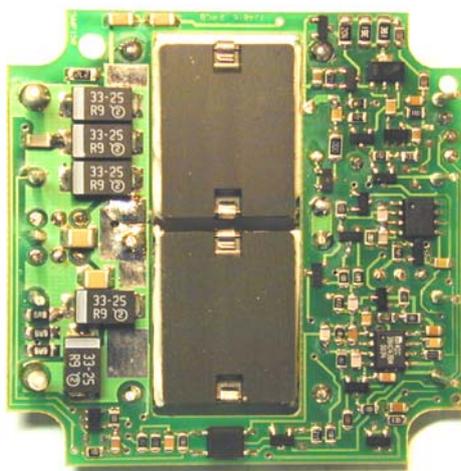


**Модули питания серии СМР60, СМБ60, СМД60:
Вход 10...36 В, 18...72 В, 36...150 В;
Выход 60 Вт**



Модули серий СМР60, СМБ60, СМД60 изготовлены по технологии поверхностного монтажа с применением зарубежной элементной базы.

Функциональные особенности

- Внешнее выключение
- Регулировка выходного напряжения от 95% до 105% от номинального значения
- Широкий диапазон изменения входного напряжения 4:1
- Защита от перегрузок и короткого замыкания, от превышения выходного напряжения, термозащита
- Электрическая прочность изоляции 1000 В
- Рабочая температура на корпусе -40°C...+85°C
- Металлический корпус
- Высокий коэффициент полезного действия
- Гальваническая развязка входных и выходных цепей
- Один канал

Предельные эксплуатационные данные

Превышение предельных эксплуатационных параметров может привести к повреждению модуля. При нормальной работе модуля ни один параметр не должен выходить за пределы, определенные в разделе ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ. Работа при параметрах, близких к предельным, может снизить надежность модуля.

Параметр	Модуль	Усл. обозн.	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Входное напряжение: Продолжительно	СМР60	V_I	0	—	40	В
	СМБ60	V_I	0	—	80	В
	СМД60	V_I	0	—	160	В
Рабочая температура на корпусе	все	T_C	-40	—	85	°С
Температура хранения	все	T_{stg}	-55	—	85	°С
Напряжение изоляции вход-выход	все	—	—	—	1000	В
Напряжение изоляции вход-корпус	все	—	—	—	1000	В
Напряжение изоляции выход-корпус	все	—	—	—	500	В

Электрические параметры

Таблица 1. Входные параметры

Параметр	Модуль	Усл. обозн.	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Рабочее входное напряжение	СМР60	V_I	10	24	36	В
	СМБ60	V_I	18	48	72	В
	СМД60	V_I	36	100	150	В
Максимальный входной ток	СМР60	$I_{I,max}$	—	—	9	А
	СМБ60	$I_{I,max}$	—	—	6,7	А
	СМД60	$I_{I,max}$	—	—	3,2	А
Пульсации входного тока (5 Гц...20 МГц; импеданс источника 12 мкГн; $T_A=25^\circ\text{C}$; см рис. 15)	СМР60	I_I	—	30	—	mA_{p-p}
	СМБ60	I_I	—	30	—	mA_{p-p}
	СМД60	I_I	—	40	—	mA_{p-p}
Подавление пульсаций входного напряжения (100 Гц — 120 Гц)	все	—	—	50	—	дБ

ВНИМАНИЕ: Плавкий предохранитель не входит в состав модуля. Во входной цепи рекомендуется применять плавкий предохранитель.

Электрические параметры (продолжение)

Таблица 2. Выходные параметры

Параметр	Модуль (или суф- фикс)	Усл. обозн.	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Начальная установка выходного напряжения ($V_I = V_{I,ном}$; $I_O = I_{O,макс}$; $T_A=25^\circ\text{C}$)	Д	$V_{O,set}$	8.82	9.00	9.18	В
	И	$V_{O,set}$	9.8	10	10.2	В
	В	$V_{O,set}$	11.76	12.00	12.24	В
	С	$V_{O,set}$	14.70	15.00	15.30	В
	Г	$V_{O,set}$	19.60	20.00	20.40	В
	Е	$V_{O,set}$	23.52	24.00	24.48	В
	Н	$V_{O,set}$	26.46	27.00	27.54	В
Выходное напряжение (Во всем диапазоне входных напряжений и температуры корпуса, в диапазоне нагрузок от 10% до 100% $I_{Oмакс}$.)	Д	$V_{O,set}$	8.70	—	9.20	В
	В	$V_{O,set}$	11.60	—	12.20	В
	С	$V_{O,set}$	14.50	—	15.30	В
	Г	$V_{O,set}$	19.30	—	20.65	В
	Е	$V_{O,set}$	23.20	—	24.50	В
	Н	$V_{O,set}$	26.08	—	27.82	В
Изменение выходного напряжения при изменении входного напряжения	Д	—	—	0.04	0.06	% V_O
	В	—	—	0.08	0.12	% V_O
	С	—	—	0.07	0.10	% V_O
	Г	—	—	0.05	0.08	% V_O
	Е	—	—	0.04	0.07	% V_O
	Н	—	—	0.04	0.06	% V_O
Изменение выходного напряжения при изменении тока нагрузки	Д	—	—	0.05	0.08	% V_O
	В	—	—	0.04	0.07	% V_O
	С	—	—	0.04	0.07	% V_O
	Г	—	—	0.05	0.07	% V_O
	Е	—	—	0.05	0.08	% V_O
	Н	—	—	0.05	0.07	% V_O
Изменение выходного напряжения при изменении температуры корпуса ($T_C=-40^\circ\text{C}\dots+85^\circ\text{C}$)	Д	—	—	0.50	2.50	% V_O
	В	—	—	0.50	2.50	% V_O
	С	—	—	0.50	2.50	% V_O
	Г	—	—	0.50	2.50	% V_O
	Е	—	—	0.50	2.50	% V_O
	Н	—	—	0.50	2.50	% V_O
Пульсации выходного напряжения (см. Рис.16): Размах от пика до пика	Д	—	—	90	150	мВ _{p-p}
	В	—	—	90	150	мВ _{p-p}
	С	—	—	100	150	мВ _{p-p}
	Г	—	—	110	150	мВ _{p-p}
	Е	—	—	120	150	мВ _{p-p}
	Н	—	—	120	150	мВ _{p-p}

