

## Твердотельные коммутирующие устройства серии HVS-B1

### Особенности

- Коммутируемое напряжение - до 15 кВ
- Пиковый ток – до 350 А
- Время открытия - от 2 нс
- Длительность импульса - от 50 нс
- Частота коммутации - до 8 МГц в режиме пачки
- Высокий КПД
- Низкий уровень ЭМИ
- TTL – совместимый логический уровень интерфейса управления и индикации
- Полная гальваническая развязка управляющего модуля от силовой части
- Поддержка DC режима
- Защита от повышенного/пониженного напряжения питания
- Защита по температуре
- Стабильность параметров на протяжении всего срока службы
- Гарантия 2 года

### Применение

- Рентгеновские аппараты
- Лазерная техника
- Электро-оптические модуляторы
- Электронные микроскопы
- Радары
- СВЧ вакуумная техника
- Синтез материалов
- Спектрометры
- Пьезоприводы
- Ячейки Поккельса и Керра
- Управление сетками ускорения или отклонения электронов
- Системы поджига топлива
- Схемы автоматического шунтирования
- НИОКР, генераторы импульсов, тестовая импульсная техника
- Альтернатива разрядникам, тиратронам, таситронам, газоразрядным лампам

### Описание

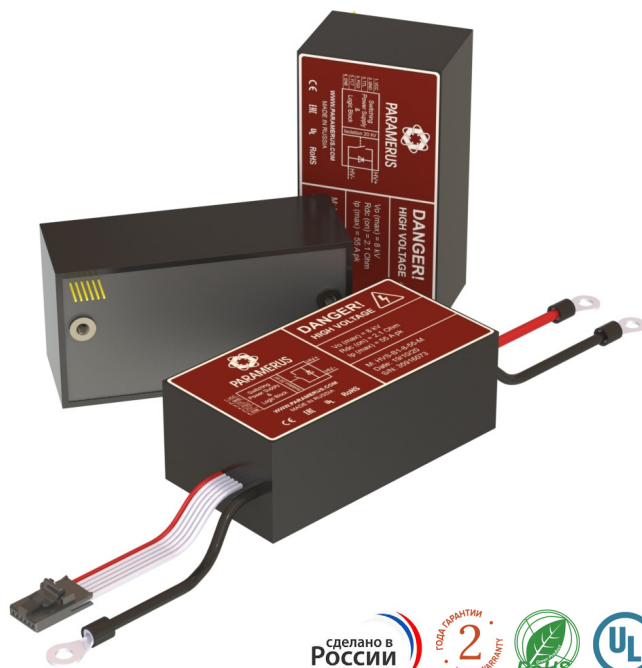
Твердотельное коммутирующее устройство серии HVS-B1 представляет собой высоковольтный высокочастотный транзистор с цифровым управлением затвором общего назначения.

Устройства предназначены для использования в качестве коммутатора в высоковольтных электрических цепях как для формирования сверхкоротких высокочастотных импульсов, так и для подачи постоянного напряжения на нагрузку в требуемый момент времени. Серия HVS-B1 является идеальной

альтернативой разрядникам и тиратронам и имеют неоспоримые преимущества, среди которых возможность управления посредством стандартного TTL-сигнала, наличие обратных связей и стабильность параметров независимо от условий окружающей среды на протяжении всего срока службы. HVS-B1 позволяет разработчикам высоковольтных устройств вывести дизайн на новый технологический уровень.

Максимальное коммутируемое напряжение для серии HVS-B1 составляет 15 кВ, а пиковый ток 350 А, при этом минимальное время нарастания фронта (rise time) менее 2 нс, минимальное время спада фронта (fall time) менее 5 нс.

Основной особенностью устройств является возможность точного управления продолжительностью открытого состояния, при этом минимальная длина импульса равна 50 нс, максимальная не ограничена. Опционально возможен выпуск версии с фиксированной продолжительностью времени открытого состояния, вне зависимости от длительности управляющего сигнала. Устройства оснащены системами защиты от повышенного/пониженного напряжения, переполюсовки и перегрева. Гальваническая развязка между силовой частью и цифровым модулем обеспечивает надежную защиту внешних систем управления. В устройствах также реализована возможность блокировки работы по сигналу с внешних датчиков, что позволяет дополнительно повысить безопасность пользовательских систем. Устройства могут быть использованы в мостовой схеме в качестве верхнего плеча. Доступны различные опции охлаждения.



## Содержание

<b>1. Функциональная схема и конфигурация выводов.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Описание работы.....</b>	<b>4</b>
2.1 Функциональное описание.....	4
2.2 Схемы подключения.....	5
<b>3. Спецификация.....</b>	<b>8</b>
<b>4. Модельный ряд.....</b>	<b>9</b>
<b>5. Габаритные размеры.....</b>	<b>12</b>
5.1. Пластиковый корпус для монтажа на печатную плату.....	12
5.2. Пластиковый корпус для крепления на раму.....	13
<b>6. Информация для заказа.....</b>	<b>14</b>

