

# Силавые сборки фирмы Infineon

Андрей Копылов

andrei.kopylov@symmetron.ru

## Введение

За последние годы среди разработчиков устройств силавой электроники стали очень популярными силавые сборки — интегрированные системные решения от производителей силавых полупроводниковых приборов (далее — п/п приборы) на основе собственной силавой элементной базы.

Infineon Technologies AG (Германия) является одной из мировых лидирующих компаний, которая предлагает такие силавые сборки. В общем понимании фирмы Infineon силавая сборка — это функционально-незаконченная реализация преобразователя: силавая часть без системы управления.

Силавые сборки производства фирмы Infineon подразделяются на три больших основных семейства:

- PrimeSTACK;
- ModSTACK;
- Bipolar Assemblies (биполярные силавые сборки).

Силавым сборкам фирмы Infineon и будет посвящен цикл наших материалов.

В данной статье будет рассмотрено и рассказано о семействе PrimeSTACK.

## Силавые сборки семейства PrimeSTACK

### Общее понятие о силавой сборке PrimeSTACK

Силавые сборки серии PrimeSTACK — это силавые IGBT-сборки фирмы Infineon, которые конструктивно представляют собой устройства силавой электроники, спроектированные по модульному принципу (рис. 1). Их основа — стандартные компоненты, которые можно добавлять или удалять в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к силавой сборке. Серия силавых IGBT-сборок PrimeSTACK охватывает очень широкий диапазон возможных реализа-

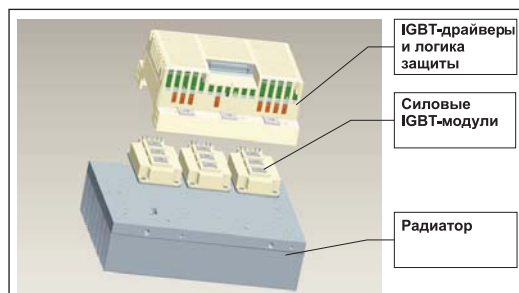


Рис. 1. Модульный принцип построения IGBT-сборок серии PrimeSTACK

ций решений и исполнений: от простых однофазных преобразователей мощностью несколько кВт до мегаваттных четырехквadrантных трехфазных преобразователей с радиаторами водяного охлаждения и сложным комплексом логики управления и защиты.

### Функциональные возможности и топологии силавых IGBT-сборок PrimeSTACK

Силавая часть IGBT-сборки PrimeSTACK реализуется на основе силавых IGBT-модулей фирмы Infineon с шириной корпуса 62 мм и рабочими классами напряжения 600, 1200 и 1700 В. IGBT-сборки PrimeSTACK четко классифицируются по мощности и топологии электрической цепи силавой части. При выходных номинальных токах до 1600 А на одну силавую IGBT-сборку и указанных классов напряжения доступны следующие варианты топологий силавых частей IGBT-сборок PrimeSTACK:

- 1/2B2I-топология — обычная полумостовая схема (рис. 2). При наращивании требуемой общей мощности одна IGBT-сборка может содержать 2, 3 или 4 параллельно-включенных между собой IGBT-модуля или несколько IGBT-сборок.
- B2I-топология — однофазная мостовая схема (рис. 3). Могут быть получены две совершенно разных топологии:
  1. 2 или 4 силавых IGBT-модуля в одной силавой IGBT-сборке, каждый из которых будет работать как отдельный полумост или как отдельные полумосты из двух параллельно-включенных IGBT-модулей.
  2. 2 отдельных IGBT-сборки, каждая из которых будет работать как полумост, а вместе — как однофазный полный мост.

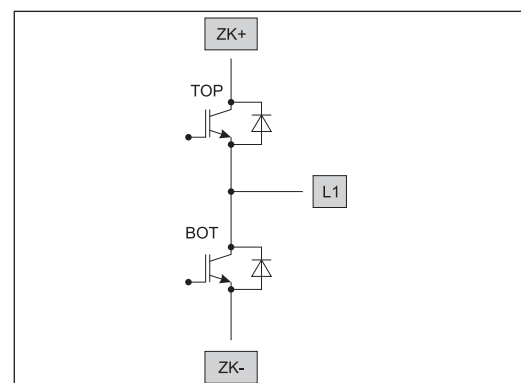


Рис. 2. Электрическая схема традиционного полумоста

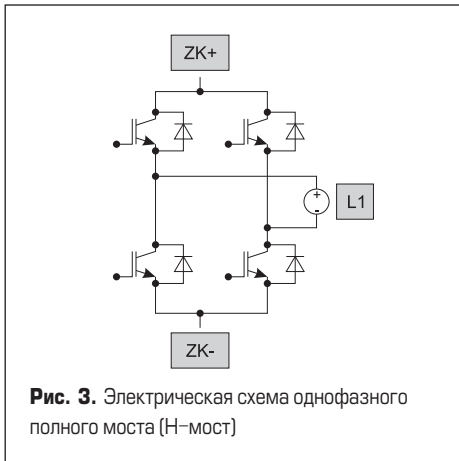


Рис. 3. Электрическая схема однофазного полного моста (H-мост)