Параметр	Модуль (или суф- фикс)	Усл. обозн.	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Допустимая емкость нагрузки	СМР(Б,Д)60Д	—	—	—	470	мкФ
	СМР(Б,Д)60В	—	—	—	330	мкФ
	СМР(Б,Д)60С	—	—	—	330	мкФ
	СМР(Б,Д)60Г	—	—	—	220	мкФ
	СМР(Б,Д)60Е	—	—	—	220	мкФ
	СМР(Б,Д)60Н	—	—	—	220	мкФ
Ток нагрузки	СМР(Б,Д)60Д	I_o	0,067	—	6,7	А
	СМР(Б,Д)60В	I_o	0,05	—	5,0	А
	СМР(Б,Д)60С	I_o	0,04	—	4,0	А
	СМР(Б,Д)60Г	I_o	0,03	—	3,0	А
	СМР(Б,Д)60Е	I_o	0,025	—	2,5	А
	СМР(Б,Д)60Н	I_o	0,022	—	2,2	А
Порог ограничения тока нагрузки ($V_o = 90\%V_{o, \text{set}}$, см. Рис.5)	СМР(Б,Д)60Д	I_o	—	—	11,4	А
	СМР(Б,Д)60В	I_o	—	—	8,5	А
	СМР(Б,Д)60С	I_o	—	—	6,8	А
	СМР(Б,Д)60Г	I_o	—	—	5,1	А
	СМР(Б,Д)60Е	I_o	—	—	4,25	А
	СМР(Б,Д)60Н	I_o	—	—	3,74	А
К.П.Д. ($V_I = V_{I, \text{ном}}$; $I_o = I_{o, \text{макс}}$; $T_A = 25^\circ\text{C}$; см. Рис. 6...9,17)	СМР60Д	η	82	84	—	%
	СМР60В(С,Г)	η	84	87	—	%
	СМР60Е(Н)	η	83	85	—	%
	СМБ60Д	η	82	84	—	%
	СМБ60В(С,Г)	η	84	87	—	%
	СМБ60Е(Н)	η	83	85	—	%
	СМД60Д	η	81	83	—	%
	СМД60В(С,Г)	η	84	87	—	%
	СМД60Е(Н)	η	83	86	—	%
Переходные процессы при изменении тока нагрузки от 50% до 75% от $I_{o, \text{макс}}$ ($V_I = V_{I, \text{ном}}$; $\Delta I_o / \Delta t = 1\text{A}/10\text{мкс}$; $T_C = 25^\circ\text{C}$; см. Рис.10): Максимальное отклонение от $V_{o, \text{set}}$ Время установления (отклонение <10% от максимального)	все	—	—	3	—	% V_o
	все	—	—	0.8	—	мс

Параметр	Модуль (или суф- фикс)	Усл. обозн.	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Переходные процессы при изменении тока нагрузки от 50% до 25% от $I_{O,max}$ ($V_I=V_{I,ном}$; $\Delta I_O/\Delta t=1A/10мкс$; $T_C=25^\circ C$; см. Рис.11): Максимальное отклонение от $V_{O,set}$ Время установления (отклонение <10% от максимального)	все все	— —	— —	3 0.8	— —	% V_O мс

Электрические параметры (продолжение)

Таблица 3. Параметры изоляции

Параметр	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Емкость между входом и выходом	—	3300	—	пФ
Сопrotивление изоляции	20	—	—	МОм

Электрические параметры (продолжение)

Таблица 4. Общие параметры

Параметр	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Расчетное время наработки на отказ ($I_O = 80\%$ от $I_{O,max}$; $T_C=40^\circ C$)	—	500000	—	час
Масса	—	—	150	г
Время пайки (припой ПОС 61 ГОСТ 21931, температура жала паяльника не более $260^\circ C$)	—	—	3	с

Таблица 5. Дополнительные параметры

Параметр	Модуль (или суффикс)	Усл. обозн.	МИН	ТИП	МАКС	Ед. изм.
Параметры входа "ВЫКЛ" (См. рис.18): Ток ключа в состоянии "лог. "0" Напряжение на выводе "ВЫКЛ" в состоянии "лог. "0" Напряжение на выводе "ВЫКЛ" в состоянии "лог. "1" ($I_{ON/OFF} = 0$)	все	$I_{ON/OFF}$	—	—	0,2	мА
	все	$V_{ON/OFF}$	0	—	2	В
	все	$V_{ON/OFF}$	—	—	2,5	В
Задержка включения и время нарастания выходного напряжения ($I_O = 80\%$ от $I_{O,max}$; $T_A=25^\circ\text{C}$; см. рис.12,13,14): Задержка включения при подаче питания (вход "ВЫКЛ" установлен в состояние "включено"; задержка от момента $V_I = V_{I,min}$ до момента $V_O = 10\%$ от $V_{O,nom}$) Задержка включения по входу "ВЫКЛ" ($V_I = V_{I,nom}$; задержка от момента переключения входа "ВЫКЛ" до момента $V_O = 10\%$ от $V_{O,nom}$) Время нарастания выходного напряжения (от 10% от $V_{O,nom}$ до 90% от $V_{O,nom}$) Выброс выходного напряжения при включении ($I_O = 80\%$ от $I_{O,max}$; $T_A=25^\circ\text{C}$)	все	T_{delay}	—	40	—	мс
	все	T_{delay}	—	10	—	мс
	все	T_{ris}	—	0,25	—	мс
	все	—	—	—	0	%
Диапазон регулировки выходного напряжения	все	—	95	—	105	% $V_{O,nom}$
Порог включения при входном напряжении	СМР	V_I	—	9,7	—	В
	СМБ	V_I	—	17,7	—	В
	СМД	V_I	—	35,2	—	В
Порог выключения при входном напряжении	СМР	V_I	—	9,3	—	В
	СМБ	V_I	—	17,1	—	В
	СМД	V_I	—	34,5	—	В

