

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора - директор  
отделения НТЦ «Синтез»

\_\_\_\_\_ В.А. Беляков

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Техническое задание  
на поставку сырья, материалов и комплектующих изделий

Предмет закупки:  
Комплект полупроводниковых приборов и комплектующих для  
стенда термических испытаний коммутаторов

## СОДЕРЖАНИЕ

### РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Подраздел 1.1 Наименование

Подраздел 1.2 Сведения о новизне

Подраздел 1.3 Этапы разработки / изготовления

Подраздел 1.4 Документы для разработки / изготовления

Подраздел 1.5 Код ОКП

### РАЗДЕЛ 2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

### РАЗДЕЛ 3. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

### РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Подраздел 4.1 Технические, функциональные и качественные характеристики (потребительские свойства) товаров

Подраздел 4.2 Требования к надежности

Подраздел 4.3 Требования к составным частям, исходным и эксплуатационным материалам

Подраздел 4.4 Требования к маркировке

Подраздел 4.5 Требования к упаковке

### РАЗДЕЛ 5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРАВИЛАМ СДАЧИ И ПРИЕМКИ

Подраздел 5.1 Порядок сдачи и приемки

Подраздел 5.2 Требования по передаче заказчику технических и иных документов при поставке стандартного промышленного оборудования

### РАЗДЕЛ 6. ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ

### РАЗДЕЛ 7. ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ

### РАЗДЕЛ 8. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМУ И/ИЛИ СРОКУ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГАРАНТИЙ

### РАЗДЕЛ 9. ТРЕБОВАНИЯ К ОБСЛУЖИВАНИЮ

### РАЗДЕЛ 10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

### РАЗДЕЛ 11. ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

### РАЗДЕЛ 12. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ

### РАЗДЕЛ 13. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (ИНЫЕ) ТРЕБОВАНИЯ

### РАЗДЕЛ 14. ТРЕБОВАНИЯ К КОЛИЧЕСТВУ И СРОКУ (ПЕРИОДИЧНОСТИ) ПОСТАВКИ

### РАЗДЕЛ 15. ТРЕБОВАНИЕ К ФОРМЕ ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

### РАЗДЕЛ 16. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

### РАЗДЕЛ 17. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

### РАЗДЕЛ 18. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ОПЛАТЫ

### РАЗДЕЛ 19. ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНЫ

## РАЗДЕЛ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Подраздел 1.1 Наименование
Комплект полупроводниковых приборов и комплектующих для стенда термических испытаний коммутаторов
Подраздел 1.2 Сведения о новизне
Поставляемый товар должен быть новым (год выпуска товара не ранее 2015, товар не был в употреблении, в ремонте, в том числе не был восстановлен, не была осуществлена замена составных частей, не были восстановлены потребительские свойства), не являться выставочным образцом и быть свободным от прав третьих лиц.
Подраздел 1.3 Этапы разработки, изготовления
Работа выполняется в один этап.
Подраздел 1.4 Документы для изготовления
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Результаты численного моделирования переходного процесса в схеме с применением высоковольтной сильноточной диодной сборки (Приложение 1).</li><li>2. Рисунок - Габаритные и установочные размеры диодов Д253-4000-10 (Приложение 2).</li></ol>
Подраздел 1.5 Код ОКП
341711 – Диоды Д253-4000-10 (или аналог) – стандартное оборудование, изготавливаемое по ТУ 16-2006 ИЕАЛ.432000.056 341792 – Блок коммутатора БК1ТФИ-100000-3,0-Е (или аналог) 341792 – Блок коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е (или аналог) 341792 – Высоковольтные сильноточные диодные сборки БВ9Д-40000-20,0-Е (Блоки БВ9Д-40000-20,0-Е) (или аналог) 382299 – Автоматизированный пресс для монтажа сборок полупроводниковых ключей ПА-201 20 ТС (или аналог)

## РАЗДЕЛ 2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Диоды Д253-4000-10 предназначены для применения в составе выпрямительного узла стационарной силовой установки, используемой для испытаний электрофизического оборудования на воздействие больших постоянных токов величиной до 75 кА.
2. Блок коммутатора БК1ТФИ-100000-3,0-Е предназначен для применения в качестве коммутационного оборудования в силовых электрических цепях, предназначенных для проведения испытаний электрофизических аппаратов.
3. Блок коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е предназначен для применения в конструкциях испытательных импульсных стендов.
4. Высоковольтные сильноточные диодные сборки БВ9Д-40000-20,0-Е (Блоки БВ9Д-40000-20,0-Е) предназначены для использования в составе импульсного стенда для испытаний электрофизического оборудования в сильноточных кратковременных режимах.
5. Автоматизированный пресс ПА-201 20 ТС предназначен для монтажа сборок полупроводниковых ключей.

Вышеуказанные изделия предназначены для проведения испытаний оборудования поставляемого в ИТЭР. Изделия поставляются по заказу 2002

## РАЗДЕЛ 3. УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

При указанных далее условиях эксплуатации должно обеспечиваться надежное функционирование полупроводниковых приборов и комплектующих с техническими показателями, не отличающимися от заданных в настоящем техническом задании и технических требованиях.