- В6I-топология — трехфазная мостовая схема с чоппером или без него (рис. 4). Могут быть получены две отдельные топологии:
  1. Одна силовая IGBT-сборка будет содержать в себе 3 силовых IGBT-модуля, каждый из которых будет работать как полумост.
  2. 3 отдельных силовых IGBT-сборки, каждая из которых будет работать как полумост. При необходимости каждая из них может содержать 2, 3 или 4 параллельно-включенных силовых IGBT-модуля.
- Топология чоппера — верхняя или нижняя чопперная схема (рис. 5). Может быть получена на основе IGBT-сборки с В6I-топологией, состоящей из 4 IGBT-модулей, 3 из которых будут работать как отдельные полумосты, а 4-й IGBT-модуль — как чоппер.

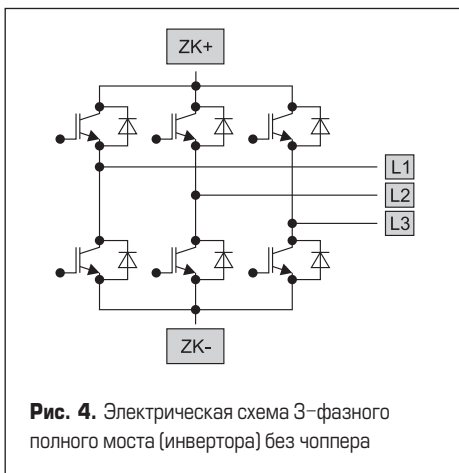


Рис. 4. Электрическая схема 3-фазного полного моста (инвертора) без чоппера

Для чопперных электрических цепей с большой токовой нагрузкой по отдельному заказу в конструктивном объеме одной IGBT-сборки может быть выполнена топология из 2, 3 или 4 параллельно-включенных между собой силовых чопперных IGBT-модулей.

Силовая часть IGBT-сборок PrimeSTACK управляется от внешней микропроцессорной системы управления через встроенный в IGBT-сборку электронный блок на основе IGBT-драйверов фирмы Infineon серии EiceDRIVER. Вся внутренняя драйверная электроника IGBT-сборок настраивается в соответствии с выбранной топологией силовой части сборки и используемыми модификациями силовых IGBT-модулей (рис. 8).

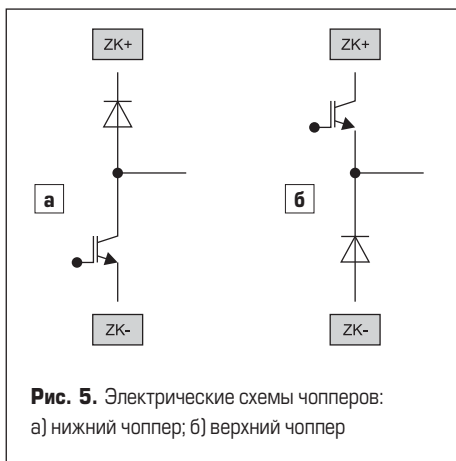


Рис. 5. Электрические схемы чопперов: а) нижний чоппер; б) верхний чоппер

Силовые IGBT-сборки PrimeSTACK имеют целый ряд функций защиты. Важно отметить, что в IGBT-сборках этого семейства, помимо стандартных (по умолчанию) функций защиты, по отдельному заказу могут быть реализованы дополнительные специальные функции защиты, исходя из конкретного практического применения IGBT-сборки. В реальном масштабе времени измеряются, отслеживаются и безопасно передаются на соответствующие интерфейсы силовой IGBT-сборки в виде сигналов аналогового напряжения следующие физические параметры:

- ток нагрузки каждого плеча IGBT-сборки;
  - наличие короткого замыкания в мосте;
  - температура нагрева и наличие перегрева;
  - снижение напряжения питания логики управления;
  - напряжение на шине звена постоянного тока, включая блокировку работы IGBT-сборки при возникновении перенапряжения (дополнительная функция);
  - моделирование значений температуры нагрева кристаллов силовых IGBT-модулей на аппаратном уровне для защиты от переходных температурных режимов (дополнительная функция).
- Охлаждение силовых IGBT-сборок PrimeSTACK осуществляется с помощью радиаторов. В стандартном варианте исполнения это будет воздушный радиатор с принудительным охлаждением, а в специальном исполнении под заказ это может быть, например, радиатор водяного охлаждения.