Типовые характеристики

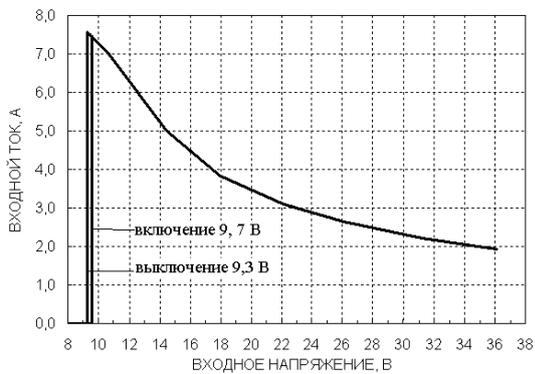


Рис. 1. Зависимость входного тока от входного напряжения для модулей SMP60 при $I_o = I_{o,max}$ и $T_c = 25^\circ C$

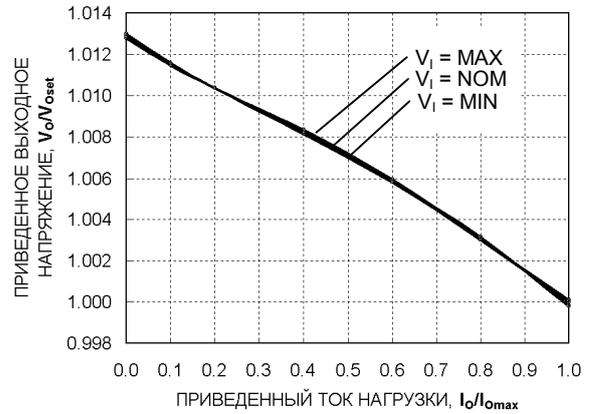


Рис. 4. Зависимость выходного напряжения от тока нагрузки при $T_c = 25^\circ C$

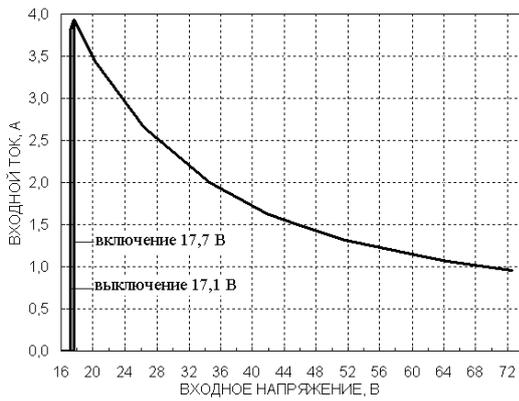


Рис. 2. Зависимость входного тока от входного напряжения для модулей СМБ60 при $I_o = I_{o,max}$ и $T_c = 25^\circ C$

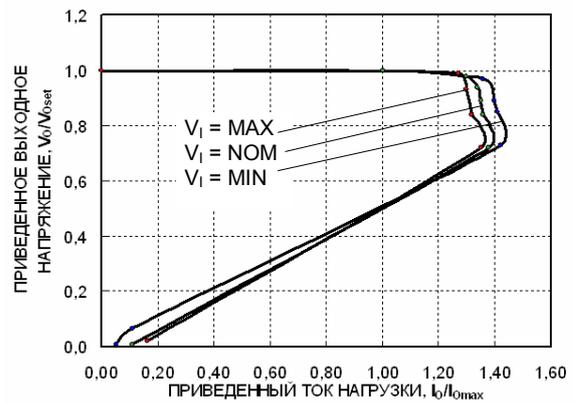


Рис. 5. Зависимость выходного напряжения от тока нагрузки при $T_c = 25^\circ C$

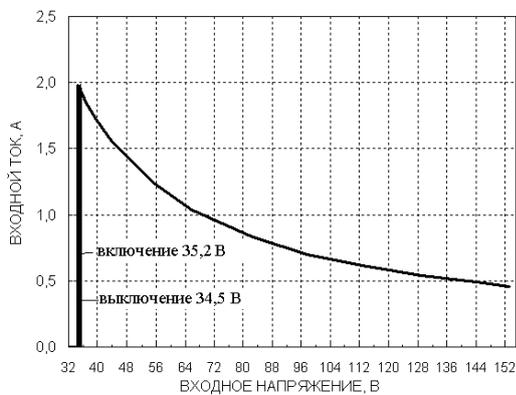


Рис. 3. Зависимость входного тока от входного напряжения для модулей СМД60 при $I_o = I_{o,max}$ и $T_c = 25^\circ C$

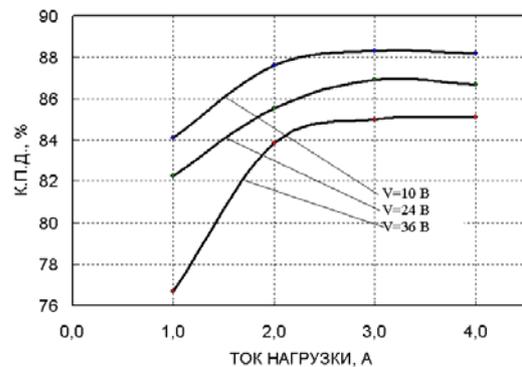


Рис. 6. Типовая зависимость К.П.Д. от тока нагрузки для модуля SMP60C при $T_c = 25^\circ C$