## 1. Функциональная схема и конфигурация выводов

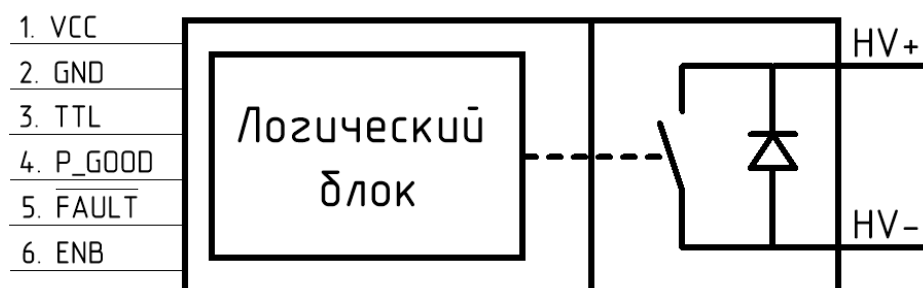


Рис. 1. Функциональная схема

### Функции выводов

Табл. 1

Номер контакта	Наименование контакта	Тип вывода	Описание
1	VCC	PWR	<b>Вход питания, 5 В.</b>
2	GND	PWR	<b>Заземление управляющего модуля.</b>
3	TTL	I	<b>Вход управляющего сигнала.</b> По сигналу высокого уровня на данном входе силовая цепь HVS-B1 переходит в открытое состояние, по сигналу низкого уровня силовая цепь HVS-B1 переходит в закрытое состояние.
4	P_GOOD	O	<b>Питание в норме.</b> При подаче напряжения питания в допустимых пределах на данном выводе формируется сигнал высокого уровня.
5	$\overline{\text{FAULT}}$	O	<b>Сигнал ошибки.</b> При допустимой температуре устройства, допустимой частоте продолжительной коммутации и уровне питания в разрешенном диапазоне на выходе формируется сигнал высокого уровня.
6	ENB	I	<b>Вход разрешения коммутации.</b> При подаче сигнала низкого уровня силовая цепь HVS-B1 переходит в закрытое состояние независимо от уровня сигнала на входе TTL.

PWR – силовой вывод управляющего модуля,

I – вход,

O – выход.

### Максимально допустимые значения напряжения на входных выводах<sup>1</sup>

Табл. 2

Вывод	Мин.	Ном.	Макс.	Ед.
VCC	-12	5	12	В
TTL	-0.3	5	5.5	В
ENB	-0.3	5	5.5	В

### Возможные значения напряжения на индикаторных выводах

Табл. 3

Вывод	Мин.	Макс.	Ед.
P_GOOD	0	3.3	В
$\overline{\text{FAULT}}$	0	3.3	В

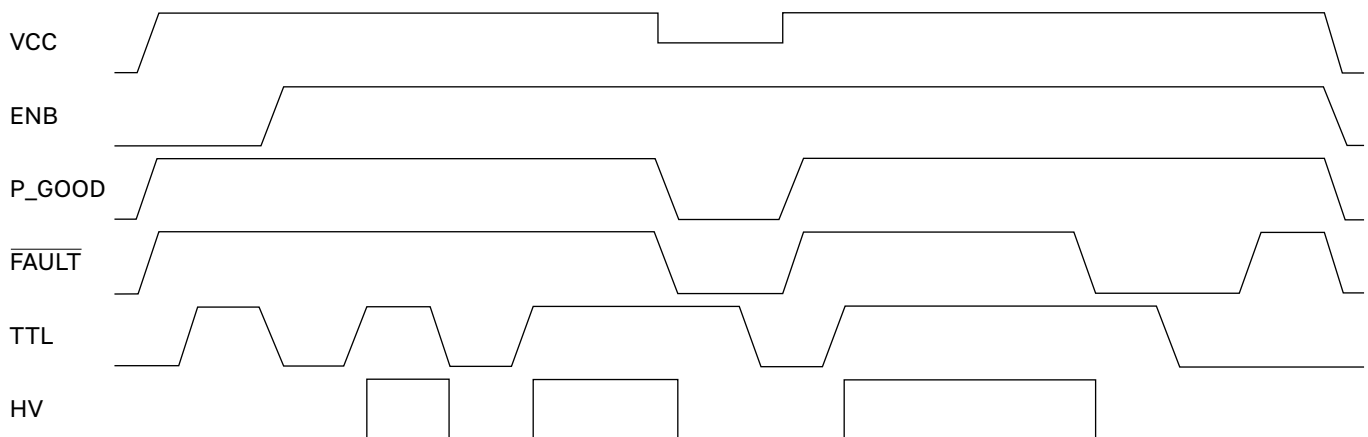
1 – превышение допустимых значений приведёт к выходу коммутатора из строя.

## 2. Описание работы

### 2.1 Функциональное описание

Для использования устройства необходимо на вход питания 1 подать напряжение от +4.5 до +5.5 В (напряжение питания от +12 до +96 доступно опционально), при этом мощность внешнего источника питания должна быть не менее 3 Вт. Если напряжение питания находится в допустимом диапазоне, на выводах 4 и 5 формируется логический сигнал высокого уровня. В противном случае, устройство будет выключено, а коммутация – запрещена. При подаче логического сигнала высокого уровня на вход 6 устройство переходит в нормальный режим работы, в котором состояние выхода зависит от уровня логического сигнала на входе 3. Защита от перегрева, срабатывает при достижении устройством температуры 70 °С. При допустимых значениях температуры и допустимой частоте коммутации на выводе 5 формируется логический сигнал высокого уровня.

### Диаграмма сигналов



### Режимы работы

Табл. 4

Название	P_GOOD	FAULT	Пояснение
Нормальный режим	1	1	-
Аварийный режим	1	0	Срабатывание защит по превышению допустимой температуры устройства, частоты коммутации и/или длительности пачки импульсов. При срабатывании защиты по температуре блокировка устройства до тех пор, пока температура внутри корпуса не опустится ниже 65 °С. При срабатывании других защит автоматический перезапуск через 100 мкс – 100 мс (зависит от модели).
Блокировка по питанию	0	0	Срабатывание защит по входному напряжению питания. Энергопотребление коммутатора менее 100 мВт.
Прерывистый режим	*	*	Кратковременное включение коммутатора с последующей блокировкой. Свидетельствует об ограничении по току на внешнем источнике питания ниже 0.3 А, что препятствует включению драйвера.

### Защиты

Табл. 5

Защита	Реакция
Пониженное входное напряжение	Устройство выключено. На выводе $\overline{\text{FAULT}}$ низкий логический уровень. Энергопотребление менее 100 мВт.
Повышенное входное напряжение	Устройство выключено. На выводе $\overline{\text{FAULT}}$ низкий логический уровень. Энергопотребление менее 100 мВт.
Подача напряжения обратной полярности	Устройство выключено. На выводе $\overline{\text{FAULT}}$ низкий логический уровень. Энергопотребление менее 100 мВт.