Силовые шины звена постоянного тока для IGBT-сборок PrimeSTACK проектируются, исходя из соображений компактности и гарантированной надежности по электрическим и тепло-

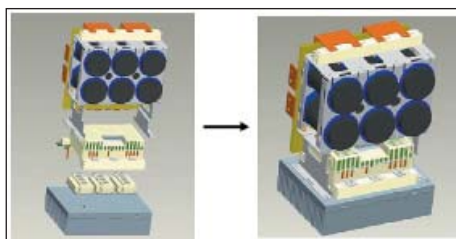


Рис. 6. PrimeSTACK с дополнительной установкой компонентов звена постоянного тока

вым параметрам (рис. 6). В целом в состав узла звена постоянного тока IGBT-сборки входят:

- корпус магазина емкостей, включая саму силовую шину;
- электролитические конденсаторы;
- снабберные конденсаторы;
- резисторы для выравнивания напряжения.

Если мощности одной IGBT-сборки PrimeSTACK не хватает для реализации проекта, то можно применить параллельное соединение нескольких силовых IGBT-сборок данной серии со звеном постоянного тока (или без него) по принципу модульного набора мощности. В специальных проектах для параллельного соединения IGBT-сборок могут быть предложены специальные интерфейсы и шины постоянного тока для соединения соответствующих частей силовых IGBT-сборок (рис. 9).

### Разновидности компоновок силовых IGBT-сборок PrimeSTACK

В зависимости от того, какие технические требования предъявляются заказчиками к силовым IGBT-сборкам PrimeSTACK, их удобно разделить на три вида:

- PrimeSTACK;
- PrimeSTACK IPM — основа всех IGBT-сборок PrimeSTACK;
- PrimeSTACK System — законченное системное решение.

Каждый из указанных видов силовых IGBT-сборок PrimeSTACK состоит из комплектующих, которые для их изготовителей являются стандартными продуктами. Так как эти IGBT-сборки составляются по модульному принципу, то необходимые детали могут быть не установлены или добавлены в сборку. IGBT-сборки PrimeSTACK могут иметь общепромышленное или транспортное (тяговое) исполнение. Если исполнение IGBT-сборки не оговорено специальным образом, то она будет предназначена для обычного общепромышленного применения.

### PrimeSTACK и его компоненты

Каждый PrimeSTACK состоит из трех элементарных частей:

1. Управляющая часть (PrimeSTACK Basic) со встроенной логикой защиты. Главными электронными компонентами управляющей части являются IGBT-драйверы серии EiceDRIVER производства Infineon. Они