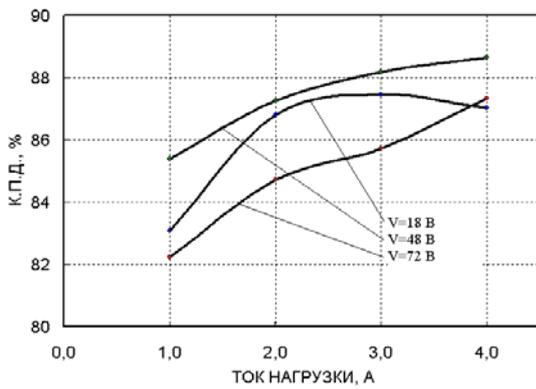


Рис. 7. Типовая зависимость К.П.Д. от тока нагрузки для модуля СМБ60С при $T_c=25^\circ\text{C}$

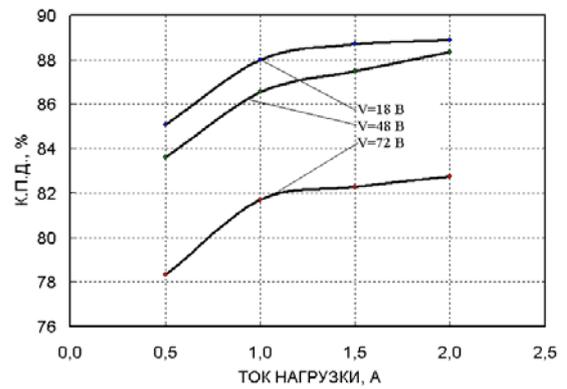


Рис. 8. Типовая зависимость К.П.Д. от тока нагрузки для модуля СМБ60Н при $T_c=25^\circ\text{C}$

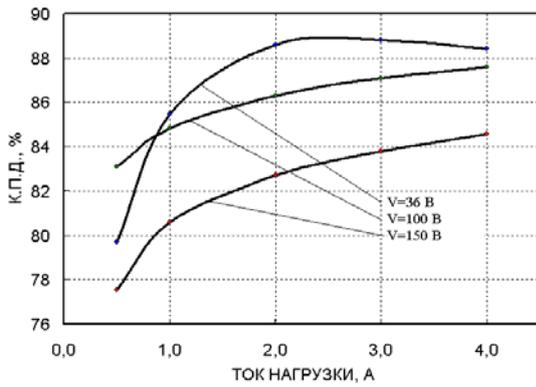


Рис. 9. Типовая зависимость К.П.Д. от тока нагрузки для модуля СМД60С при $T_c=25^\circ\text{C}$

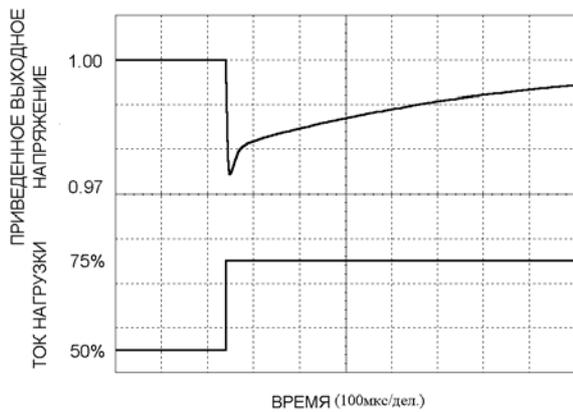


Рис. 10. Типовой переходный процесс при скачке нагрузки от 50% до 75% от $I_{o,max}$

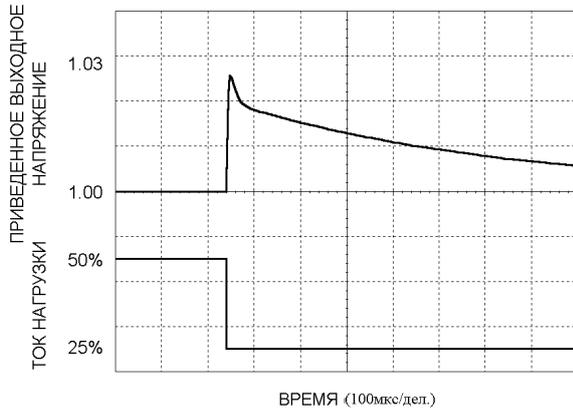


Рис. 11. Типовой переходный процесс при скачке нагрузки от 50% до 25% от $I_{o,max}$