### *Общие условия эксплуатации для всей закупаемой продукции*

- Рабочая температура, нижнее значение + 5°C
- Рабочая температура, верхнее значение + 40°C
- Температура хранения, нижнее значение - 25°C
- Температура хранения, верхнее значение + 65°C
- Влажность при температуре +35°C ≤ 95%

## РАЗДЕЛ 4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

### Подраздел 4.1 Технические, функциональные и качественные характеристики (потребительские свойства) товаров

#### Подраздел 4.1.1 Диод Д253-4000-10 (или аналог)

№ п/п	Наименование параметра	Значение										
1	Исполнение	таблеточное										
2	Максимальный допустимый средний прямой ток, А (при температуре корпуса 104°C)	4000										
3	Повторяющееся импульсное обратное напряжение, В	200 ÷ 1000										
4	Импульсное прямое напряжение, В	≤ 1,35										
5	Температура перехода, °С <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимально допустимая</li> <li>• минимально допустимая</li> </ul>	+ 190 - 60										
6	Повторяющийся импульсный обратный ток, мА (при температуре перехода 190 °С)	≤ 100										
7	Прямое падение напряжения, В, ( при амплитуде прямого тока 12560 А и температуре 25°C)	≤ 1,35										
8	Пороговое напряжение, В (при температуре перехода 190 °С)	≤ 0,82										
9	Динамическое сопротивление, мОм (при температуре перехода 190 °С)	≤ 0,037										
10	Тепловое сопротивление переход-корпус, °С/Вт	≤ 0,018										
11	Ударный прямой ток, кА <ul style="list-style-type: none"> <li>• при температуре перехода 190 °С</li> <li>• при температуре перехода (25±10) °</li> </ul>	65 71,5										
12	Рабочая температура окружающей среды, °С <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимально допустимая</li> <li>• минимально допустимая</li> </ul>	+ 55 - 60										
13	Температура хранения, °С <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимально допустимая</li> <li>• минимально допустимая</li> </ul>	+ 50 - 60										
14	Климатическое исполнение по ГОСТ 15150-69	УХЛ2										
15	Габаритные, установочные размеры	В строгом соответствии с рисунком Приложения 2										
16	Диоды должны быть сгруппированы в 17 комплектов по шесть диодов в каждом комплекте с подбором по прямому падению напряжения. Разброс прямых падений напряжений в каждом комплекте не должен превышать 10%.											
17	Габаритные и установочные размеры диодов Д253-4000-10 должны соответствовать Приложению 2 и не отличаться от указанных размеров более чем на 0,2 мм.											
18	Диоды должны соответствовать следующему режиму работы: <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 70%;">• Режим работы</td> <td style="text-align: right;">длительный</td> </tr> <tr> <td>• Средний выпрямленный ток в диоде</td> <td style="text-align: right;">2,5 кА</td> </tr> <tr> <td>• Амплитудное значение тока в диоде</td> <td style="text-align: right;">5 кА</td> </tr> <tr> <td>• Охлаждение</td> <td style="text-align: right;">водяное</td> </tr> <tr> <td>• Рабочее положение</td> <td style="text-align: right;">вертикальное или горизонтальное</td> </tr> </table>		• Режим работы	длительный	• Средний выпрямленный ток в диоде	2,5 кА	• Амплитудное значение тока в диоде	5 кА	• Охлаждение	водяное	• Рабочее положение	вертикальное или горизонтальное
• Режим работы	длительный											
• Средний выпрямленный ток в диоде	2,5 кА											
• Амплитудное значение тока в диоде	5 кА											
• Охлаждение	водяное											
• Рабочее положение	вертикальное или горизонтальное											

Подраздел 4.1.2 Блок коммутатора БК1ТФИ-100000-3,0-Е (или аналог)

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Номинальное постоянное напряжение, $V_D, V_R$ , кВ	3
2	Амплитуда импульса тока $I_{TRM}$ , кА	100
3	Длительность импульса тока (полуволна), $t_p$ , мс	0,7
4	Максимальная скорость нарастания тока при включении, $(di_T/dt)$ , А/мкс	$\leq 500$
5	Интеграл действия тока в импульсе, $i^2t$ , $A^2c$	$\leq 2,3 \times 10^6$
6	Класс изоляции относительно заземленной конструкции, $V_{isol}$ , кВ	5
7	Температура окружающей среды, °С: • максимально допустимая • минимально допустимая	+ 40 + 5
8	Температура хранения, °С: • максимально допустимая • минимально допустимая	+ 60 - 30
9	Вид охлаждения	воздушное естественное
10	Габаритные размеры, не более, мм	410×330×310
11	Масса, не более, кг	40
12	Блок коммутатора должен быть собран на импульсном фототиристоре ТФИ193-2500-42 (или аналогичном)	
13	Блок коммутатора должен быть снабжен снабберной RC-цепью для демпфирования перенапряжений при обратном восстановлении и 3-канальным драйвером для управления фототиристорами. Плата снаббера должна быть подключена параллельно каждому фототиристору.	
14	Блок коммутатора должен соответствовать следующему режиму работы:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Форма импульса тока разряда <span style="float: right;">½ волны синусоиды</span></li> <li>• Длительность импульса <span style="float: right;">0,7 мс</span></li> <li>• Номинальное напряжение <span style="float: right;">3 кВ</span></li> <li>• Амплитуда импульса тока <span style="float: right;">100 кА</span></li> <li>• Обратное напряжение на блоке коммутатора <span style="float: right;">4 кВ</span></li> <li>• Рабочее положение <span style="float: right;">вертикальное или горизонтальное</span></li> </ul>	