Рис. 7. Внешний вид IGBT-драйверов фирмы Infineon серии EiceDRIVER

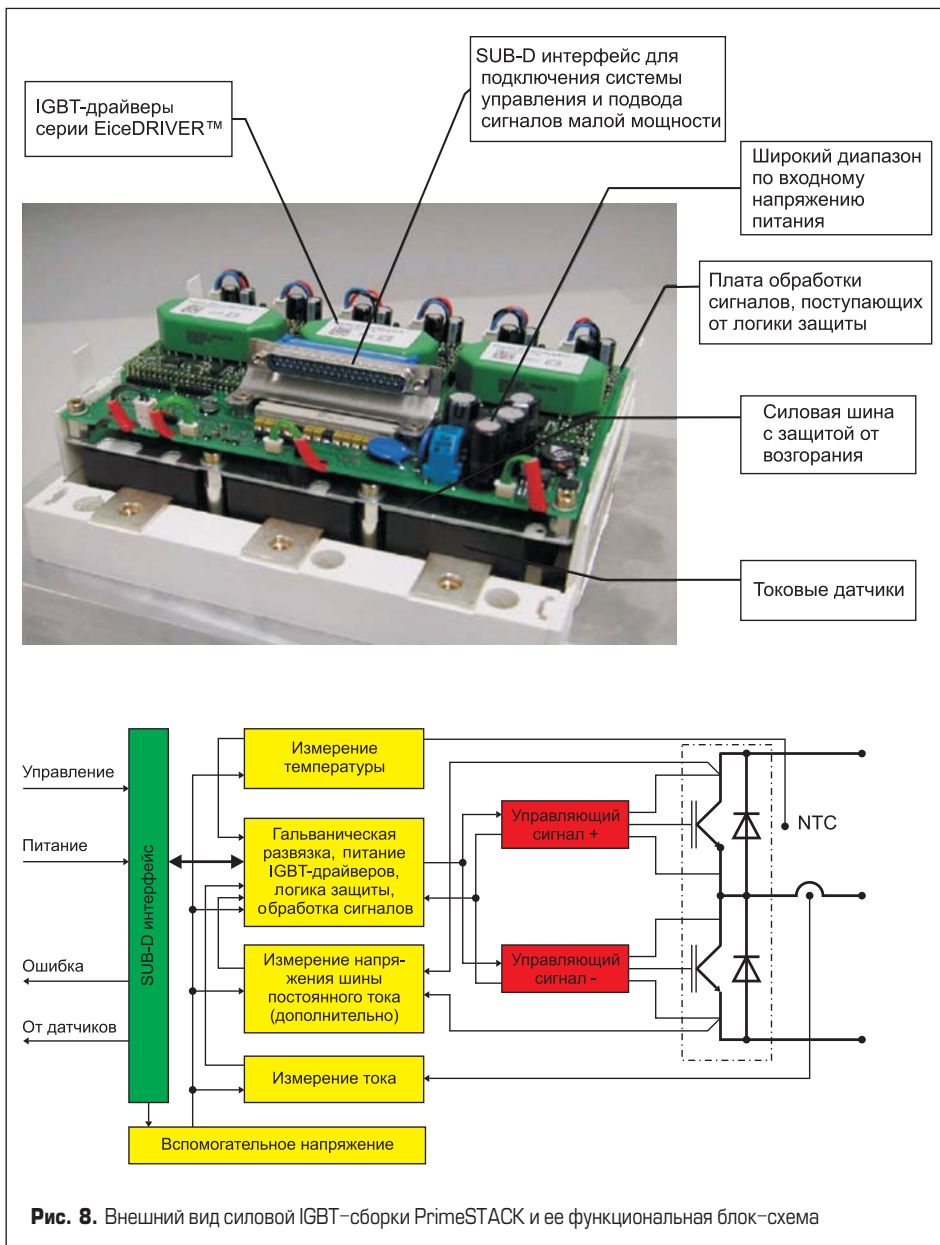


Рис. 8. Внешний вид силовой IGBT-сборки PrimeSTACK и ее функциональная блок-схема

частично берут на себя функции логики защиты силовой IGBT-сборки (рис. 7, 8).

2. Силовые IGBT-модули (PrimeSTACK Basic add-on). Каждая силовая IGBT-сборка PrimeSTACK

всегда содержит только 2, 3 или 4 силовых IGBT-модуля. Устанавливаемые в IGBT-сборку силовые IGBT-модули — это только силовые IGBT-модули собственного производства

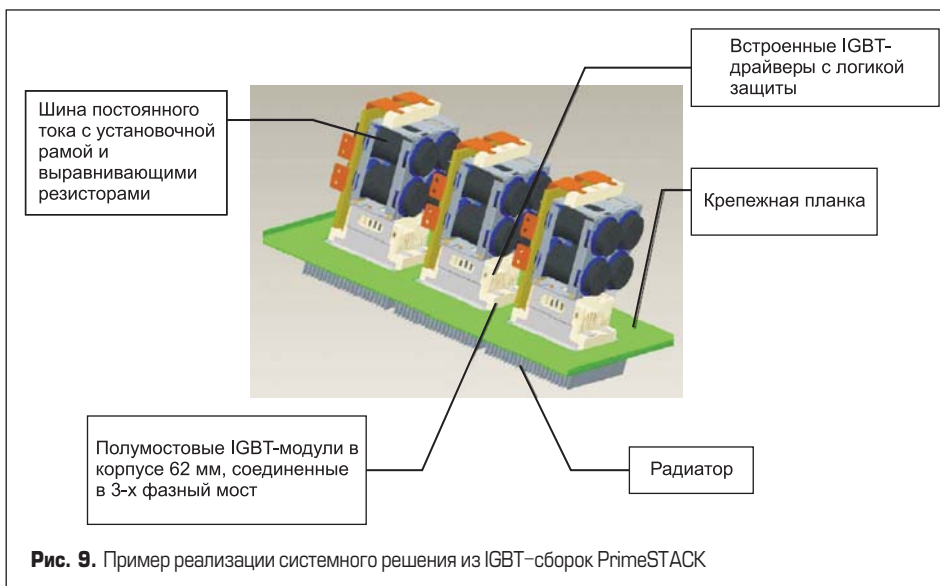


Рис. 9. Пример реализации системного решения из IGBT-сборок PrimeSTACK

Infineon в корпусе с шириной 62 мм и конфигурацией «полумост». Окончательная топология электрической цепи силовой IGBT-сборки будет определена схемой соединения отдельных силовых IGBT-модулей.

