

Серия обзорных вебинаров:

## Дискретные и силовые компоненты



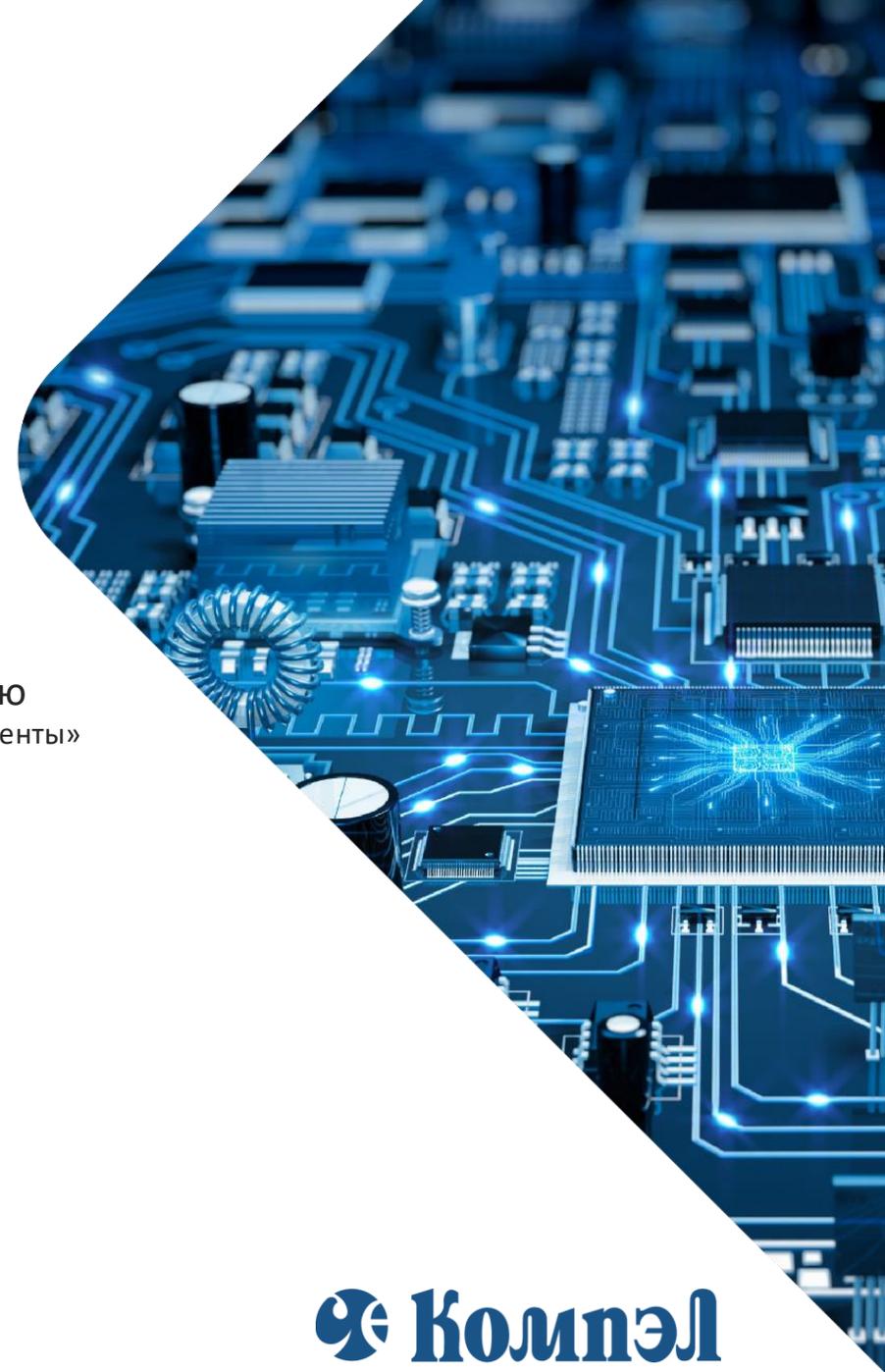
**Соломатин Максим**

Руководитель направления  
«Дискретные и силовые компоненты»