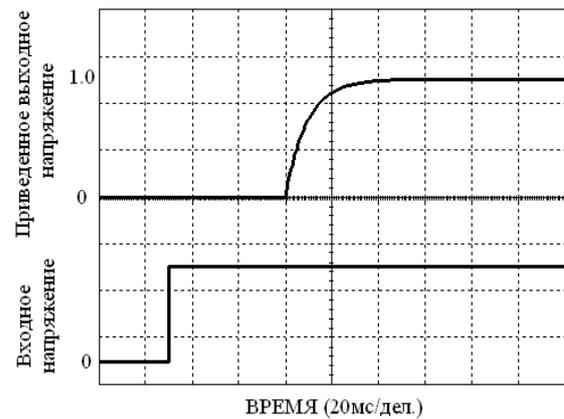


Рис. 12. Типовой процесс включения модулей СМР60, СМБ60 при подаче питания

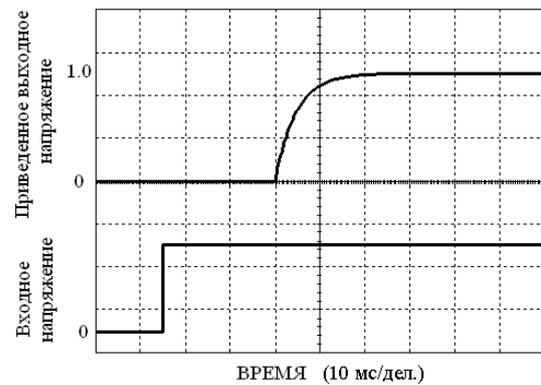


Рис. 13. Типовой процесс включения модулей СМД60 при подаче питания

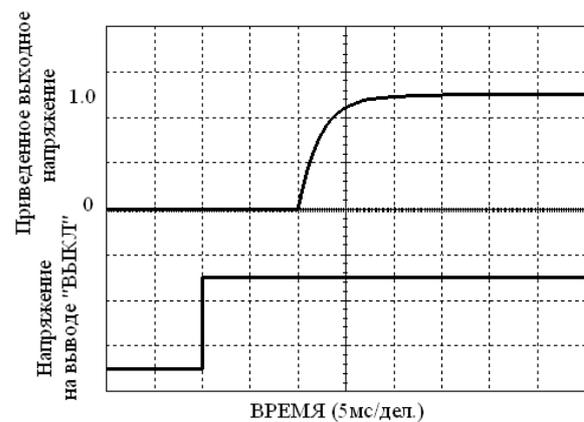
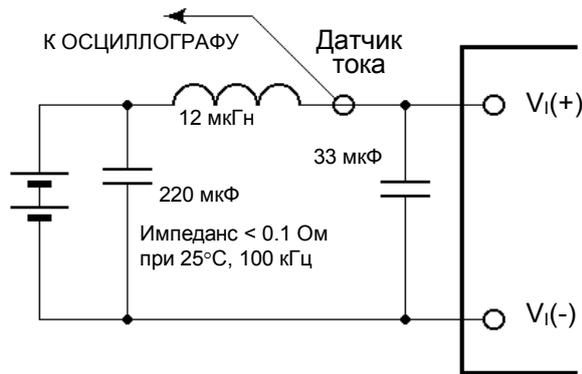


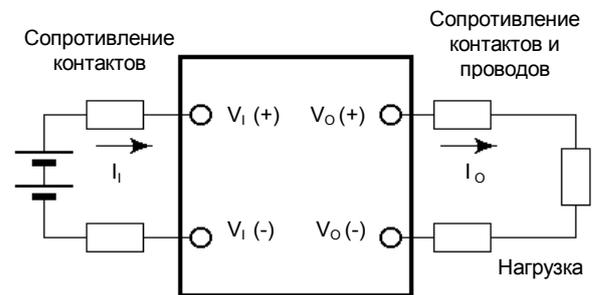
Рис. 14. Типовой процесс включения модулей СМР60, СМБ60, СМД60 по входу "ВЫКЛ"

Схемы измерений



ПРИМЕЧАНИЕ: Пульсации входного тока измеряются с дросселем, имитирующим импеданс источника 12 мкГн. Конденсатор 220 мкФ обеспечивает низкий импеданс батареи. Ток измеряется на входе модуля.

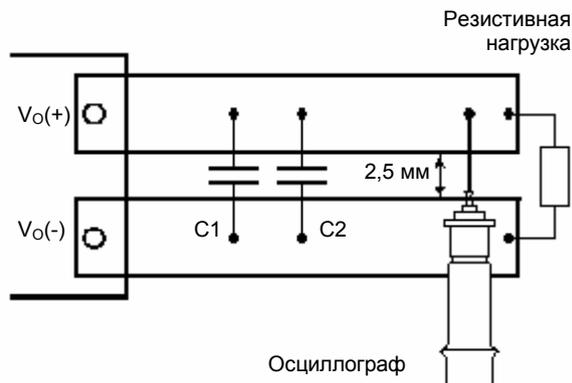
Рис. 15. Схема измерения пульсаций входного тока



ПРИМЕЧАНИЕ: Для предотвращения влияния омических сопротивлений контактов и проводов на точность измерения все напряжения должны измеряться непосредственно на выводах модуля.

$$h = \left(\frac{[V_O(+)-V_O(-)] \cdot I_O}{[V_I(+)-V_I(-)] \cdot I_I} \right) \times 100$$

Рис.17. Схема измерения выходного напряжения и К.П.Д.



ПРИМЕЧАНИЕ: Полоса пропускания осциллографа должна быть 20 МГц. Осциллограф подключается через разъем непосредственно возле конденсатора С2.

Конденсаторы:

С1 - 35В 15мкФ типа TAJD156M035;

С2 – 50В 1мкФ типа 1206-X7R-50В-1мкФ-10%

Рис. 16. Схема измерения пульсаций выходного напряжения

Рекомендации по применению

Требования к импедансу источника

Модули следует подключать к источнику, имеющему низкий выходной импеданс по переменному току. Высокий импеданс индуктивного типа может повлиять на устойчивость работы модуля. Если последовательная индуктивность источника превышает 1 мкГн, в непосредственной близости от входа модуля следует установить электролитический конденсатор 33 мкФ (с эквивалентным последовательным сопротивлением не более 0,7 Ом на частоте 100 кГц).

Ограничение выходного тока

Для обеспечения защиты при перегрузке модуль содержит схему ограничения выходного тока. Модуль может работать сколь угодно долго в режиме ограничения тока и переходит в режим стабилизации напряжения сразу после снятия перегрузки.