Подраздел 4.1.3 Блок коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Номинальное постоянное напряжение, $V_D, V_R$ , кВ	12
2	Амплитуда импульса тока $I_{TRM}$ , кА	100
3	Длительность импульса тока (полуволна), $t_p$ , мс	0,7
4	Максимальная скорость нарастания тока при включении, $(di_T/dt)$ , А/мкс	500
5	Интеграл действия тока в импульсе, $i^2t$ , $A^2c$	$2,3 \times 10^6$

6	Класс изоляции относительно заземленной конструкции, $V_{isol}$ , кВ	28
7	Температура окружающей среды, °С: <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимально допустимая</li> <li>• минимально допустимая</li> </ul>	+ 40 + 5
8	Температура хранения, °С: <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимально допустимая</li> <li>• минимально допустимая</li> </ul>	+ 60 - 30
9	Вид охлаждения	воздушное естественное
10	Габаритные размеры, не более, мм	640×330×310
11	Масса, не более, кг	65
12	Блок коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е должен быть собран на импульсных фототиристорах ТФИ193-2500-42 (или аналогичных)	
13	Блок коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е должен быть снабжен снабберными RC-цепями для демпфирования перенапряжений при обратном восстановлении, делителями напряжения для выравнивания напряжений на фототиристорах и 6-канальными драйверами для синхронного управления фототиристорами.	
14	Блок коммутатора БК1ТФИ-100000-3,0-Е должен соответствовать следующему режиму работы:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Форма импульса тока разряда</li> <li>• Длительность импульса</li> <li>• Номинальное напряжение</li> <li>• Амплитуда импульса тока</li> <li>• Обратное напряжение на блоке коммутатора</li> <li>• Рабочее положение</li> </ul>	$\frac{1}{2}$ волны синусоиды 0,7 мс 10 кВ 100 кА 12 кВ вертикальное или горизонтальное

**Подраздел 4.1.4 Высоковольтная сильноточная диодная сборка БВ9Д-40000-20,0-Е (Блок БВ9Д-40000-20,0-Е) (или аналог)**

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Ударный прямой ток, $I_{TRM}$ , кА, $t_p=10$ мс, $T_T=(25\pm 10)^\circ\text{C}$	45
2	Максимальное обратное постоянное напряжение, $V_{R(D)}$ , кВ	25
3	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, $(di_T/dt)_{crit}$ , А/мкс	$\leq 450$
4	Критическая скорость спада тока, $(-di_T/dt)_{crit}$ , А/мкс	$\leq 50$
5	Габаритные размеры, не более, мм	560×330×310
6	Масса, не более, кг	60
7	Режим работы диодной сборки - однократные импульсы с обратным восстановлением при приложении постоянного обратного напряжения 20 кВ.	
8	Диодная сборка должна быть снабжена снабберными RC цепями для демпфирования перенапряжений в режиме работы при обратном восстановлении и делителями напряжения для выравнивания обратных напряжений на диодах. Плата делителя напряжения должна состоять из соединенных последовательно резисторов и быть подключенной к каждому диоду в сборке. Плата снабберной цепи должна быть подключена параллельно каждому диоду.	
9	Диоды в сборках должны быть подобраны по заряду обратного восстановления. Разброс заряда обратного восстановления внутри одной сборки не должен превышать 10%.	

10	Диодные сборки должны быть рассчитаны на режим работы, приведенный в Приложении 1. (Приложение 1 - Результаты численного моделирования переходного процесса в схеме с применением высоковольтной сильноточной диодной сборки)	
11	Диодные сборки должны быть рассчитаны на следующий номинальный режим работы:	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Режим работы</li> <li>• Амплитудное значение тока в сборке</li> <li>• Максимальное обратное напряжение на сборке (DC) без учета перенапряжений при обратном восстановлении</li> <li>• Охлаждение</li> <li>• Частота следования импульсов</li> <li>• Рабочее положение</li> </ul>	<p>однократные импульсы с приложением постоянного обратного напряжения 20 кВ</p> <p>40 кА, 10 мс</p> <p>20 кВ</p> <p>естественное</p> <p>5 импульсов в час</p> <p>вертикальное или горизонтальное</p>

#### Подраздел 4.1.5 Автоматизированный пресс для монтажаборок полупроводниковых ключей ПА-201 20 ТС (или аналог)

1	Автоматизированный пресс должен обеспечивать групповое сжатие полупроводниковых приборов в высоковольтных столбах с максимальным усилием 100 кН
2	Должна быть предусмотрена возможность регулировки усилия сжатия в диапазоне от 0 до 100 кН с погрешностью не более 5 кН.
3	Пресс должен обеспечивать сжатия полупроводниковыхборок высотой до 1200 мм.
4	Максимальное нагнетаемое давление, не менее 150 кН
5	В комплект автоматизированного пресса должны входить: манометр, шланг подачи высокого давления, домкрат, клапана, оснастка для сжатия и разжатия силовыхборок, а также автоматизированный электрический привод.
6	Оснастка автоматизированного пресса должна комплектоваться стяжной плитой, посредством которой обеспечивается распределение усилия сжатия при сжатии и разжатии силовыхборок.

#### Подраздел 4.2 Требования к надежности

##### Подраздел 4.2.1 Требования к надежности диодов Д253-4000-10(или аналог)

Вероятность безотказной работы за время наработки 25000 часов	0,983
95-процентный ресурс при эксплуатации в режимах, допускаемых техническими условиями	100 000 часов
95-процентный срок службы при условии суммарной наработки не менее 100000	15 лет
95-процентный срок сохраняемости в упаковке предприятия-изготовителя	3 лет

##### Подраздел 4.2.2 Требования к надежности блока коммутатора БК1ТФИ-100000-3,0-Е

Суммарное время работы под действием напряжения	200000 часов
Количество импульсов коммутации тока амплитудой 100 кА, длительностью 700 мкс за время эксплуатации	10000
Срок службы блока коммутатора	20 лет
Сборки должны обеспечивать возможность многократного (10 раз) монтажа-демонтажа фототиристоров с сохранением характеристик, предъявляемых в технических требованиях.	

