за 25000 часов не менее 0,95.

Гамма-процентный ресурс в условиях и режимах, установленных ТУ не менее 50000 часов при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок службы модулей, при условии суммарной наработки не более гамма процентного ресурса, не менее 10 лет, при $\gamma = 90 \%$.

Гамма-процентный срок сохраняемости модулей, при $\gamma = 90 \%$ и хранении в условиях, допускаемых ТУ – 10 лет.

5 СВЕДЕНИЯ О ПРИЁМКЕ

Модули _____ зав. № _____ (_____ шт.)
соответствуют комплекту КД и настоящему Паспорту и признаны годными для эксплуатации

Место для штампа ОТК

6 РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УТИЛИЗАЦИИ

Утилизация изделия (переплавка, захоронение, перепродажа) производится в порядке, установленном Законами РФ: от 04 мая 1999г. № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», а также другими общероссийскими и региональными нормами, правилами, распоряжениями и пр., принятыми во исполнение указанных законов.

По вопросам продаж и поддержки обращайтесь:

Архангельск +7 (8182) 45-71-35	Кемерово +7 (3842) 21-56-70	Новосибирск +7 (383) 235-95-48	Сочи +7 (862) 279-22-65
Астрахань +7 (8512) 99-46-80	Киров +7 (8332) 20-58-70	Омск +7 (381) 299-16-70	Ставрополь +7 (8652) 57-76-63
Барнаул +7 (3852) 37-96-76	Краснодар +7 (861) 238-86-59	Орел +7 (4862) 22-23-86	Сургут +7 (3462) 77-96-35
Белгород +7 (4722) 20-58-80	Красноярск +7 (391) 989-82-67	Оренбург +7 (3532) 48-64-35	Тверь +7 (4822) 39-50-56
Брянск +7 (4832) 32-17-25	Курск +7 (4712) 23-80-45	Пенза +7 (8412) 23-52-98	Томск +7 (3822) 48-95-05
Владивосток +7 (4232) 49-26-85	Липецк +7 (4742) 20-01-75	Пермь +7 (342) 233-81-65	Тула +7 (4872) 44-05-30
Волгоград +7 (8442) 45-94-42	Магнитогорск +7 (3519) 51-02-81	Ростов-на-Дону +7 (863) 309-14-65	Тюмень +7 (3452) 56-94-75
Екатеринбург +7 (343) 302-14-75	Москва +7 (499) 404-24-72	Рязань +7 (4912) 77-61-95	Ульяновск +7 (8422) 42-51-95
Ижевск +7 (3412) 20-90-75	Мурманск +7 (8152) 65-52-70	Самара +7 (846) 219-28-25	Уфа +7 (347) 258-82-65
Казань +7 (843) 207-19-05	Наб.Челны +7 (8552) 91-01-32	Санкт-Петербург +7 (812) 660-57-09	Хабаровск +7 (421) 292-95-69
Калуга +7 (4842) 33-35-03	Ниж.Новгород +7 (831) 200-34-65	Саратов +7 (845) 239-86-35	Челябинск +7 (351) 277-89-65
			Ярославль +7 (4852) 67-02-35

сайт: electrum.pro-solution.ru | эл. почта: emt@pro-solution.ru

телефон: 8 800 511 88 70