Внешнее выключение

Внешнее выключение модуля осуществляется с помощью ключа SA, управляющего потенциалом вывода "ВЫКЛ" относительно отрицательной клеммы источника питания (см. Рис.18). В замкнутом состоянии ключа напряжение на выводе "ВЫКЛ" может быть в пределах от 0 В до +2.0 В. Установившийся ток ключа в замкнутом состоянии не превышает 0.2 мА. В момент перехода из состояния "разомкнуто" в состояние "замкнуто" амплитуда и

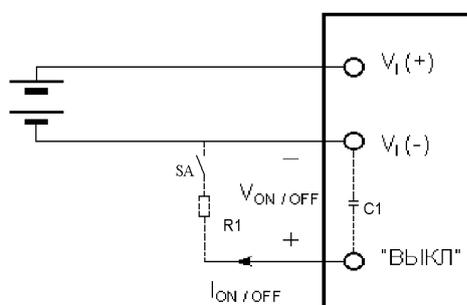


Рис. 18. Схема внешнего выключения модуля

длительность мгновенного значения тока $I_{ON/OFF}$ определяется параметрами R_1 и C_1 . C_1 встроена внутри модуля питания емкостью для уменьшения шумов на выводе "ВЫКЛ" ($C_1=1000$ пФ). Дополнительная емкость обычно не требуется, кроме того, она может ухудшить характеристики запуска. Для обеспечения состояния "замкнуто" необходимо установить $R_1=0\div 10$ кОм. Вместо ключа SA может быть установлена оптопара или другой "ключевой" элемент. В разомкнутом состоянии ключа напряжение на выводе "ВЫКЛ" формируется внутри модуля и составляет максимум 2.5 В.

Регулировка выходного напряжения

Функция регулировки выходного напряжения позволяет пользователю повысить или понизить начальную установку выходного напряжения в пределах 5% от номинальной величины. Чтобы понизить или повысить начальную установку выходного напряжения, необходимо подключить внешний резистор к выводу "РЕГ" с одной стороны и к выводу "ОС(+)" или "ОС(-)" с другой. При подключении резистора к выводам "РЕГ" и "ОС(+)" выходное напряжение уменьшается (см. Рис. 19). Сопротивление резистора $R_{adj-down}$, требуемое для уменьшения выходного напряжения до величины $V_{adj-down}$, определяется по формуле:

$$R_{adj-down} = \frac{C}{V_O - V_{adj-down}} - D \quad [кОм],$$

где напряжения выражены в Вольтах, а коэффициенты C и D определяются из приведенной ниже таблицы.

При подключении резистора к выводам "РЕГ" и "ОС(-)" выходное напряжение возрастает (см. Рис. 20). Сопротивление резистора R_{adj-up} , требуемое для увеличения выходного напряжения до величины V_{adj-up} , определяется по формуле:

$$R_{adj-up} = \frac{A}{V_{adj-up} - V_O} - B \quad [кОм],$$

где напряжения выражены в Вольтах, а коэффициенты A и B определяются из приведенной ниже таблицы.

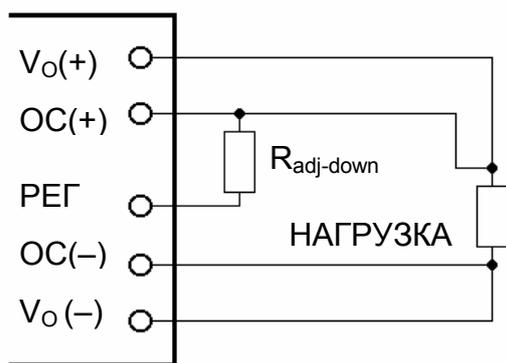


Рис. 19. Схема подключения внешнего резистора для понижения выходного напряжения

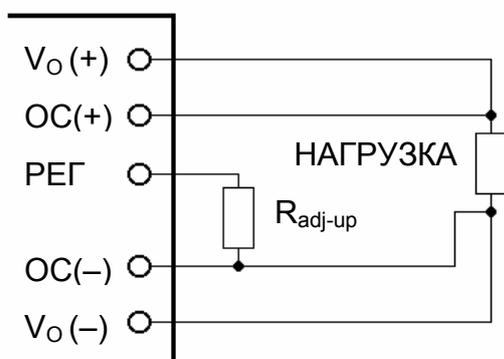


Рис. 20. Схема подключения внешнего резистора для повышения выходного напряжения

	A	B	C	D
СМР60Д СМБ60Д СМД60Д	8.1	18.0	8.8	19.9
СМР60И СМБ60И СМД60И	10.0	20.0	11.0	22.1
СМР60В СМБ60В СМД60В	14.4	24.0	16.2	26.6
СМР60С СМБ60С СМД60С	22.6	30.0	24.8	33.2
СМР60Г СМБ60Г СМД60Г	40.4	39.0	44.0	43.2
СМР60Е СМБ60Е СМД60Е	57.9	47.0	64.7	52.1
СМР60Н СМБ60Н СМД60Н	73.1	53.6	78.7	59.2

Защита от перенапряжения на выходе

Модули имеют защиту от перенапряжения на выходе. При срабатывании защиты, напряжение на выходе модуля не превысит величины $1,1-1,4U_{\text{вых.ном}}$. Диапазон срабатывания защиты от перенапряжения установлен внутри модуля и регулировке не подлежит.

Тепловая защита

Модули имеют тепловую защиту с автоматическим возвратом. Температура срабатывания тепловой защиты $95 \pm 9^\circ\text{C}$ на корпусе.

Тепловые характеристики

Модули могут работать в широком диапазоне температуры окружающей среды, однако для обеспечения надежной работы необходимо обеспечить надлежащее охлаждение. Все тепловыделяющие компоненты модуля имеют хороший отвод тепла на корпус. Модуль может охлаждаться за счет естественной конвекции, обдува или с помощью дополнительного теплоотвода (тепловое сопротивление корпуса 5,7 °С/Вт). При любом способе охлаждения температура корпуса модуля не должна превышать максимально допустимой величины.