Табл. 5 (продолжение)

Перегрев устройства выше 70 °С	Устройство переходит в аварийный режим до тех пор, пока температура внутри корпуса не опустится до 65 °С
Превышение максимальной частоты коммутации	Происходит разрядка внутренней ёмкости. Устройство переходит в аварийный режим. Автоматический перезапуск через 100 мкс – 100 мс (зависит от модели)
Превышение максимальной длительности пачки	Происходит разрядка внутренней ёмкости. Устройство переходит в аварийный режим. Автоматический перезапуск через 100 мкс – 100 мс (зависит от модели)

## 2.2 Схемы подключения

Полная гальваническая развязка управляющей части позволяет использовать устройства серии HVS-B в полумостовой схеме в качестве как нижнего, так и верхнего плеча. Базовые схемы включения устройств серии HVS-B1 для получения высоковольтных импульсов на резистивной нагрузке представлены на рисунках 2-5.

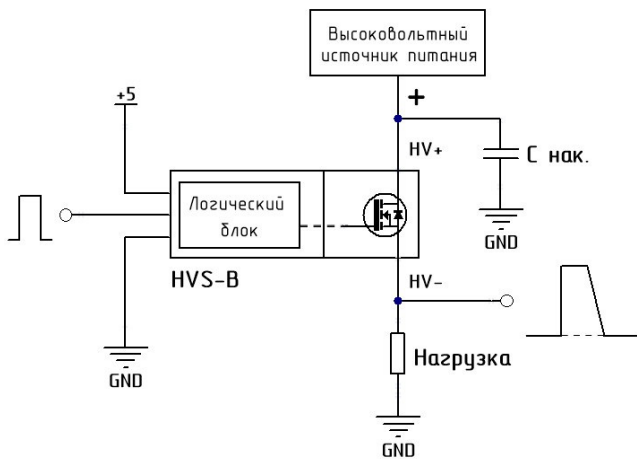


Рис. 2. Схема получения импульсов положительной полярности с коммутацией на нагрузку

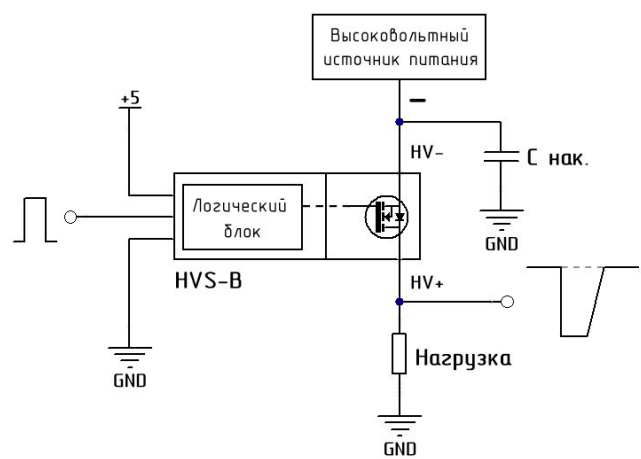


Рис. 3. Схема получения импульсов отрицательной полярности с коммутацией на нагрузку

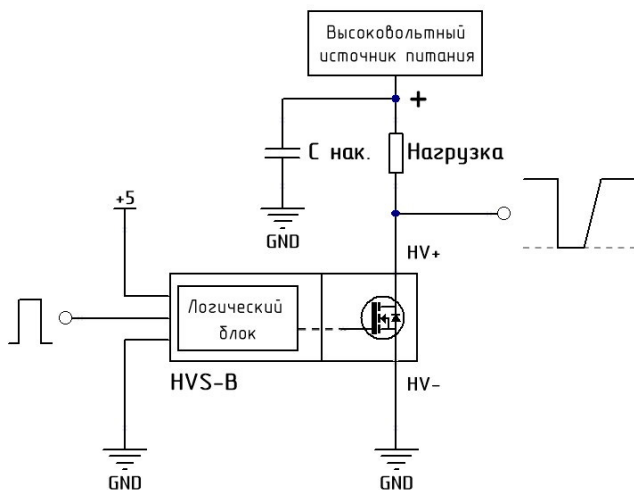


Рис. 4. Схема получения импульсов положительной полярности с коммутацией на землю

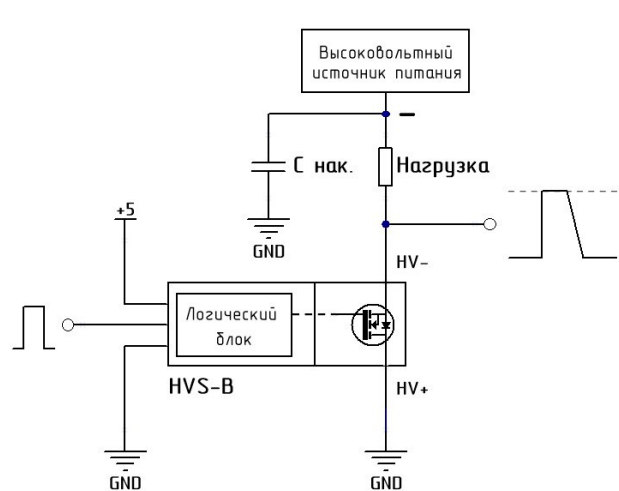


Рис. 5. Схема получения импульсов отрицательной полярности с коммутацией на землю

Форма импульса определяется длительностью управляющего сигнала, амплитудой напряжения высоковольтного источника и параметрами нагрузки. Поскольку коммутатор имеет собственную ёмкость «сток-исток», крутизна заднего фронта высоковольтного импульса зависит от тока, протекающего через нагрузку при заданном значении напряжения. Более высокий ток обеспечивает более крутой задний фронт импульса. По запросу возможно изготовление коммутатора с улучшенной динамикой закрытия.