**Подраздел 4.2.3 Требования к надежности блока коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е (или аналог)**

Суммарное время работы под действием напряжения	200000 часов
Количество импульсов коммутации тока амплитудой 100 кА, длительностью 700 мкс за время эксплуатации	10000
Срок службы блока коммутатора	20 лет
Блок коммутатора должен быть работоспособен при воздействии радиационного фона: вид излучения – гамма-кванты; энергия кванта 6,5 МэВ; максимальная мощность излучения 0,01 Гр/ч; суммарная доза за период эксплуатации 47 Гр.	
Требования к устойчивости при климатических воздействиях	относительная влажность воздуха 95%

Блок коммутатора должен выдерживать синусоидальную вибрацию в диапазоне частот от 2 до 10 Гц с максимальной амплитудой ускорения перпендикулярно оси блока коммутатора 0,3 g и вдоль оси блока коммутатора 2,0 g.

Должна быть обеспечена возможность многократного (10 раз) монтажа-демонтажа полупроводниковых приборов в сборке с сохранением характеристик, предъявляемых в технических требованиях.

**Подраздел 4.2.4 Требования к надежности высоковольтных сильноточных диодных сборок БВ9Д-40000-20,0-Е (Блоков БВ9Д-40000-20,0-Е) (или аналог)**

Ресурс работы сборки – не менее 1000 импульсов в номинальном режиме работы.  
Срок службы диодной сборки – не менее 10 лет.  
Должна быть обеспечена возможность многократного (10 раз) монтажа-демонтажа полупроводниковых приборов в сборки с сохранением характеристик, предъявляемых в технических требованиях п.4.1.5.

**Подраздел 4.2.5 Требования к надежности автоматизированного прессы ПА-201 20 ТС (или аналог) для монтажа сборок полупроводниковых ключей**

Пресс должен обеспечивать возможность многократного (не менее 1000 раз) монтажа полупроводниковых приборов в сборки с сохранением характеристик, предъявляемых в технических требованиях п.4.1.6, в пределах гарантийного срока.

**Подраздел 4.3 Требования к составным частям, исходным и эксплуатационным материалам**

**Подраздел 4.3.1 Драйвер 6-канальный для блока коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е (или аналог)**

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Напряжение питания (150 мА DC), В	24
2	Вид запуска	Постоянный уровень 5 В, 2...20 мА
3	Количество каналов запуска	6
4	Тип инжекционного лазера	ИЛ-1М
5	Амплитуда импульсов выходного оптического излучения каждого канала, мВт	не менее 50
6	Длительность импульса выходного оптического излучения, мкс	10
7	Тип выходного оптического волокна	QQWF 205/230
8	Тип сигнала запуска: - оптический <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тип оптического кабеля</li> <li>• Установленный тип приёмника</li> <li>• Рекомендуемый тип внешнего передатчика (или)</li> </ul> - электронный: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уровень сигнала запуска, В</li> </ul>	HFBR SFH551/1-1V SFH756V  5 TTL логика запуск по спаду сигнала
9	Максимальный ток управления, мА	10
10	Контроль напряжения питания драйвера и режима работы драйвера	тип передатчика SFH756V оптический
11	Контроль состояния фототиристоров	тип приемника SFH551/1-1V тип передатчика SFH756V
12	Масса, кг	не более 2
13	Габаритные размеры, мм	270×230×36

**Подраздел 4.3.2 Драйвер для блока коммутатора  
БК1ТФИ-100000-3,0-Е (или аналог)**

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Напряжение питания (150 мА DC), В	24
2	Вид запуска	Постоянный уровень 5 В, 2...20 мА
3	Количество каналов запуска	3
4	Тип инжекционного лазера	ИЛ-1М
5	Амплитуда импульсов выходного оптического излучения канала, мВт	не менее 50
6	Длительность импульса выходного оптического излучения, мкс	10

7	Тип выходного оптического волокна	QQWF 205/230
8	Тип сигнала запуска: - оптический <ul style="list-style-type: none"> <li>• Тип оптического кабеля</li> <li>• Установленный тип приёмника</li> <li>• Рекомендуемый тип внешнего передатчика (или)</li> </ul> - электронный: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Уровень сигнала запуска, В</li> </ul>	HFBR SFH551/1-1V SFH756V  5 TTL логика запуск по спаду сигнала
9	Максимальный ток управления, мА	10
10	Контроль напряжения питания драйвера и режима работы драйвера	тип передатчика SFH756V оптический
11	Контроль состояния фототиристоров	тип приемника SFH551/1-1V тип передатчика SFH756V
12	Масса, кг	не более 2

**Подраздел 4.3.3 Фототиристор ТФИ193-2500-42 (или аналог) для блоков коммутаторов БК1ТФИ-100000-3,0-Е и БК6ТФИ-100000-12,0-Е**