**Подколзин Антон**

Инженер по применению  
«Дискретные и силовые компоненты»



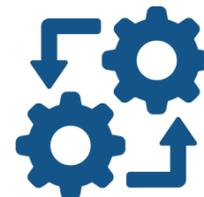
# Текущая ситуация по производителям дискретных и силовых компонентов



ONS, Nexperia, Infineon, ST,  
Vishay, IXYS, Semikron, Wolfspeed  
ушли с российского рынка ЭК



Большое число новых  
китайских  
производителей



Большинство замен – РТР,  
но рекомендуется тестирование

## ALLOCATION

Сроки производства западных брендов:

**Infineon:** 26-54 недель

**ST:** 30-54 недели

**VISHAY:** 26-80 недель

**Nexperia:** 8-52 недели

**ONS:** 16-52 недели

**IXYS:** 30-54 недели



Сроки производства китайских  
аналогов:

0 – 16 недель

# Производители «Дискретные и силовые компоненты»

	<a href="#"><u>WAYON</u></a>	<p>Производитель очень широкой линейки MOSFET и защитных компонентов</p>		<a href="#"><u>STARPOWER</u></a>	<p>Производитель с отличным выбором качественных IGBT и SiC модулей</p>
	<a href="#"><u>YJ</u></a>	<p>Крупнейший китайский производитель дискретных компонентов от диодов до силовых модулей</p>		<a href="#"><u>YZPST</u></a>	<p>Производитель силовых модулей и пассивных компонентов с коротким сроком производства</p>
	<a href="#"><u>JSCJ</u></a>	<p>Производитель дискретных и аналоговых полупроводниковых компонентов</p>		<a href="#"><u>TAIXIN</u></a>	<p>Производитель стандартных IGBT модулей, диодов и дискретных IGBT</p>
	<a href="#"><u>GPT</u></a>	<p>Производитель со специализацией исключительно на SiC продукции</p>		<a href="#"><u>BYD</u></a>	<p>Известный производитель IGBT модулей высокого качества</p>
	<a href="#"><u>BELLING</u></a>	<p>Производитель с хорошим выбором MOSFET</p>			

# Производители по группам «Дискретные компоненты»

	WAYON	YJ	JSCJ	BELLING	STARPOWER	YZPST	GPT	BYD	TAIXIN	Что заменяем
Выпрямительные диоды	★	★	★							ONS, Nexperia, INFINEON, ST, Diodes
Защитные диоды	★	★	★							ONS, Nexperia, INFINEON, ST, Diodes
SiC диоды	★	★	★			★	★			Wolfspeed, ONS, INFINEON, ST
Стабилитроны	★	★	★							ONS, Nexperia, INFINEON, ST, Diodes
Биполярные транзисторы	★	★	★							ONS, Nexperia, INFINEON, ST, Diodes
Низковольтные MOSFET	★	★	★	★						Infineon, Vishay, ONS, TI, ST
Высоковольтные MOSFET	★	☆	☆	★						Infineon, Vishay, ONS, ST
SiC MOSFET		★				★	☆			Wolfspeed, Infineon, ST
IGBT		★			★	★		★	★	ONS, Infineon, ST
IGBT-модули		★			★	★		★	★	Infineon, Semikron, Fuji, Mitsubishi
SiC MOSFET-модули					★	★	☆			Wolfspeed, Infineon
Интеллектуальные модули								★		Infineon, ONS
Диодно-тиристорные модули		★				★				Infineon, Semikron, IXYS
Тиристоры	★		★			★				ST, Infineon, IXYS
Симисторы						★				ST, IXYS, Vishay

# Наличие, сроки и тренды

## MOSFET

	значение	тренд
Номенклатур на складе	227	↑↑
Срок производства	8-14 недель	=
Срок производства западных аналогов	30+ недель	↓↓

## IGBT модули

	значение	тренд
Номенклатур на складе	53	↑↑
Срок производства	4-28 недель	↑↑
Срок производства западных аналогов	39+ недель	=