Для получения крутого заднего фронта импульса вне зависимости от параметров нагрузки рекомендуется использовать схему полумоста. Способы подключения устройств серии HVS-B1 для получения импульсов различной полярности с крутым передним и задним фронтом представлены на рисунках 6-8.

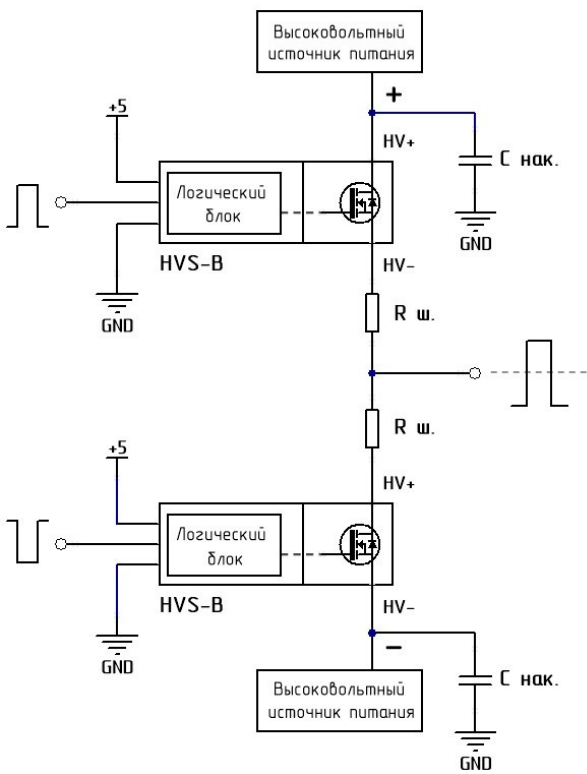


Рис. 6. Полумостовая схема получения импульсов положительной полярности

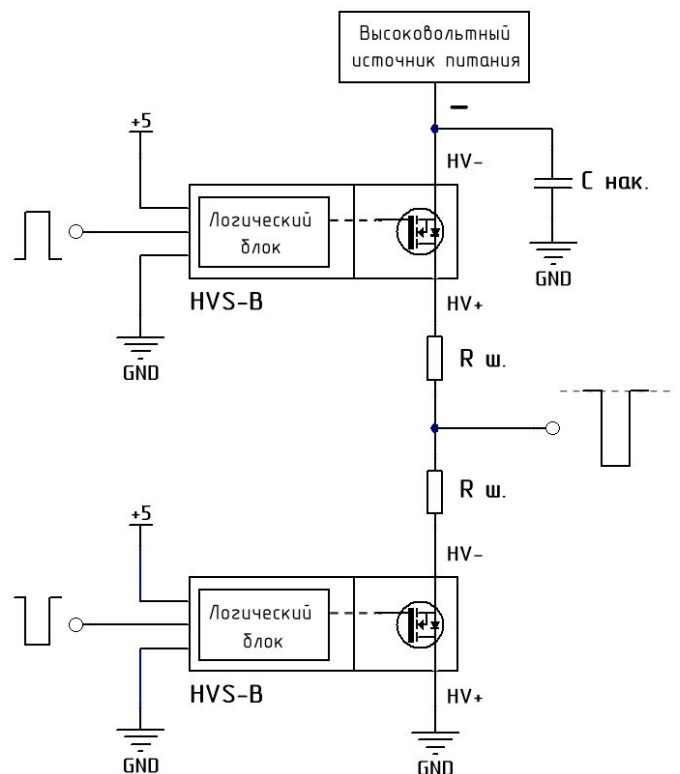


Рис. 7. Полумостовая схема получения импульсов отрицательной полярности

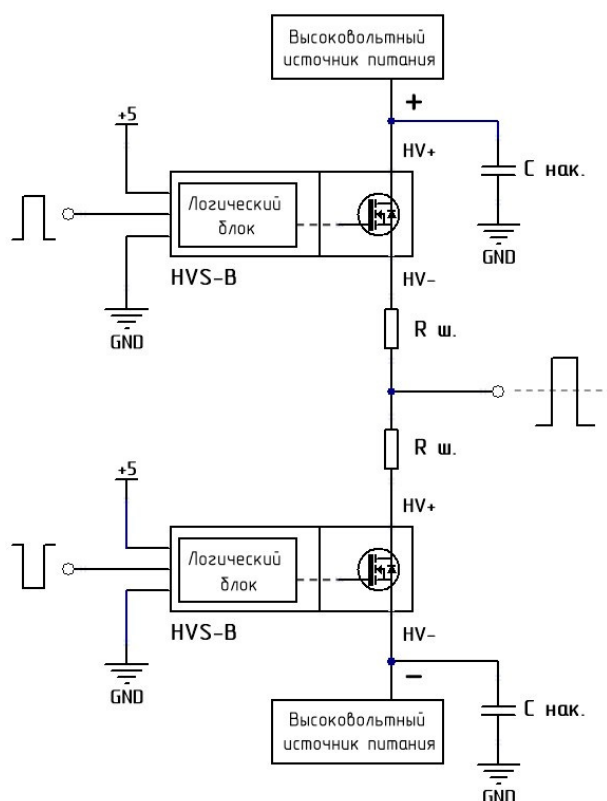


Рис. 8. Полумостовая схема  
получения двуполярных  
импульсов

При использовании в полумостовой схеме двух высоковольтных источников различной полярности сумма их напряжений не должна превышать максимальное рабочее напряжение одного коммутатора. Номинал шунтирующего резистора ( $R_{ш}$ ) следует выбрать таким образом, чтобы ток через коммутатор не превышал максимально допустимого значения даже в случае одновременного открытия обоих коммутаторов. При работе в полумостовой схеме время между закрытием одного коммутатора и открытием другого следует выбрать не менее 3 времён нарастания коммутатора при актуальных параметрах нагрузки. В номенклатуре так же имеются интегрированные коммутаторы полумостовой конфигурации.