№ п/п	Наименование параметра	Значение
1	Повторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и повторяющееся импульсное обратное напряжение, $V_{DRM}, V_{RRM}, В$	4200
2	Неповторяющееся импульсное напряжение в закрытом состоянии и неповторяющееся импульсное обратное напряжение, $V_{DSM}, V_{RSM}, В$	4300
3	Температура перехода, $T_j, ^\circ C$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• максимальная</li> <li>• минимальная</li> </ul>	+ 120 - 10
4	Повторяющийся импульсный ток в закрытом состоянии и повторяющийся импульсный обратный ток, $I_{DRM}, I_{RRM}, мА$ ( $T_j=120^\circ C$ )	$\leq 300$
5	Импульсное напряжение в открытом состоянии, $V_{TM}, В$ (при амплитуде импульсного тока $I_{TRM}=7850 А$ и температуре $25^\circ C$ )	$\leq 2,40$
6	Пороговое напряжение, $V_{T(ТО)}, В$ ( $T_j=120^\circ C$ )	$\leq 1,20$
7	Динамическое сопротивление, $r_T, мОм$ ( $T_j=120^\circ C$ )	$\leq 0,18$
8	Максимально-допустимый средний ток в открытом состоянии, $I_{T(AV)}, А$ <ul style="list-style-type: none"> <li>• при температуре корпуса <math>70^\circ C</math></li> <li>• при температуре корпуса <math>85^\circ C</math></li> </ul>	3020 2380
9	Амплитуда одиночного импульса тока в открытом состоянии, $I_{TRM}, кА$ $t_p=700 мкс, T_j=(25\pm 10)^\circ C$	100
10	Амплитуда ударного тока в открытом состоянии, $I_{TSM}, кА$	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>t_p=10</math> мс, <math>T_j=(25\pm 10)^\circ\text{C}</math></li> <li>• <math>t_p=10</math> мс, <math>T_j=120^\circ\text{C}</math></li> </ul>	55 50
11	Критическая скорость нарастания тока в открытом состоянии, $(di_T/dt)_{crit}$ , А/мкс $I_{TM}=4000$ А, $V_D=0,67V_{DRM}$ , $P_{LM}=40$ мВт, $T_j=120^\circ\text{C}$	2000
12	Критическая скорость нарастания напряжения в закрытом состоянии, $(dv_D/dt)_{crit}$ , В/мкс $V_D=0,67V_{DRM}$ , $T_j=120^\circ\text{C}$	1000
13	Минимальная оптическая мощность управления, $P_{LM}$ , мВт $V_D=100$ В, $T_j=(25\pm 10)^\circ\text{C}$	40
14	Время выключения, $t_g$ , мкс, (тип) $I_{TM}=2500$ А, $di_T/dt=-5$ А/мкс, $P_{LM}=40$ мВт, $V_D=0,67V_{DRM}$ , $dv_D/dt=20$ В/мкс, $T_j=120^\circ\text{C}$	630
15	Время включения, $t_{gt}$ , мкс $I_{TM}=2500$ А, $P_{LM}=40$ мВт, $V_D=0,5V_{DRM}$ , $t_r=0,5$ мкс, $T_j=(25\pm 10)^\circ\text{C}$	$\leq 15$
16	Время задержки включения, $t_{gd}$ , мкс $I_{TM}=2500$ А, $P_{LM}=40$ мВт, $V_D=0,5V_{DRM}$ , $t_r=0,5$ мкс, $T_j=(25\pm 10)^\circ\text{C}$	$\leq 5$
17	Заряд обратного восстановления, $Q_{RR}$ , мкКл $I_{TM}=2500$ А, $V_R=100$ В, $T_j=120^\circ\text{C}$ , при скорости спада тока $di_T/dt=-5$ А/мкс	$2800\pm 500$
18	Установившееся тепловое сопротивление «переход-корпус», $R_{th(j-c)}$ , $^\circ\text{C}/\text{Вт}$	0,0065

#### Подраздел 4.3.4 Плата снабберной цепи для блока коммутаторов БК1ТФИ-100000-3,0-Е (или аналог)

Плата снабберной цепи должна обеспечивать демпфирование напряжений, возникающих при обратном восстановлении фототиристора, до уровня допустимого обратного напряжения. Плата снабберной цепи фототиристора должна состоять из соединенных последовательно конденсаторов и резисторов.

#### Подраздел 4.3.5 Плата снабберной цепи для высоковольтной сильноточной диодной сборки БВ9Д-40000-20,0-Е (Блока БВ9Д-40000-20,0-Е) (или аналог)

Плата снабберной цепи должна обеспечивать демпфирование напряжений, возникающих при обратном восстановлении диода, до уровня допустимого обратного напряжения. Плата снабберной цепи диода должна состоять из соединенных последовательно конденсаторов и резисторов.

#### Подраздел 4.3.6 Плата делителя напряжения для высоковольтной сильноточной диодной сборки БВ9Д-40000-20,0-Е (Блока БВ9Д-40000-20,0-Е) (или аналог)

Плата делителя напряжения должна обеспечивать выравнивание обратных напряжений на последовательно соединенных диодах сборки.

#### Подраздел 4.4 Требования к маркировке

Маркировка изделия и упаковки должна позволять однозначно идентифицировать изделие на соответствие сертификата производителя.

#### Подраздел 4.5 Требования к упаковке

Упаковка должна обеспечивать полную сохранность оборудования на период его транспортировки с учетом перегрузок и длительного хранения.

### РАЗДЕЛ 5. ТРЕБОВАНИЯ ПО ПРАВИЛАМ СДАЧИ И ПРИЕМКИ

#### Подраздел 5.1 Порядок сдачи и приемки

В течение 7 дней со дня поставки изделий (подписания накладной по форме ТОРГ-12) службами заказчика будет осуществлена приемка товара.