3. Радиаторы (PrimeSTACK Basic add-on). Как правило, силовые IGBT-сборки PrimeSTACK снабжаются воздушными радиаторами или радиаторами водяного охлаждения.

На рис. 1 показан пример стандартной IGBT-сборки PrimeSTACK, состоящей из драйверной части со встроенной логикой защиты, трех силовых полумостовых IGBT-модулей с шириной корпуса 62 мм и стандартного радиатора с принудительным воздушным охлаждением. Конкретное практическое применение этой силовой IGBT-сборки определит в дальнейшем, например, схему соединения силовых IGBT-модулей внутри сборки, а также дополнительные функции защиты, наличие оптического интерфейса в управляющей цепи и необходимость других вспомогательных электрических цепей.

**Описание PrimeSTACK IPM**

Силовая IGBT-сборка PrimeSTACK IPM — это силовая IGBT-сборка PrimeSTACK, но только без радиатора (IPM означает «интеллектуальный силовой модуль»). Цель предложения такого вида IGBT-сборки — предоставить заказчику гибкость в выборе и применении радиатора, который будет максимально эффективен в конкретном проекте. В этом случае заказчику предлагается самостоятельно осуществить монтаж IGBT-сборки на радиатор в соответствии с определенной методикой и порядком (фирма Infineon предоставляет рекомендации по монтажу в виде соответствующего Application Note).

**Описание PrimeSTACK System**

Силовые IGBT-сборки PrimeSTACK System — это вершина всех возможностей семейства силовых IGBT-сборок PrimeSTACK, так как в этом виде IGBT-сборок максимально учитываются и реализуются все дополнительные технические требования заказчиков, такие как конструктивное исполнение шины постоянного тока и/или наличие параллельного интерфейса для организации параллельной работы нескольких силовых IGBT-сборок PrimeSTACK.

На рис. 9 показана система, состоящая из трех отдельных силовых IGBT-сборок PrimeSTACK, в каждой из которых установлено: по 2 силовых полумостовых IGBT-модуля, радиатор, драйверная часть с необходимой логикой защиты и отслеживания значений определенных физических параметров, силовая шина постоянного тока. Соединенные вместе силовые IGBT-сборки будут представлять собой мощный 3-фазный инверторный мост с точно совпадающими по характеристикам компонентами.

**Краткие технические характеристики силовых IGBT-сборок PrimeSTACK**

Характеристики IGBT-драйверной части на основе IGBT-драйверов EiceDRIVER:

- Усиленная изоляция при испытании на импульсное напряжение. Изоляция выдерживает импульс напряжения 9,6 кВ (соответствует стандарту EN50178).



- Мягкая блокировка работы при возникновении коротких замыканий, особенно при низких значениях перенапряжений.
- Максимальное значение выходного тока/мощности на один затворный канал — 30 А/4 Вт.
- Максимальная частота поступающего ШИМ-сигнала — 60 кГц.
- Управление силовыми IGBT-модулями с рабочим напряжением 1700 В и номинальным током до 1600 А.  
Характеристики IGBT-сборки PrimeSTACK в целом:
- Температура хранения: -40... +85 °С (соответствует стандарту IEC 60721-3-1).
- Рабочая температура: -25... +55 °С для общепромышленного исполнения и -40... +55 °С для транспортного (тягового) исполнения (соответствует стандарту IEC 60721-3-3). Под температурой +55 °С понимается значение температуры окружающей среды вокруг силовой IGBT-сборки. Внутри IGBT-сборки допускается рабочая температура до +85 °С, которая контролируется с помощью измерения температуры окружающего воздуха.
- Относительная влажность воздуха: от 5 до 85%.
- Высокая механическая стойкость к ударным нагрузкам: возможны ускорения до 40 м/с<sup>2</sup>, а для транспортного исполнения — до 100 м/с<sup>2</sup>.
- Класс защиты: IP00.