С коммутатором допускается использовать только безындуктивные резисторы. Не допускается применение проволочных резисторов. В качестве нагрузочных или шунтирующих следует использовать резисторы, устойчивые к импульсу. В противном случае, пиковый ток через них может многократно превышать расчётное значение. Для построения высоковольтного контура хорошо зарекомендовали себя керамические резисторы от компании Ohmite серий 100 и 200 из материалов AS и BA.

Для получения наилучших скоростных параметров длина контура от высоковольтного конденсатора до заземления должна быть минимальна. В случае, если длину провода до накопительной ёмкости нельзя сократить менее 20 см, рекомендуется в непосредственной близости от коммутатора расположить конденсатор ёмкостью 100–150 пФ для фильтрации осцилляций, вызванных индуктивностью контура. Коммутаторы предназначены для работы на активную нагрузку. Для использования коммутатора с емкостной или индуктивной нагрузкой необходимо проконсультироваться с производителем.

### 3. Спецификация

Табл. 6

Параметр <sup>2</sup>	Условия / примечание	Значение	Ед.
Напряжение питания	Безопасное отключение при выходе из диапазона	4.5 – 5.5	В
Порог срабатывания на входах TTL и ENB	Не зависит от напряжения питания	2.3	В
Высокий логический уровень на выходах P_GOOD и FAULT	Не зависит от напряжения питания	2 – 3.3	В
Низкий логический уровень на выходах P_GOOD и FAULT	Не зависит от напряжения питания	0 – 0.8	В
Гальваническая изоляция	Между управляющим модулем и высоковольтными клеммами	20	кВ
Максимальная рассеиваемая мощность	Поток воздуха 4 м/с, температура корпуса 25 °С	10	Вт
Потребляемая мощность <sup>3</sup>	Частота коммутации 100 Гц	0.4	Вт
	При максимальной частоте	< 3	Вт
Температура эксплуатации	Безопасное отключение при превышении температуры	-40 ~ +70	°С
Температура хранения		-40 ~ +100	°С
Габаритные размеры	Без учёта выводов и креплений	68 x 35 x 25	мм
Вес устройства	Пластиковый корпус, без дополнительных опций	100	г

2 – в таблице указаны параметры коммутаторов, общие для всех моделей серии HVS-B1. Подробная спецификация приведена в техническом описании на конкретную модель.

3 - энергопотребление коммутатора пропорционально частоте продолжительной коммутации. По запросу возможно расширение частотных характеристик.

**4. Модельный ряд**

Табл. 7

Модель	Номинальное напряжение, кВ	Пиковый ток, А	Сопротивление открытого канала, Ом	Частота непрерывной работы, кГц	Частота в режиме пачки, МГц
<b>MOSFET</b>					
HVS-B1-2-15-M	2	15	2.5	120	5
HVS-B1-2-40-M	2	40	1.2	100	5
HVS-B1-2-110-M	2	110	0.3	80	5
HVS-B1-2-210-M	2	210	0.2	60	5
HVS-B1-2-350-M	2	350	0.1	40	3
HVS-B1-3-15-M	3	15	3.2	100	5
HVS-B1-3-40-M	3	40	1.6	100	5
HVS-B1-3-110-M	3	110	0.3	50	5
HVS-B1-3-210-M	3	210	0.2	50	5
HVS-B1-4-15-M	4	15	4.4	80	5
HVS-B1-4-40-M	4	40	1.9	80	5
HVS-B1-4-110-M	4	110	0.4	40	3
HVS-B1-4-210-M	4	210	0.3	40	3
HVS-B1-5-15-M	5	15	5.0	70	3
HVS-B1-5-40-M	5	40	2.3	80	5
HVS-B1-5-110-M	5	110	0.5	40	5
HVS-B1-5-210-M	5	210	0.3	40	5
HVS-B1-6-15-M	6	15	6.2	60	5
HVS-B1-6-40-M	6	40	2.7	50	5
HVS-B1-6-110-M	6	110	0.6	30	3
HVS-B1-6-210-M	6	210	0.4	30	3
HVS-B1-7-15-M	7	15	6.9	50	3
HVS-B1-7-40-M	7	40	3.1	60	5
HVS-B1-7-55-M	7	55	1.9	50	3
HVS-B1-7-110-M	7	110	0.7	30	3
HVS-B1-8-24-M	8	24	8.0	50	3
HVS-B1-8-40-M	8	40	3.5	40	3
HVS-B1-8-55-M	8	55	2.1	40	3
HVS-B1-9-24-M	9	24	9.0	40	3
HVS-B1-9-40-M	9	40	3.8	40	3
HVS-B1-10-24-M	10	24	10.0	30	3
HVS-B1-10-40-M	10	40	4.2	40	3
HVS-B1-11-24-M	11	24	11.0	30	3
HVS-B1-11-45-M	11	45	6.2	30	3
HVS-B1-12-12-M	12	12	18.2	30	3
HVS-B1-12-45-M	12	45	6.9	30	3
HVS-B1-15-10-M	15	10	55.0	30	3
<b>GaN</b>					
HVS-B1-2-55-G	2	55	0.5	350	8
HVS-B1-2-120-G	2	120	0.3	300	8
HVS-B1-3-55-G	3	55	0.7	300	8
HVS-B1-3-120-G	3	120	0.7	250	8
HVS-B1-4-55-G	4	55	0.4	300	8