Поставщик информирует Заказчика о готовности изделий к комплектованию в группы в соответствии с требованиями, указанными в п.15 подраздела 4.1.1 и п.8 подраздела 4.1.4. и согласовывает присутствие при этом технического специалиста со стороны Заказчика.

Приемка оборудования по количеству, качеству и комплектности осуществляется Заказчиком в порядке, определенном Инструкциями Госарбитража СССР «О порядке приемки продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления по количеству» № П-6 от 15.06.1965 г. и «О порядке приемки продукции производственно-технического назначения и товаров народного потребления по качеству» № П-7 от 25.04.1966 г. с последующими изменениями и дополнениями к ним, в части, не противоречащей нормам ГК РФ.

#### Подраздел 5.2 Требования по передаче заказчику технических и иных документов при поставке товаров

Изделия должны быть обеспечены комплектом документации, включающим накладные ТОРГ-12, счет-фактуру, руководство по эксплуатации, сертификаты соответствия (качества), выданные производителем, в том числе гарантийные обязательства.

## РАЗДЕЛ 6. ТРЕБОВАНИЯ К ТРАНСПОРТИРОВАНИЮ

Повреждение продукции при транспортировке не допускается.

Транспортировка допускается в транспортной таре предприятия-изготовителя всеми видами транспорта в крытых транспортных средствах.

Транспортирование самолётом допускается в отапливаемых герметизированных отсеках.

## РАЗДЕЛ 7. ТРЕБОВАНИЯ К ХРАНЕНИЮ

Упаковка должна обеспечивать полную сохранность оборудования на период его хранения в крытых неотапливаемых помещениях.

## РАЗДЕЛ 8. ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМУ И/ЛИ СРОКУ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ГАРАНТИЙ

Гарантия на поставляемое оборудование должна быть не менее 12 месяцев с момента подписания накладной ТОРГ-12.

В течение гарантийного срока Поставщик осуществляет за свой счет в согласованные с Заказчиком сроки, но не более одного календарного месяца, ремонт или замену Оборудования, имеющего дефекты или вышедшего из строя по вине Поставщика.

## РАЗДЕЛ 9. ТРЕБОВАНИЯ К ОБСЛУЖИВАНИЮ

Не предъявляются.

## РАЗДЕЛ 10. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Не предъявляются

## РАЗДЕЛ 11. ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ

Не предъявляются

## РАЗДЕЛ 12. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ

Вместе с товаром должен поставляться сертификат соответствия (качества) выданный производителем, на соответствие настоящему техническому заданию.

## РАЗДЕЛ 13. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ (ИНЫЕ) ТРЕБОВАНИЯ

Не предъявляются

## РАЗДЕЛ 14. ТРЕБОВАНИЯ К КОЛИЧЕСТВУ И СРОКУ (ПЕРИОДИЧНОСТИ) ПОСТАВКИ

Поставка Оборудования производится в течение 6 недель с момента вступления договора в силу, в следующей комплектности:

- 1) Диод Д253-4000-10 (или аналог) – 102 шт.;
- 2) Блок коммутатора БК1ТФИ-100000-3,0-Е (с оптическим адаптером, оптоволоконным кабелем, драйвером 3-канальным, платой снабберных цепей, токоподводящими шинами) – 3 шт.;
- 3) Блок коммутатора БК6ТФИ-100000-12,0-Е (с оптическими адаптерами, оптоволоконными кабелями, драйвером 6-канальным, платами снабберных цепей, токоподводящими шинами) – 1 шт.;
- 4) Высоковольтная сильноточная диодная сборка БВ9Д-40000-20,0-Е (с платами снабберных цепей, платами делителя напряжения)-(Блок БВ9Д-40000-20,0-Е) – 2 шт.;
- 5) Автоматизированный пресс ПА-201 20ТС для монтажа сборок полупроводниковых ключей – 1 шт.

## РАЗДЕЛ 15. ТРЕБОВАНИЕ К ФОРМЕ ПРЕДСТАВЛЯЕМОЙ ИНФОРМАЦИИ

Комплект документов, поставляемый с товаром, должен быть представлен на бумажном носителе.

## РАЗДЕЛ 16. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

№ п/п	Сокращение	Расшифровка сокращения
1	ВАХ	Вольт – амперная характеристика
2	ИТЭР	Международный экспериментальный термоядерный реактор

## РАЗДЕЛ 17. ПЕРЕЧЕНЬ ПРИЛОЖЕНИЙ

№ п/п	Наименование приложения
1	Результаты численного моделирования переходного процесса в схеме с применением высоковольтной сильноточной диодной сборки (Приложение 1).
2	Рисунок - Габаритные и установочные размеры диодов Д253-4000-10 (Приложение 2).

## РАЗДЕЛ 18. ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ ОПЛАТЫ

100% в течение 10 (десяти) банковских дней после подписания накладной Торг-12.

## РАЗДЕЛ 19. ПОРЯДОК ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕНЫ

В общую сумму договора должны входить: НДС, доставка до: АО «НИИЭФА», 196641, Санкт-Петербург, п. Металлострой, дорога на Металлострой д.3, , расходы на перевозку, страхование, упаковку, экспедирование, полный комплект тех. документации, уплаты таможенных пошлин, налогов.