**Основные области применения силовых IGBT-сборок PrimeSTACK**

В соответствии с европейским электротехническим стандартом IEC 61800-5-1 IGBT-сборки PrimeSTACK являются «преобразовательной ча-

стью» основного блока электроприводных систем (BDM). Все возможные разновидности силовых IGBT-сборок PrimeSTACK (PrimeSTACK, PrimeSTACK IPM и PrimeSTACK System) имеют конструктивное исполнение в виде открытой рамы, поэтому их класс защиты — IP00. Они должны быть дополнительно установлены в защищенные шкафы. Для работоспособности IGBT-сборок пользователь должен снабдить электротехническую установку, куда установлены IGBT-сборки, необходимым набором автоматики и контроллеров. Следует помнить, что в стандартной комплектации IGBT-сборки поставляются с воздушным радиатором без вентилятора, поэтому в шкафу управления должна быть предусмотрена вентиляция его составных компонентов.

IGBT-сборки PrimeSTACK являются универсальной продукцией, которая находит широкое применение в следующих областях:

- преобразователи и инверторы для промышленных электроприводов;
- солнечная и ветроэнергетика;
- электротранспортные тяговые системы;
- источники бесперебойного питания.

IGBT-сборки должны работать в условиях, которые регламентированы официальной технической документацией фирмы Infineon.

**Система типобозначения силовых IGBT-сборок PrimeSTACK**

Типобозначение является уникальным именем для каждого варианта исполнения и компоновки силовой IGBT-сборки PrimeSTACK. Оно содержит зашифрованную информацию об основных элек-

трических и механических характеристиках силовой IGBT-сборки. Различают два вида типобозначений для силовых IGBT-сборок PrimeSTACK:

1. Для интегрированных систем на основе IGBT-сборки PrimeSTACK.
2. Непосредственно для самих IGBT-сборок PrimeSTACK и PrimeSTACK IPM (описано в данном разделе).

Все данные в типобозначении IGBT-сборок перечисляются сплошную, без пробелов (табл. 1). Для удобной и лучшей читабельности типа IGBT-сборок в типобозначение включен дефис, который отделяет данные об основных электрических параметрах IGBT-сборки от дополнительной информации по ее техническим характеристикам. Данные о специфических заказных узлах IGBT-сборки указываются отдельной последовательностью из букв и цифр в конце типа с присвоением специального заказного номера.

Рассмотрим расшифровку типобозначения силовой IGBT-сборки PrimeSTACK, имеющей тип 2PS0600R12DLC-3G и в которую установлены некоторые дополнительные детали. Эта IGBT-сборка с общей полумостовой топологией состоит из трех силовых полумостовых IGBT-модулей, включенных между собой параллельно, и воздушного радиатора с принудительным охлаждением. Силовые IGBT-модули имеют номинальный ток 600 А и изготовлены на основе IGBT-кристаллов 2-го поколения.

Каждый разработанный вариант силовой IGBT-сборки PrimeSTACK сопровождается отдельной технической спецификацией, где можно посмотреть подробные электрические и механические параметры IGBT-сборки.

**Таблица 1.** Расшифровка типобозначений силовых IGBT-сборок PrimeSTACK

Полное название		2PS0600R12DLC-3G01C1VTB1IOM									
Выделенные поля названия		2	PS	0600	R	12	DLC	-	3	G01	C1VTB1IOM
Обозначение местоположения		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Позиция	Поле	Значение									Возможные варианты
A	2	Топология силовой цепи IGBT-сборки. Эта цифра обозначает количество IGBT-ключей. В данном случае «2» — это два IGBT-ключа, то есть конфигурация «полумост»									6 (для топологии B6I)
B	PS	Обозначение для группы продукции по силовым IGBT-сборкам PrimeSTACK									-
C	0600	Номинальный ток установленных в IGBT-сборку силовых IGBT-модулей. В данном случае это 600 А									Значения с определенным шагом из диапазона от 0100 до 1600
D	R	Обратная проводимость цепи, то есть каждая цепь имеет обратный антипараллельный диод									-
E	12	12 = 1200 В — максимальное рабочее напряжение, разделенное на 100									06 (для 600 В), 17 (для 1700 В)
F	DLC	Поколение IGBT-кристаллов в используемых силовых IGBT-модулях. В данном случае IGBT-кристаллы 2-го поколения с уменьшенными потерями и обратным антипараллельным диодом EmCon									KE3, KT3 (3-е поколение, технология Trench FieldStop) KS4, DN2 (2-ое поколение, NPT-технология)
G	-	Дефис для визуального разделения основных данных и дополнительных									-
H	3	Типоразмер IGBT-сборки (раздел «Типоразмеры IGBT-сборок PrimeSTACK»). Обозначает, какое количество IGBT-модулей может быть использовано в IGBT-сборке, тем самым определяет ее размеры									2 или 4
I	G01	Способ охлаждения. G — воздушное охлаждение, 01 — заказной код									F (наличие вентилятора), W (водяной радиатор)
J		Возможные значения поля									
G		Стандартный радиатор с принудительным воздушным охлаждением без вентилятора									
Gxx		Воздушное охлаждение с помощью специального заказного радиатора, xx = 01, 02 и т. д.									
F		Стандартное воздушное охлаждение с вентилятором									
W		Алюминиевый водяной радиатор									
WC		Водяной радиатор с медными трубками									
WS		Водяной радиатор с трубками из нержавеющей стали									
Wxx		Специальный заказной водяной радиатор (xx = 01, 02 и т. д.)									
M		Наличие параллельного интерфейса									
IO		Оптический интерфейс									
B1		Радиатор с уплотнительными прокладками									
B3		Монтажная платформа									
V		Измерение и вывод напряжения шины постоянного тока									
T		Температурное моделирование мгновенного значения температуры IGBT-кристаллов									
Sxx		C — конструкция силовой шины постоянного тока для классов напряжения 600, 1200, 1700 В; Sxx — специальная заказная конструкция шины (xx = 01, 02 и т. д.)									
D	1	Встроенный нижний чопер (AC/DC-)									
	2	Встроенный верхний чопер (AC/DC+)									
	3	То же самое, что и D1, только без IGBT-драйвера и контроллера «включено-выключено»									
	4	То же самое, что и D2, только без IGBT-драйвера и контроллера «включено-выключено»									