Модель	Номинальное напряжение, кВ	Пиковый ток, А	Сопротивление открытого канала, Ом	Частота непрерывной работы, кГц	Частота в режиме пачки, МГц
HVS-B1-4-120-G	4	120	0.5	250	6
HVS-B1-5-55-G	5	55	1.0	300	8
HVS-B1-5-120-G	5	120	0.7	200	6
HVS-B1-6-55-G	6	55	1.2	250	6
HVS-B1-6-120-G	6	120	0.8	200	6
HVS-B1-7-55-G	7	55	1.9	200	6
HVS-B1-7-120-G	7	120	0.8	150	6
HVS-B1-8-55-G	8	55	1.7	200	6
HVS-B1-9-55-G	9	55	1.9	200	6
SiC					
HVS-B1-2-65-S	2	65	0.4	80	5
HVS-B1-2-125-S	2	125	0.2	70	5
HVS-B1-2-230-S	2	230	0.1	60	3
HVS-B1-3-65-S	3	65	0.5	70	5
HVS-B1-3-125-S	3	125	0.3	70	5
HVS-B1-3-230-S	3	230	0.2	60	3
HVS-B1-4-65-S	4	65	0.6	70	5
HVS-B1-4-125-S	4	125	0.3	60	3
HVS-B1-4-230-S	4	230	0.2	50	3
HVS-B1-5-65-S	5	65	0.8	50	3
HVS-B1-5-125-S	5	125	0.4	40	3
HVS-B1-5-230-S	5	230	0.3	40	2
HVS-B1-6.5-65-S	6.5	65	0.9	40	2
HVS-B1-6.5-125-S	6.5	125	0.5	30	2
HVS-B1-6.5-230-S	6.5	230	0.3	30	2

Модель	Номинальное напряжение, кВ	Пиковый ток, А	Падение напряжения, В	Частота непрерывной работы, кГц	Частота в режиме пачки, МГц
IGBT					
HVS-B1-3-20-I	3	20	6.9	60	1
HVS-B1-3-90-I	3	90	12.6	30	0.5
HVS-B1-3-150-I	3	150	9.0	10	0.2
HVS-B1-3-250-I	3	250	10.4	20	0.2
HVS-B1-4-20-I	4	20	9.2	50	1
HVS-B1-4-90-I	4	90	16.8	30	0.5
HVS-B1-4-150-I	4	150	12.0	10	0.2
HVS-B1-4-250-I	4	250	12.2	20	0.2
HVS-B1-5-20-I	5	20	11.5	40	1
HVS-B1-5-90-I	5	90	18.9	20	0.3
HVS-B1-5-150-I	5	150	15.0	10	0.2
HVS-B1-5-250-I	5	250	15.6	10	0.2
HVS-B1-6-20-I	6	20	14.8	40	1
HVS-B1-6-90-I	6	90	23.1	20	0.3
HVS-B1-6-150-I	6	150	18.0	10	0.2

Модель	Номинальное напряжение, кВ	Пиковый ток, А	Падение напряжения, В	Частота непрерывной работы, кГц	Частота в режиме пачки, МГц
HVS-B1-6-250-I	6	250	19.1	10	0.2
HVS-B1-7.5-20-I	7.5	20	16.1	30	1
HVS-B1-7.5-150-I	7.5	150	21.0	10	0.2
HVS-B1-9-20-I	9	20	18.4	30	1
HVS-B1-9-150-I	9	150	24.0	10	0.2
HVS-B1-10-20-I	10	20	20.7	20	1
HVS-B1-10-150-I	10	150	27.0	10	0.2
HVS-B1-11-20-I	11	20	23.0	20	1
HVS-B1-11-150-I	11	150	30.0	10	0.2
HVS-B1-12-20-I	12	20	25.3	20	1
HVS-B1-12-150-I	12	150	33.0	10	0.2

## 5. Габаритные размеры

Габаритные размеры высоковольтного твердотельного коммутатора серии HVS-B1 в базовом исполнении: 68 x 38 x 25 мм без учета выводов. Выводы одной группы имеют стандартизированный шаг в 1,27 мм и квадратное сечение со стороной 0,46 мм. Базовое покрытие выводов – олово, опционально доступно покрытие золотом. Винтовые крепления предназначены для соединения винтом M3 x 5 (max). Опционально доступна крепежная скоба.