## Диоды и стабилитроны

	значение	тренд
Номенклатур на складе	526	↑↑
Срок производства	8-12 недель	=
Срок производства западных аналогов	16+ недель	↓↓

## Диодно-тиристорные модули

	значение	тренд
Номенклатур на складе	107	=
Срок производства	2-12 недель	=
Срок производства западных аналогов	30+ недель	=

## Биполярные транзисторы

	значение	тренд
Номенклатур на складе	120	↑↑
Срок производства	8-12 недель	=
Срок производства западных аналогов	16+ недель	↓↓

## Тиристоры

	значение	тренд
Номенклатур на складе	50	↑↑
Срок производства	10-12 недель	=
Срок производства западных аналогов	24+ недель	=

## Дискретные IGBT

	значение	тренд
Номенклатур на складе	11	↑↑
Срок производства	8-24 недель	↑↑
Срок производства западных аналогов	39+ недель	=

## SiC диоды

	значение	тренд
Номенклатур на складе	-	↑↑
Срок производства	6-12 недель	=
Срок производства западных аналогов	16+ недель	=

# WAYON – производитель очень широкой линейки MOSFET



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2021: \$180M
- Количество наименований: 2000+
- 6 R&D центров



## Бизнес

- Образцы: со стока Компэла, со стока производителя
- Сроки производства: 8-14 недель
- Кросс-референс: РТР замены
- Склад в Компэле: **227 уникальных PN, ~4,5M штук**



## Продукты

- MOSFET (низковольтные, высоковольтные)
- Самовосстанавливающиеся предохранители
- Диоды (выпрямительные, защитные, стабилитроны, SiC)
- Тиристоры



## Применения

Промышленное, телекоммуникационное, автомобильное, торговое, охрannое, бытовое оборудование



## Западные конкуренты

Infineon, ST, Vishay, TI, ONS, Littelfuse

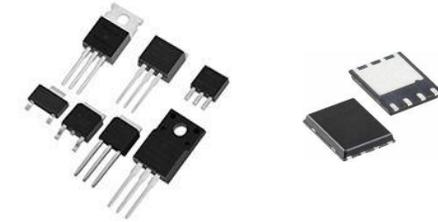
# WAYON – обзор портфолио полевых транзисторов



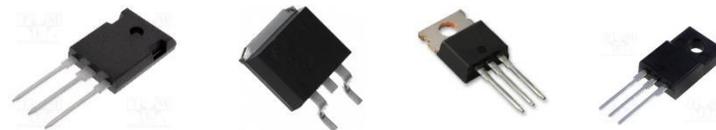
Низковольтные стандартные полевые транзисторы N/P каналные



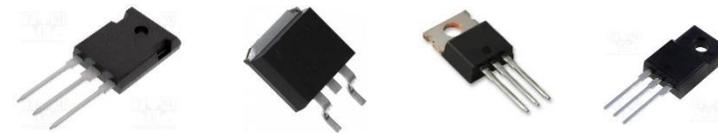
Низковольтные силовые MOSFET на напряжение 20-250 В



Силовые MOSFET среднего напряжения 500-650 В



Высоковольтные MOSFET на 700-1500 В



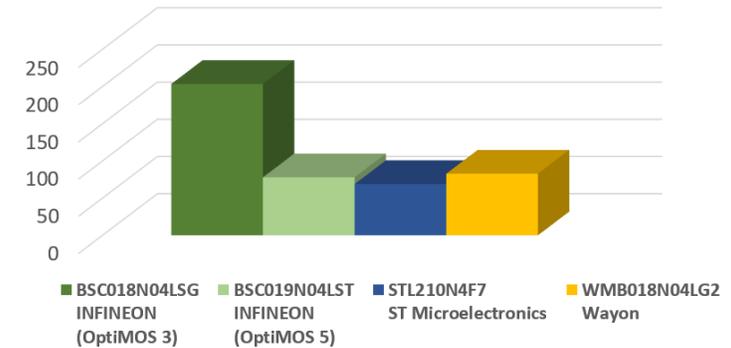
# WAYON – сравнение транзисторов по эталонным показателям