Начальник отдела комплектующих изделий:  /Селянкин Р. Ю./

Технический эксперт  /Еникеев Р. Ш./

Начальник НИТЛНБ «Синтез»  /Чайка П. Ю./

19.08.15

## Приложение 1

### Результаты численного моделирования переходного процесса в схеме с применением высоковольтной сильноточной диодной сборки БВ9Д-40000-20,0-Е (Блока БВ9Д-40000-20,0-Е)

Краткое описание принципа действия испытательного стенда с применением высоковольтной сильноточной диодной сборки. Блок накопительных конденсаторов  $C1$  заряжается до требуемого напряжения (0,5 – 2,5 кВ) и разряжается на индуктивность  $L$ , кроубарный диод и замкнутый управляемый размыкатель  $PВ$ . После максимума тока и при достижении током в индуктивности требуемого значения (не более 35 кА) поступает сигнал на размыкание  $PВ$  и ток коммутируется в цепь предохранителя  $PR$  за время 100 мкс. При достижении током в предохранителе порогового значения интеграла действия предохранитель размыкается за время порядка 0,5-1мс, и ток переходит в нагрузку, представляющую собой высоковольтную  $RC$  цепь. Конденсатор  $RC$  цепи заряжается до требуемого напряжения (20 кВ), после чего это напряжение прикладывается к сработавшему предохранителю  $PR$  с целью проверки его послекоммутационной электрической прочности. Закупаемая высоковольтная диодная сборка служит отсекающим элементом, препятствующим разряду конденсатора нагрузки на ключ  $PВ$  и блок накопительных конденсаторов  $C1$ . Сопротивление  $R1$  требуется для поддержания горения игнитронных разрядников  $ID$ .

На рисунке изображена эквивалентная электрическая схема для испытания предохранителя. Размыкание предохранителя  $PR$  симитировано с помощью источника тока и набора ключей таким образом, чтобы спад тока  $I_{PR}$  осуществлялся за 1 мс. Размыкающий ключ  $PВ$  предназначен для регулирования амплитуды тока в предохранителе.

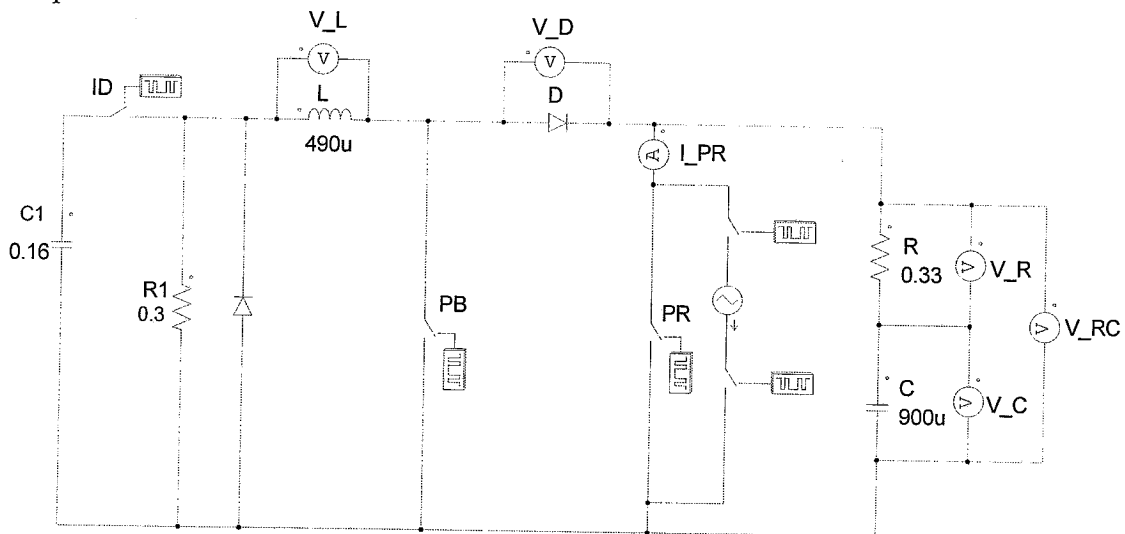
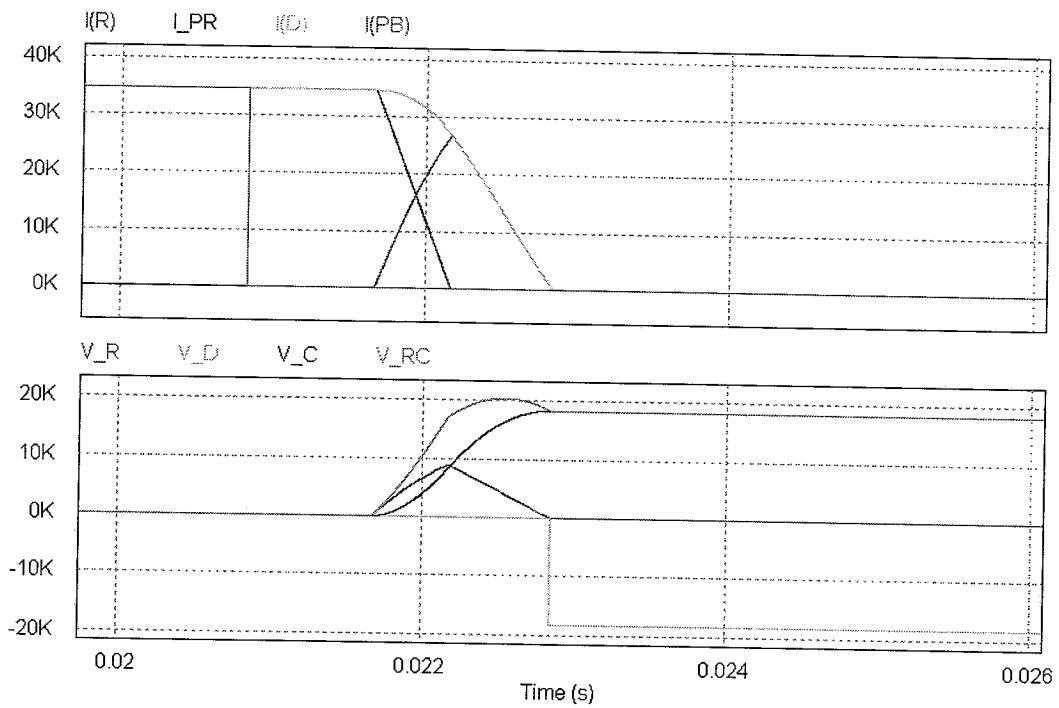
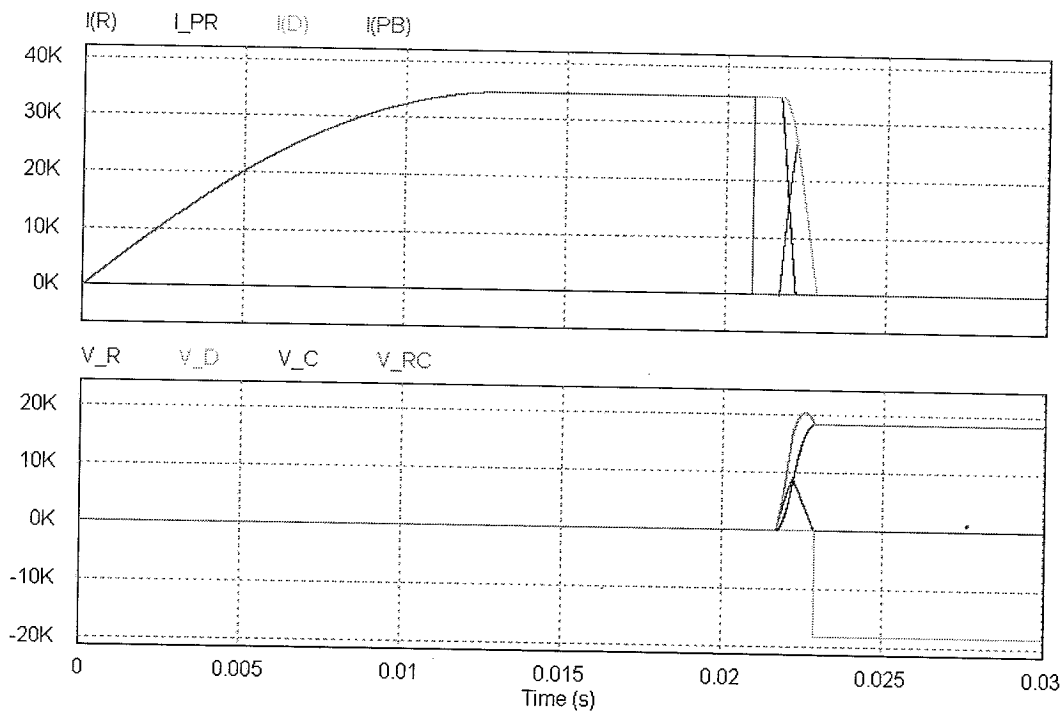