### 5.1. Пластиковый корпус для монтажа на печатную плату

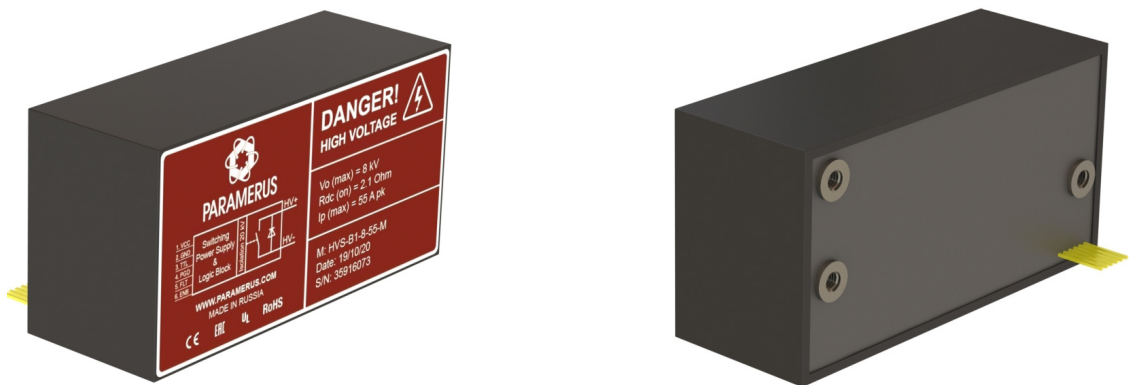
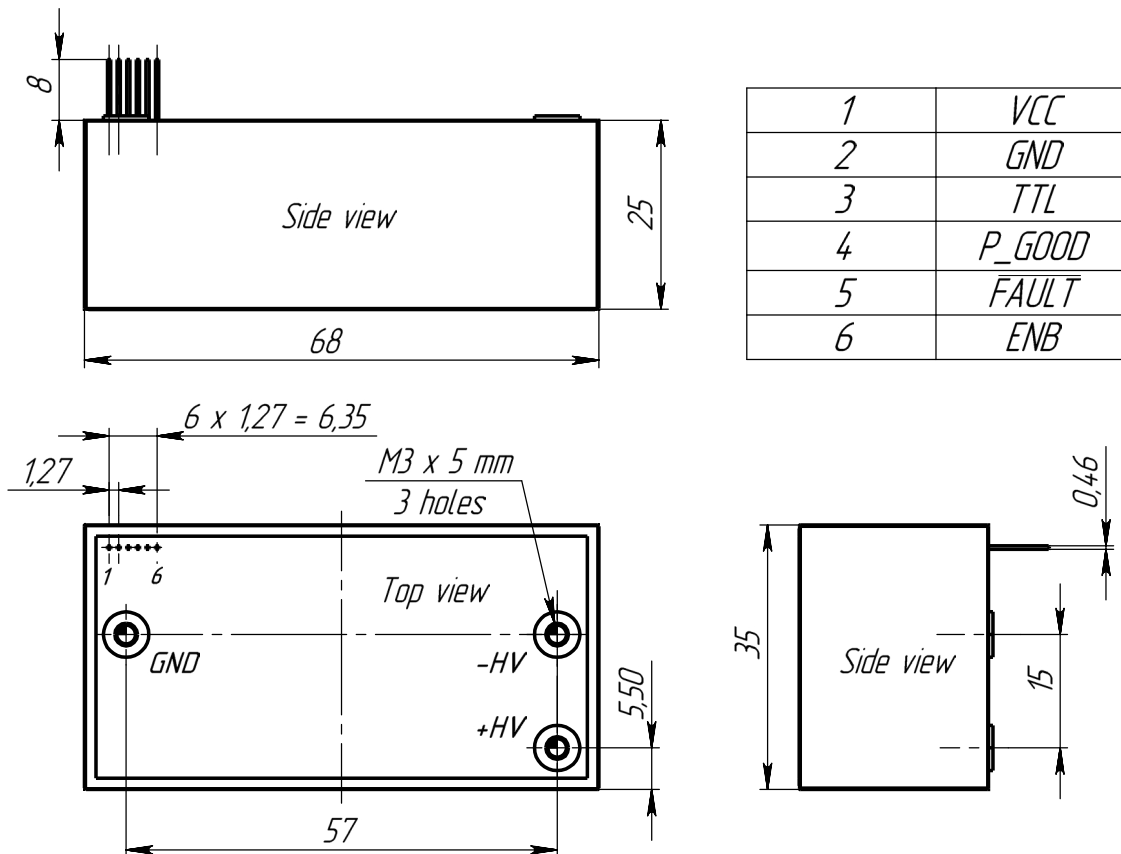


Рис. 9. – Чертеж и внешний вид коммутатора серии HVS-B1 в пластиковом корпусе для монтажа на печатную плату

**5.2 Пластиковый корпус для крепления на раму**

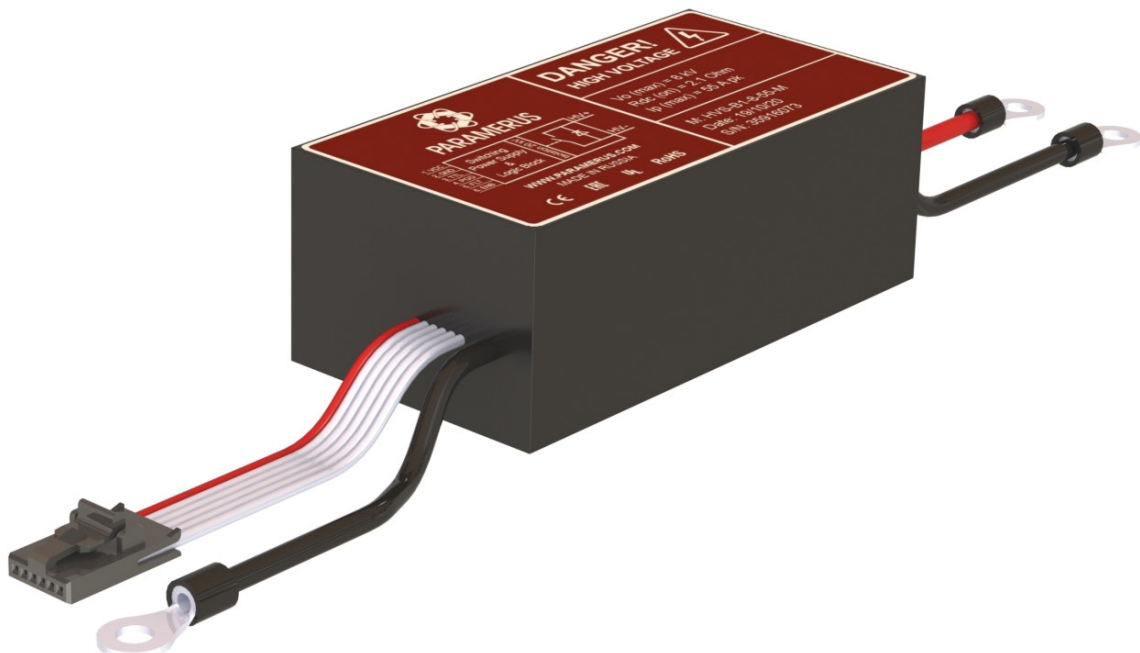
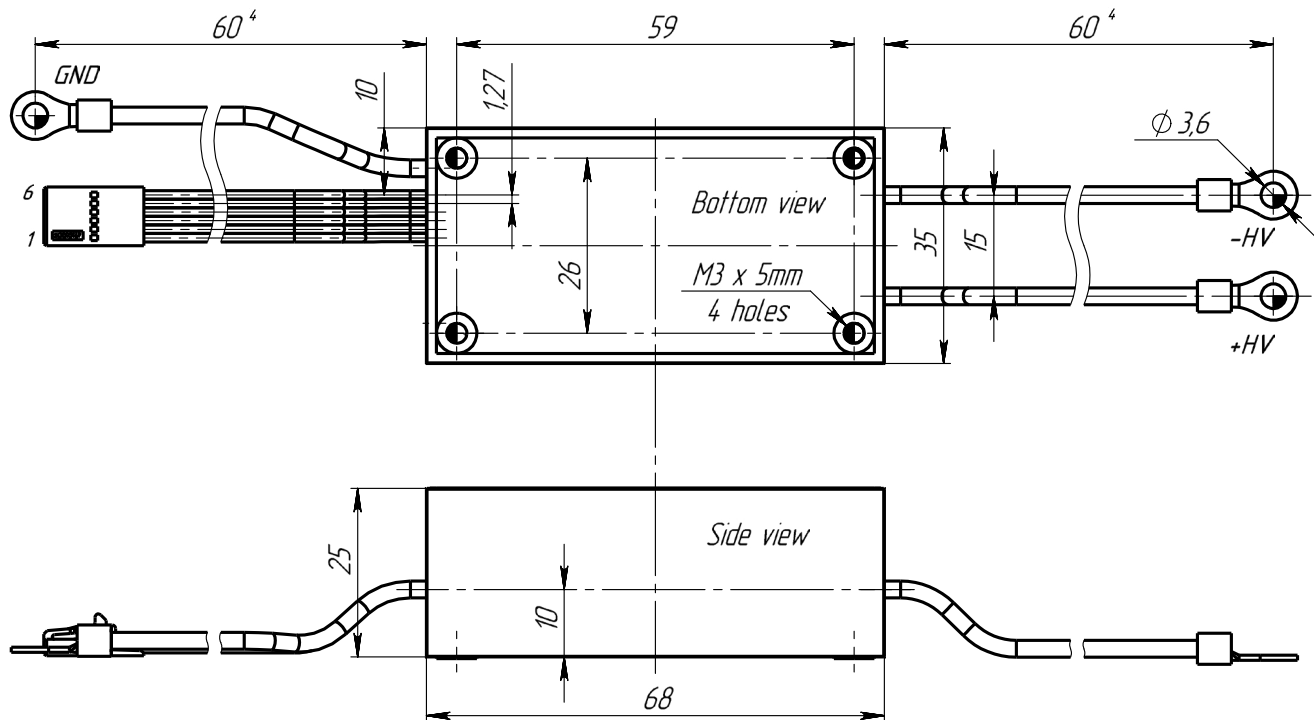