## Сравнение MOSFET ведущих брендов с Wayon по бенчмарку FOM (мОм \* нКл)

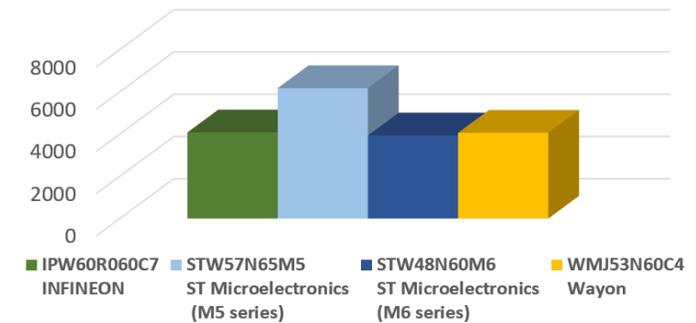
- Широкое портфолио по всем основным классам напряжения
- Не уступает по основным параметрам ведущим западным брендам
- Отличное качество и надёжность



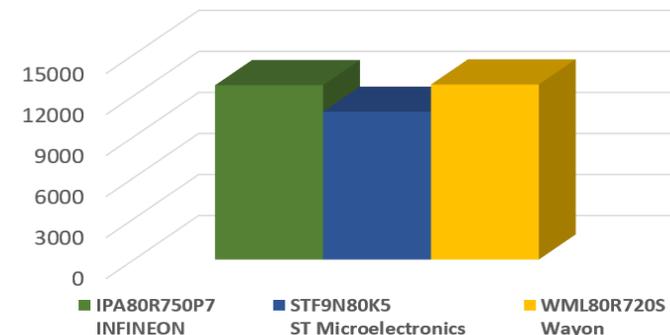
MOSFET 40B, 1.5мОм, корпус PQFN5x6



MOSFET 600B, 60мОм, корпус TO-247-3



MOSFET 800B, 650мОм, корпус TO-220FullPack



# YANGJIE (YJ) – любые дискретные компоненты



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2021: \$680M
- Количество наименований: 15000+
- 3 R&D центра



## Бизнес

- Образцы: со склада Компэла, со склада производителя
- Сроки производства: 8-12 недель
- Кросс-референс: PTP замены
- **Склад в Компэле: 966 наименований, ~34M штук**



## Продукты

- Диоды (выпрямительные, защитные, стабилитроны, SiC)
- Биполярные транзисторы
- MOSFET (низковольтные, высоковольтные)
- SiC MOSFET
- IGBT (дискретные, модули)
- Диодно-тиристорные модули



## Рынки

Бытовая техника, светодиодное освещение, безопасность, интеллектуальный учёт, телекоммуникации, зеленая энергетика, промышленное оборудование, автомобильная электроника



## Западные конкуренты

Nexperia, ONS, Littelfuse, Wolfspeed, Infineon, ST, Vishay, Semikron

# YANGJIE (YJ) – обзор портфеля продуктов компании



## Стандартные дискретные

- Малосигнальные диоды
- Диоды Шоттки
- Стабилитроны
- Биполярные транзисторы
- Транзисторы со смещением (digital)
- N-канальные MOSFET до 120V
- P-канальные MOSFET до -100V
- Компоненты с автомобильной квалификацией AEC-Q101

## Компоненты силовой электроники

- Дискретные IGBT
- Выпрямительные диоды и мосты
- Диоды типа Fast/Ultrafast
- SiC-диоды
- SiC MOSFETs
- Выпрямительные диодные и тиристорные модули
- Диодные модули Шоттки
- IGBT-модули

## Защитные компоненты

- TVS-диоды
- Защитные тиристоры
- ESD защита

# YANGJIE (YJ) – компоненты силовой электроники



IGBT в дискретных корпусах  
 $V_{ce} = 650, 1200V, I_c = 10-75A$



IGBT-модули малой и средней мощности  
 $V_{ce} = 650, 1200V, I_c = 10-450A$



Диодные модули Шоттки  
 $V_d = 100, 200V, I_{do} = 100-400A$



Выпрямительные диодно-тиристорные модули + мосты 1ф/3ф  
 $V_d = 800-2200V, I_{do} = 25-250A$