Рисунок 1. Электрическая схема экспериментального стенда, где:  $PR$  – испытываемый предохранитель;  $C1=0,16$  Ф – емкость конденсаторной батареи;  $ID$  – игнитронный разрядник;  $PВ$  – взрывной размыкатель;  $L = 490$  мкГн – накопительная индуктивность;  $R1=0,3$  Ом – сопротивление резистора в цепи запуска  $ID$ ;  $R=0,33$  Ом – сопротивление нагрузки;  $C$  – емкость нагрузки;  $D$  – отсекающая диодная сборка.

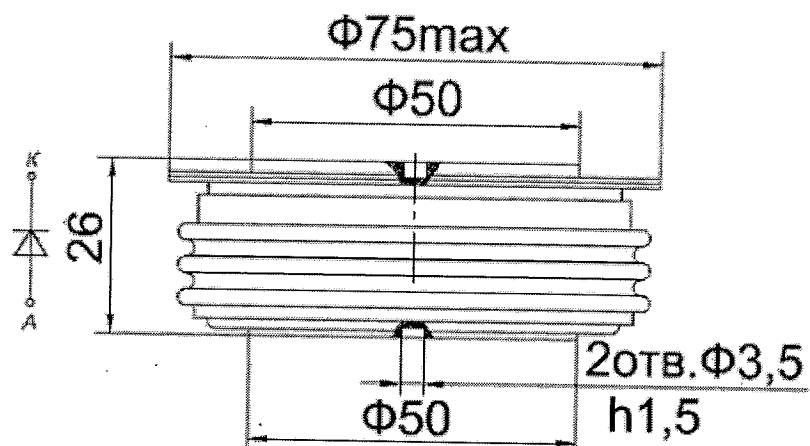
Обратное напряжение отсекающей диодной сборки после срабатывания предохранителя составляет 18 кВ

# Результаты численного моделирования



## Приложение 2

### Габаритные и установочные размеры диодов Д253-4000-10



Габаритные и установочные размеры диодов Д253-4000-10