Рис. 10. – Чертеж и внешний вид коммутатора серии HVS-B1 в пластиковом корпусе для крепления на раму

4 - размер может быть скорректирован по требованию заказчика.

**6. Информация для заказа**

# HVS-B1-XX-XXX-X-XX-XXXX

1	2	3	4	5	6	7
1 - серия						
2 - компактная						
3 - максимальное рабочее напряжение, кВ						
4 - максимальный импульсный ток, А						
5 - технология силовых полупроводников: M - MOSFET; S - SiC; G - GaN; I - IGBT;						
6 - тип сигнальных и высоковольтных клемм: PS - штырьевые сигнальные, винтовые высоковольтные; PP - штырьевые сигнальные, проводные высоковольтные; WS - проводные сигнальные, винтовые высоковольтные; WP - проводные сигнальные, проводные высоковольтные;						
7 - дополнительная опция: IL - возможность работы на индуктивную нагрузку; CL - возможность работы на емкостную нагрузку без шунтирующего резистора; ACF - алюминиевые охлаждающие пластины; CCF - медные охлаждающие пластины; ICF - изолированные охлаждающие пластины; CTT - пользовательское значение времени открытия/закрытия; ISO - усиленная изоляция управляющей части относительно силовых клемм; INI - улучшенная устойчивость к шумам; GCFA - заземлённый алюминиевый радиатор; GCFC - заземлённый медный радиатор; ILC - водяное охлаждение; DLC - охлаждение непроводящими жидкостями; HFB - увеличенная продолжительность высокочастотной пачки; HFS - увеличенная частота непрерывной коммутации; FOT - фиксированная продолжительность открытого состояния; ETR - расширенный диапазон температур эксплуатации; NOD - нормально открытый коммутатор; RPC - сниженное энергопотребление; APC - встроенный высоковольтный импульсный конденсатор;						

**Пример: HVS-B1-6-120-G-WP-APC**

Высоковольтный твердотельный коммутатор в компактном корпусе с максимальным рабочим напряжением 6 кВ и пиковым током 120 А, изготовленный на основе GaN-транзисторов со встроенным импульсным конденсатором, проводное исполнение сигнальных и силовых контактов.

---

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ И ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Содержимое документации предназначено для разработчиков и инженеров, использующих продукцию компании «ПАРАМЕРУС». Пользователь несет полную ответственность за:

- выбор продуктов компании «ПАРАМЕРУС»;
- разработку и тестирование изделий, в составе которых будет использована продукция компании «ПАРАМЕРУС»;
- обеспечение соответствия изделия Пользователя существующим стандартам и иным требованиям безопасности.

Содержимое документации может быть изменено без уведомления Пользователя. Компания дает разрешение на использование информационных ресурсов исключительно для разработки изделий, в состав которых входит продукция компании «ПАРАМЕРУС», описанная в документации. Запрещено использование (воспроизведение и демонстрация) данных материалов в иных целях. Любые торговые марки, знаки и названия товаров, служб и организаций, права на дизайн, авторские и смежные права, которые упоминаются, используются или цитируются в документации, принадлежат их законным владельцам, и их использование в данном документе не дает право на любое другое использование.

Компания «ПАРАМЕРУС» не несет ответственности ни перед какой стороной за какой-либо прямой, не прямой, особый или иной косвенный ущерб в результате использования информации, изложенной в данном документе.

Продукция компании предоставляется в соответствии с Условиями продажи или официальными документами компании, заверенными подписью и печатью. Информация, которая содержится в данном документе, не влияет на действующие гарантии или отказы от гарантии на продукцию компании.