Высокочастотные диодные модули типа FRED  
 $V_d = 400-1200V, I_{do} = 60-500A$



# JSCJ – дискретные компоненты и аналоговая продукция



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2021: \$315M
- Количество наименований: 15000+
- 3 R&D центра



## Бизнес

- Образцы: со склада Компэла, со склада производителя
- Сроки производства: 8-12 недель
- Кросс-референс: PTP замены
- **Склад в Компэле: 74 наименования, ~3М штук**



## Продукты

- Диоды (выпрямительные, защитные, стабилитроны, SiC)
- Биполярные транзисторы
- MOSFET (низковольтные, высоковольтные)
- Тиристоры
- Аналог



## Рынки

Контрольно-измерительные и защитные приборы, источники питания, мобильные телефоны, беспроводные зарядные устройства, автомобильная электроника, аккумуляторы, системы безопасности, бытовая электроника



## Западные конкуренты

ONS, Nexperia, TI, INFINEON, ST, Diodes

# JSCJ – силовые компоненты с коротким сроком



## Стандартные дискретные

- Малосигнальные диоды
- Диоды Шоттки
- Стабилитроны
- Биполярные транзисторы
- Стандартные транзисторы со смещением (digital)
- N-канальные MOSFET до 100В
- P-канальные MOSFET до -100В
- Сборки транзисторов и диодов
- Компоненты с квалификацией AEC-Q101

## Силовая электроника

- Выпрямительные диоды и мосты
- Диоды типа Fast
- Дискретные тиристоры

## Защитные компоненты

- TVS-диоды
- Защитные тиристоры
- ESD защита

## Аналоговые компоненты

- Операционные усилители
- Супервизоры питания
- Линейные регуляторы/LDO
- Микросхемы для АКБ
- Импульсные преобразователи (DC-DC)
- Кварцевые резонаторы

# GPT – карбид-кремниевая продукция



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2021: \$13M
- Количество наименований: 200+
- 2 R&D центра



## Бизнес

- Образцы: со склада производителя
- Сроки производства: 6-8 недель
- Кросс-референс: PTP замены
- **Склад в Компэле: в пути 46 наименований, ~19К штук**



## Продукты

- SiC диоды (более 230 наименований!)
- SiC MOSFET (выпуск ожидается во 2 квартале 2023 года)
- SiC модули (в разработке)



## Рынки

Силовая преобразовательная техника, транспортная техника, электропривод, источники питания



## Западные конкуренты

Wolfspeed, Infineon, ST, ONS, Rohm

# GPT – портфолио SiC диодов



## Номенклатура SiC диодов 600/650В

корпус	1A	2A	3A	4A	5A	6A	8A	10A	12A	15A	20A	30A	40A	50A	100A
TO-252-2		+	+	+	+	+	+	+		+					
TO-263-2		+	+	+	+	+	+	+		+	+				
TO-220-2L	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+		+	
TO-220FP		+	+	+	+	+	+	+		+					
TO-247-2L							+	+		+	+	+	+	+	+
TO-247-3L								+	+	+	+	+	+	+	
DFN5x6				+		+	+								
DFN8x8				+		+	+	+		+					



TO-252



TO-263-2



TO-220C-2L



TO-220FM



TO-247-2L



TO-247-3L

## Номенклатура SiC диодов 1200В

корпус	2A	3A	5A	8A	10A	12A	15A	20A	30A	40A	50A
TO-252-2	+	+	+		+						
TO-263-2	+	+	+	+	+	+	+	+			
TO-220-2L	+	+	+	+	+		+	+			
TO-220FP	+	+	+	+	+						
TO-247-2L			+		+	+	+	+	+	+	+
TO-247-3L				+	+		+	+	+	+	

# STARPOWER – ведущий производитель IGBT и SiC модулей в Китае



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2021: \$200M
- Количество наименований: 400+