На Рис.21 показана зависимость максимально допустимой рассеиваемой мощности от температуры окружающей среды при естественном охлаждении модуля и при различных значениях скоростей воздушного потока. Ток нагрузки при этом не должен превышать максимального значения, определенного в Таблице 2.

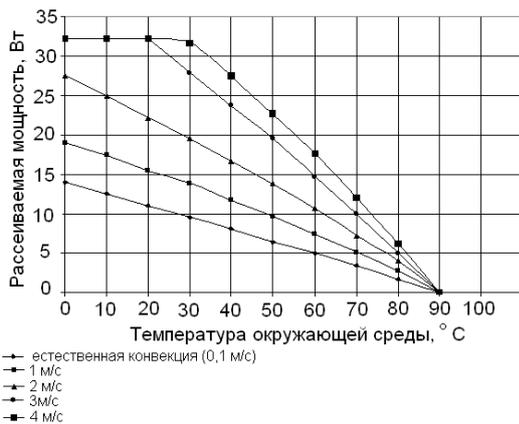


Рис. 21. Максимально допустимая рассеиваемая мощность при естественном охлаждении модуля и различных значениях скоростей воздушного потока

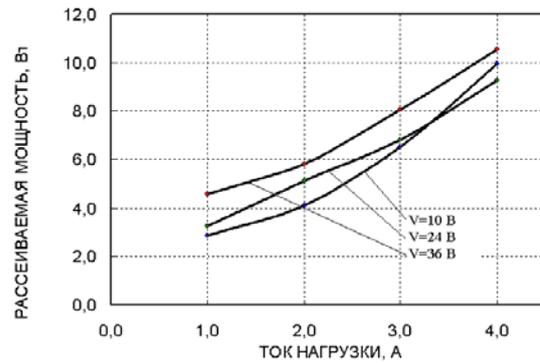


Рис. 22. Типовая зависимость рассеиваемой мощности от тока нагрузки для модуля SMP60C при T_c=25°C

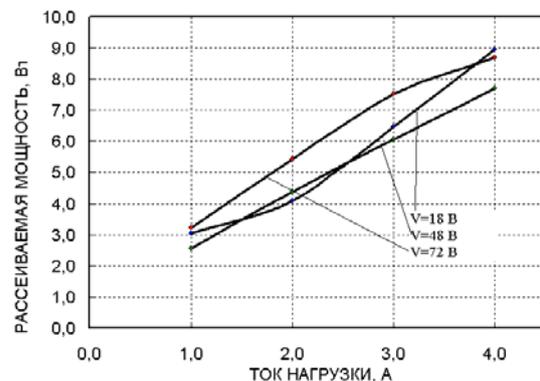


Рис. 23. Типовая зависимость рассеиваемой мощности от тока нагрузки для модуля СМБ60С при T_c=25°C

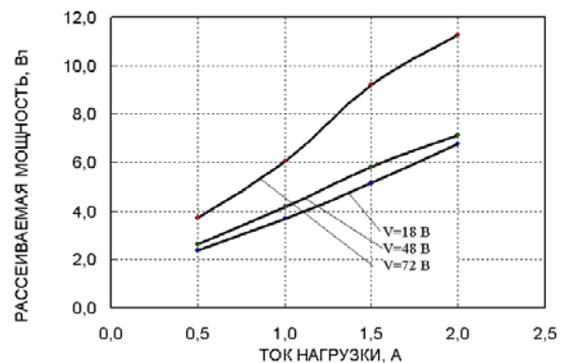


Рис. 24. Типовая зависимость рассеиваемой мощности от тока нагрузки для модуля СМБ60Н при T_c=25°C

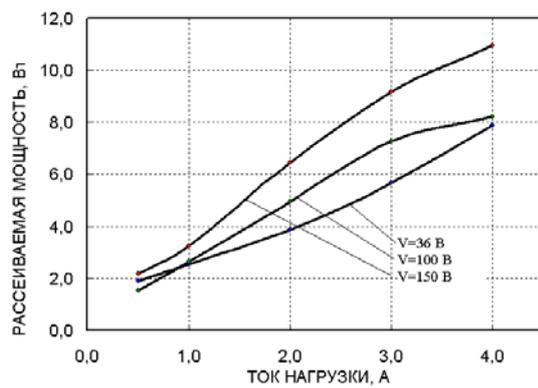


Рис. 25. Типовая зависимость рассеиваемой мощности от тока нагрузки для модуля СМД60С при $T_c=25^\circ\text{C}$

Требования к разводке печатной платы

При установке модуля на печатную плату следует принять меры, чтобы печатные проводники не располагались непосредственно под краями металлического корпуса.

Тепловые измерения

Зависимость максимально допустимой рассеиваемой мощности от температуры окружающей среды получена на основании измерений температуры корпуса модуля при различных значениях рассеиваемой мощности, проведенных на установке, представленной на Рис.26. В данной установке печатная плата и установленный на ней модуль расположены вертикально. Измерения температуры производились прибором FLUKE 80T-IR.