**Типоразмеры силовых IGBT-сборок PrimeSTACK**

Понятие «типоразмер» для IGBT-сборок PrimeSTACK несет в себе ориентировочную информацию о механических размерах силовой IGBT-сборки в трех измерениях. Все возможные размеры IGBT-сборок PrimeSTACK базируются на трех основных типоразмерах: «C2», «C3» и «C4». Цифра, идущая за буквой «С», означает количество силовых IGBT-модулей, установленных в IGBT-сборку. То же самое число, как было рассмотрено выше, указывается в типе IGBT-сборки после дефиса.

Электрически и механически соединяя основные одинаковые типоразмеры IGBT-сборок, можно получить следующие вариации по типоразмерам (табл. 2).

*Примечание.* Для силовых IGBT-сборок серии PrimeSTACK со стандартными воздушными радиаторами справедливы следующие значения размеров для типоразмеров (Д×Ш×В — длина, ширина и высота соответственно): «C2» — 200×216×90 мм; «C3» — 280×216×90 мм; «C4» — 360×216×90 мм.



**Рис. 10.** Типоразмеры силовых IGBT-сборок PrimeSTACK

**Обзор номенклатуры выпускаемых IGBT-сборок PrimeSTACK**

В таблицах 3–5 указаны типы существующих и доступных для заказа силовых IGBT-сборок семейства PrimeSTACK:

В заключение отметим еще раз основные технические особенности силовых IGBT-сборок семейства PrimeSTACK:

- Возможность монтажа силовой IGBT-сборки на выбранный радиатор самими заказчиками.
- Высокая механическая прочность IGBT-сборок.
- Возможность и удобство в осуществлении ремонта на стороне заказчика.
- Высокая стойкость к электромагнитным помехам.
- Отслеживание температуры окружающей среды.
- Моделирование температуры нагрева кристаллов в IGBT-модулях.

**Литература**

1. [www.infineon.com](http://www.infineon.com).
2. Информационные материалы компании Infineon: Documentation and Operating Instructions on PrimeSTACK, Rev. 2.3, 30 октября 2008

**Таблица 2.** Возможные комбинации систем из одинаковых типоразмеров, взаимосвязь типоразмеров с топологиями и токовыми номиналами IGBT-сборок PrimeSTACK

Типоразмер	Компонент	Топология			
		1/2B2I	B2I	B6I	B6I + чоппер
C2	PrimeSTACK в размере C2	800 A	–	–	–
C3	PrimeSTACK в размере C3	1200 A	400 A	400 A	–
C4	PrimeSTACK в размере C4	1600 A	800 A	–	400 A
CA	2 × IGBT-сборки C2 на одном радиаторе	1600 A	–	–	–
CB	2 × IGBT-сборки C3 на одном радиаторе	2400 A	–	–	–
CC	2 × IGBT-сборки C4 на одном радиаторе	3200 A	–	–	–
CD	3 × IGBT-сборки C2 на одном радиаторе	–	–	800 A	–
CE	3 × IGBT-сборки C3 на одном радиаторе	–	–	1200 A	–
CF	3 × IGBT-сборки C4 на одном радиаторе	–	–	1600 A	–