## Бизнес

- Образцы: со склада Компэла, со склада производителя (у производителя не всегда есть в наличии)
- Сроки производства: 12-28+ недель
- Кросс-референс: РТР замены
- **Склад в Компэле: 43 наименования, ~9К штук**



## Продукты

- IGBT модули
- Дискретные IGBT
- SiC MOSFET модули



## Рынки

Силовая преобразовательная техника, транспортная техника, электропривод, индукционный нагрев, сварочное оборудование



## Западные конкуренты

Семикрон, Infineon, Fuji, Mitsubishi, Wolfspeed

# STARPOWER – обзор продукции



## Силовые IGBT-модули малой мощности (low power):

- Доступны модули на 1200 и 1700 вольт по технологии StarPower Trench
- Доступные топологии модулей: *PIM, 3-фазный мост, 3-level NPC*
- Контакты Press-Fit или паяные контакты опционально
- Преднанесенный TIM по запросу



## Силовые IGBT-модули средней мощности (medium power):

- Доступны модули на 650, 1200 и 1700 вольт по технологии StarPower Trench
- Доступные топологии модулей: *одиночный ключ, полумост, чоппер, 3-фазный мост, 3-level NPC (для многоуровневых инверторов)*
- Контакты Press-Fit или паяные контакты для корпусов типа C5 или C6
- Преднанесенный TIM по запросу
- Доступны модули с AEC-Q101



# STARPOWER – обзор продукции (продолжение)



## Силовые IGBT-модули высокой мощности (high power):

- Доступны модули на 1200 и 1700 вольт по технологии StarPower Trench
- Доступные топологии модулей: *одиночный ключ, полумост, чоппер*
- Базовое основание AlSiC и AlN доступны опционально по запросу
- Предварительно нанесенный слой TIM (Thermal Interface Material) доступен по запросу



## Карбид-кремниевые MOSFET-модули:

- Доступны модули на 1200 и 1700 вольт
- Доступные топологии модулей: *полумост, 3-фазный мост*
- Основание AlN для ультрамалого Rth
- Технология спекания кристаллов (sintering) для повышенной надёжности
- Доступны технологии кристаллов как Planar, так и Trench
- Доступны модули с автомобильной квалификацией AEC-Q101



# STARPOWER – обзор продукции (продолжение)



## Дискретные IGBT:

- Доступны IGBT на 600, 650 и 1200 вольт по технологии Trench FieldStop
- Встроенный антипараллельный диод типа FRD
- Малые потери на проводимость и на переключение
- Линейка IGBT транзисторов имеет наиболее популярные комбинации токов и напряжений



	Part	I <sub>c</sub>	V <sub>DS</sub>	Chip Technology
TO-220	DG10X06T1 DG15X06T1 DG20X06T1	10A 15A 20A	600V	StarPower Trench
TO-247	DG20X06T2 DG30X06T2 DG50X06T2	20A 30A 50A	600V	StarPower Trench
TO-247	DG30X07T2 DG50X07T2 DG75X07T2	30A 50A 75A	750V	StarPower Trench
TO-247	DG15X12T2 DG25X12T2 DG40X12T2	15A 25A 40A	1200V	StarPower Trench
TO-247 Plus	DG100X07T2 DG120X07T2	100A 120A	750V	StarPower Trench

# TAIXIN – IGBT модули с хорошими ценами и сроками



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2022: 80М юаней
- Количество партномеров: 30+



## Бизнес

- Образцы: со склада Компэла, со склада производителя
- Сроки производства: 4-8 недель, часть на складе
- Кросс-референс: РТР замены
- **Склад в Компэле: планируется**



## Продукты

- IGBT модули (до 12 класса)
- Дискретные IGBT
- Диоды



## Рынки

Силовая преобразовательная техника, транспортная техника, электропривод, источники питания



## Западные конкуренты

Семикрон, Infineon, Fuji, Mitsubishi

# TAIXIN – Обзор силового портфолио



IGBT в дискретных корпусах  
 $V_{ce} = 650, 1200V, I_c = 10-75A$



IGBT-модули малой мощности (low power)  
 $V_{ce} = 650V, 1200V, I_c = 25-200A$



IGBT-модули средней мощности (medium power)  
 $V_{ce} = 650V, 1200V, I_c = 200-600A$