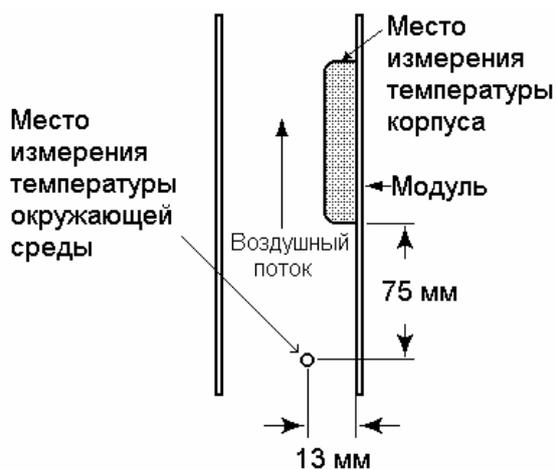
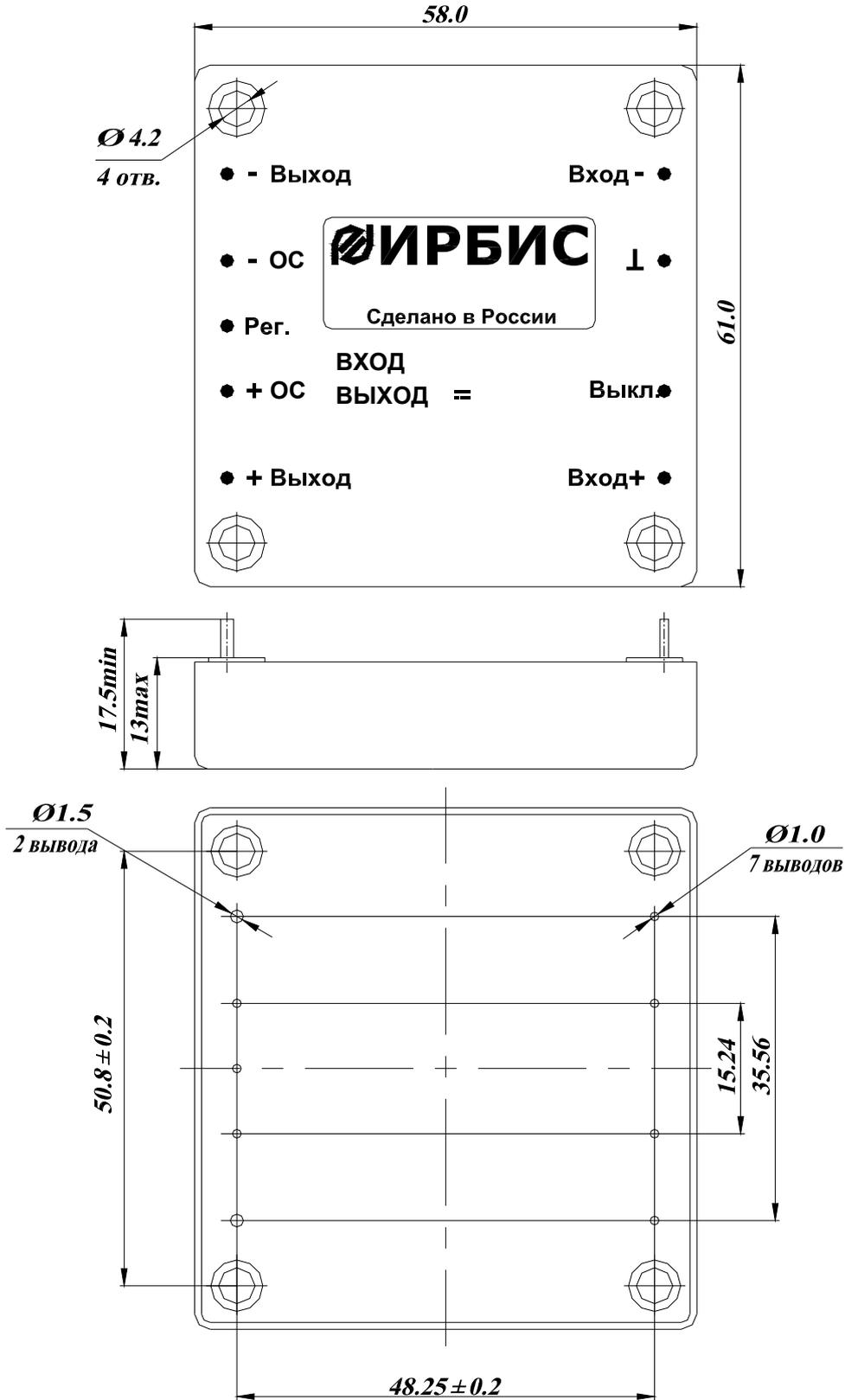


Рис. 26. Установка для измерения перегрева корпуса

Агрегаты питания серии СМР60, СМБ60, СМД60



1. Все размеры указаны в миллиметрах.

Таблица условных обозначений модулей

Входное напряжение	Выходное напряжение	Выходная мощность	Обозначение модуля
10 В - 36 В	9 В	60 Вт	СМР60Д
10 В - 36 В	12 В	60 Вт	СМР60В
10 В - 36 В	15 В	60 Вт	СМР60С
10 В - 36 В	20 В	60 Вт	СМР60Г
10 В - 36 В	24 В	60 Вт	СМР60Е
10 В - 36 В	27 В	60 Вт	СМР60Н
18 В – 72 В	9 В	60 Вт	СМБ60Д
18 В – 72 В	12 В	60 Вт	СМБ60В
18 В – 72 В	15 В	60 Вт	СМБ60С
18 В – 72 В	20 В	60 Вт	СМБ60Г
18 В – 72 В	24 В	60 Вт	СМБ60Е
18 В – 72 В	27 В	60 Вт	СМБ60Н
36 В – 150 В	9 В	60 Вт	СМД60Д
36 В – 150 В	12 В	60 Вт	СМД60В
36 В – 150 В	15 В	60 Вт	СМД60С
36 В – 150 В	20 В	60 Вт	СМД60Г
36 В – 150 В	24 В	60 Вт	СМД60Е
36 В – 150 В	27 В	60 Вт	СМД60Н