**Таблица 3.** Номенклатура выпускаемых IGBT-сборок семейства PrimeSTACK на 600 В

Рабочее напряжение, V <sub>жкmax</sub>	Тип	Топология	Действующее значение тока в первой фазе, I <sub>Last RMSr</sub> , A	Размер корпуса IGBT-сборки	Способ охлаждения
600 В, IGBT-кристаллы KE3	4PS0400R06KE3-3G	B2I	300	C3	Воздушное
	6PS0200R06KE3-3G	B6I	197	C3	Воздушное
	6PS0300R06KE3-3G	B6I	243	C3	Воздушное
	6PS0400R06KE3-3G	B6I	400	C3	Воздушное
	2PS0800R06KE3-3G	1/2B2I	630	C2	Воздушное
	2PS1200R06KE3-3G	1/2B2I	870	C3	Воздушное
	2PS1600R06KE3-3G	1/2B2I	1032	C4	Воздушное

**Таблица 4.** Номенклатура выпускаемых IGBT-сборок семейства PrimeSTACK на 1200 В

Рабочее напряжение, V <sub>жкmax</sub>	Тип	Топология	Действующее значение тока в первой фазе, I <sub>Last RMSr</sub> , A	Размер корпуса IGBT-сборки	Способ охлаждения
1200 В, IGBT-кристаллы KS4	4PS0300R12KS4-3G	B2I	183	C3	Воздушное
	6PS0300R12KS4-3G	B6I	170	C3	Воздушное
	2PS0600R12KS4-2G	1/2B2I	366	C2	Воздушное
	2PS0900R12KS4-4G	1/2B2I	500	C4	Воздушное
	2PS1200R12KS4-4G	1/2B2I	610	C4	Воздушное
	1200 В, IGBT-кристаллы KE3	6PS0150R12KE3-3G	B6I	134	C3
6PS0300R12KE3-3G		B6I	181	C3	Воздушное
6PS0400R12KE3-3G		B6I	210	C3	Воздушное
6PS1600R12KE3-FG		B6I	850	CF	Воздушное
2PS0400R12KE3-2G		1/2B2I	311	C2	Воздушное
2PS0600R12KE3-2G		1/2B2I	360	C2	Воздушное
2PS0800R12KE3-2G		1/2B2I	445	C2	Воздушное
2PS0900R12KE3-3G		1/2B2I	500	C3	Воздушное
2PS1200R12KE3-3G		1/2B2I	569	C4	Воздушное
2PS1600R12KE3-4G		1/2B2I	717	C4	Воздушное
6PS0200R12KE3-3GH		B6I	172	C3	Воздушное
6PS0400R12KE3-3GH		B6I	237	C3	Воздушное
6PS1600R12KE3-FGH		B6I	950	CF	Воздушное
2PS0800R12KE3-2GH		1/2B2I	490	C2	Воздушное
2PS1200R12KE3-3GH		1/2B2I	720	C3	Воздушное
2PS1600R12KE3-4GH		1/2B2I	850	C4	Воздушное

**Таблица 5.** Номенклатура выпускаемых IGBT-сборок семейства PrimeSTACK на 1700 В

Рабочее напряжение, V <sub>жкmax</sub>	Тип	Топология	Действующее значение тока в первой фазе, I <sub>Last RMSr</sub> , A	Размер корпуса IGBT-сборки	Способ охлаждения
1700 В, IGBT-кристаллы KE3	4PS0300R17KE3-3G	B2I	165	C3	Воздушное
	6PS0300R17KE3-3G	B6I	145	C3	Воздушное
	2PS0400R17KE3-2G	1/2B2I	276	C2	Воздушное
	2PS0600R17KE3-2G	1/2B2I	325	C2	Воздушное
	2PS0900R17KE3-3G	1/2B2I	422	C3	Воздушное
	2PS0800R17KE3-4G	1/2B2I	482	C4	Воздушное
	2PS1200R17KE3-4G	1/2B2I	571	C4	Воздушное
	6PS0300R17KE3-3GH	B6I	176	C3	Принудительное воздушное
	2PS0600R17KE3-2GH	1/2B2I	375	C2	Принудительное воздушное
	2PS0900R17KE3-3GH	1/2B2I	550	C3	Принудительное воздушное
	2PS1200R17KE3-3GH	1/2B2I	650	C3	Водяное
	2PS1200R17KE3-4GH	1/2B2I	650	C4	Принудительное воздушное
	2PS1200R17KE3-4W	1/2B2I	788	C4	Водяное