Выпрямительные диодные модули  
 $V_d = 400-1700V, I_{do} = 60-300A$



Высокочастотные диодные модули типа FRED  
 $V_d = 600, 1200V, I_{do} = 25-100A$



Мощные IGBT модули в разработке!  
(High power)  
 $V_{ce} = 1200, 1700, 3300V, I_{do} = 300-2400A$



# TAIXIN – замены на популярные IGBT модули



Популярные IGBT модули	Бренд оригинала	Корпус модуля	Наименование замены Taixin
SKM195GB066D	Semikron	Стандартный 34 мм (94x30x34 мм)	<b>TXFF200R07T1ME</b>
SKM300GB12E4	Semikron	Стандартный 62 мм (106x29x62 мм)	<b>TXFF300R12T2</b>
FF450R12KT4	INFINEON	Стандартный 62 мм (106x29x62 мм)	<b>TXFF450R12T2HS</b>
FF600R12ME4	INFINEON	EconoDual (152x17x62 мм)	<b>TXFF600R12MMT</b>
CM450DX-24T	Mitsubishi	DX type / EconoDual (152x17x62 мм)	<b>TXFF450R12MMT</b>
CM300DX-24T	Mitsubishi	DX type / EconoDual (152x17x62 мм)	<b>TXFF300R12MMT</b>
2MBI400XDE120-50	Fuji Electric	Стандартный 62 мм (106x29x62 мм)	<b>TXFF400R12T2MT</b>

# YZPST – силовые компоненты с коротким сроком



## О компании

- Головной офис: **Китай**
- Собственное производство в Китае
- Оборот в 2021: \$100М
- Количество наименований: 1000+



## Бизнес

- Образцы: со склада Компэла, со склад производителя
- Сроки производства: короткие (несколько недель)
- Кросс-референс: РТР замены
- **Склад в Компэле: 78 наименований, ~1,3К штук**



## Продукты

- Диодно-тиристорные модули
- IGBT модули
- SiC MOSFET модули
- SiC MOSFET дискретные
- Тиристоры
- Предохранители, резисторы, конденсаторы



## Рынки

Силовая преобразовательная техника, сварочное оборудование, транспортная техника, электропривод, мощные источники питания



## Западные конкуренты

Семикрон, IXYS, ST, Infineon, Fuji, Mitsubishi, Wolfspeed

# YZPST – силовые компоненты с коротким сроком



Диодно-тиристорные модули  
 $V_{ac} = 800-2200V$ ,  $I_{ac} = 90-600A$



Диоды и тиристоры в дисковом исполнении



Диодные мосты, дискретные диоды, тиристоры и симисторы



IGBT-модули малой и средней мощности с  
 $V_{ce} = 650, 1200, 1700, 3300V$  на  $I_c = 100-600A$



Карбид-кремниевые SiC диоды на 650, 1200, 1700, 3300V и транзисторы напряжением 650, 1200, 1700V



Силовые пассивные компоненты (силовые конденсаторы, резисторы, предохранители) и ограничители перенапряжения



# YZPST – прямые пин-в-пин замены на диодно-тиристорные модули



<b>SEMİKRON</b> innovation + service	<b>YZPST</b>
SKKT330/16E	YZPST-SKKT330/16E
SKKT570/18E	YZPST-SKKT570/18E
SKKT162/16E	YZPST-SKKT162/16E
SKKT570/16E	YZPST-SKKT570/16E
SKKT107/16E	YZPST-SKKT107/16E
SKKT92/12E	YZPST-SKKT92/12E
SKKT106/16E	YZPST-SKKT106/16E
SKKT273/16E	YZPST-SKKT273/16E
SKKT162/12E	YZPST-SKKT162/12E
SKKH106/16E	YZPST-SKKH106/16E
SKKH162/16E	YZPST-SKKH162/16E
SKKT250/12E	YZPST-SKKT250/16E
SKKT106/12E	YZPST-SKKT106/12E

## SKKT 323/16 E

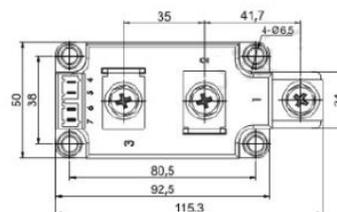
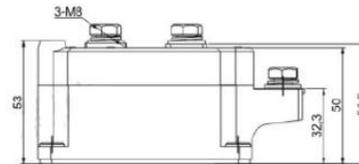


Thyristor Modules

SKKT 323/16 E

Absolute Maximum Ratings				
Symbol	Conditions		Values	Unit
<b>Chip</b>				
$I_{T(AV)}$	sinus 180°	$T_c = 85\text{ °C}$	320	A
		$T_c = 100\text{ °C}$	241	A
$I_{TSM}$	10 ms	$T_j = 25\text{ °C}$	9500	A
		$T_j = 130\text{ °C}$	8200	A
$i^2t$	10 ms	$T_j = 25\text{ °C}$	451250	A <sup>2</sup> s
		$T_j = 130\text{ °C}$	336200	A <sup>2</sup> s
$V_{RSM}$			1700	V
$V_{RRM}$			1600	V
$V_{DRM}$			1600	V
$(di/dt)_{cr}$	$T_j = 130\text{ °C}$		130	A/μs
$(dv/dt)_{cr}$	$T_j = 130\text{ °C}$		1000	V/μs
$T_j$			-40 ... 130	°C

## YZPST Dual Thyristor Modules TYPE: SKKT323/16E



# YZPST – широкое портфолио SiC-компонентов



- Доступны SiC диоды на 600, 650, 1200, 1700 и 3300 вольт
- Доступны SiC MOSFET на 650, 1200, 1700В в самых популярных корпусах
- Широкая номенклатура SiC компонентов, сравнимая с Wolfspeed и Infineon
- Параметры не уступают компонентам западных брендов

Напряжение	Rds(on)	Доступные корпуса MOSFET
650 В	17 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	30 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	60 мОм	TO-263-7, TO-247-3, TO-247-4
	120 мОм	TO-263-7, TO-247-3
1200 В	16 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	25 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	40 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	80 мОм	TO-263-7, TO-247-3, TO-247-4
	160 мОм	TO-263-7, TO-247-3
	280 мОм	TO-263-7, TO-247-3
1700 В	45 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	80 мОм	TO-247-3, TO-247-4
	900-1000 мОм	TO-263-7, TO-247-3



## Fighting Guide по SiC MOSFET 16мОм и 1200В

	Wolfspeed 3 Gen	YZPST
	C3M0016120K	M1A016120L1
Vbrr	1200 V	1200 V
Id @ 25°C	115 A	115 A
Id @ 100°C	85 A	76 A
Rds(on) @ 25°C (typ)	16 mOhm	16 mOhm
Rds(on) @ 175°C (typ)	28.8 mOhm	28 mOhm
Qgate	211 nC	242 nC
Ciss @ 800V	6085 pF	4300 pF
Coss @ 800V	230 pF	236 pF
Eon @ 25°C	2,3 mJ	2,1 mJ
Eoff @ 25°C	0,6 mJ	1,6 mJ
Diode Vforward	4.6 V	4.5 V
Diode recovery Trr	30 ns	55 ns
Diode charge Qrr	1238 nC	278 nC
Total power Ptot @ 25°C	556 W	582 W

# Дискретные и силовые компоненты

## Предварительные итоги

- ★ Западные производители покинули российский рынок ЭК
- ★ Большой выбор предложений китайских аналогов
- ★ РТР замены
- ★ Объем китайского «дискретного» склада Компэл: > \$1,1М
- ★ Кросс-референс от Компэла: предложены замены для 70% хайраннеров
- ★ Сроки производства китайских производителей значительно ниже западных

**Спасибо за внимание**  
**感谢您的参与**  
愿原力与你同在