

# **СПРАВОЧНИК**

---

**М.Л. Бараночников**

# **ПРИЕМНИКИ И ДЕТЕКТОРЫ ИЗЛУЧЕНИЙ**

**Электронная версия**

**г. Москва, 2017 г.**

**Бараночников М. Л.**

Приемники и детекторы излучений. Справочник. – М.: 2017. – 1041 с., табл. 610, ил. 1870.

Электронная версия. Формат PDF, А4, альбомный.

Справочник является второй дополненной редакцией книги “Приемники и детекторы излучений”, которая вышла из печати ДМК Пресс в 2012 году.

В настоящем справочнике содержатся сведения о приемниках ионизирующего излучения (счетчиках Гейгера, сцинтилляторах, детекторах альфа-, бета-, гамма-, и нейтронного излучений), а также о широкой номенклатуре фоточувствительных приборов — фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов, фотоприемных устройств, фотоэлементов и фотоумножителей, передающих телевизионных трубок (диссекторов, суперортиконов, видиконов), электронно-оптических преобразователей, болометров, пироэлектрических приемников излучения и тепловых приемных устройств. Всего, более 3200 наименований приборов.

Для инженерно-технических работников, молодых специалистов, студентов ВУЗов и радиолюбителей, занятых разработкой и эксплуатацией аппаратуры, использующей приемники и детекторы излучений.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но, поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим автор не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

Все права защищены “Законом РФ об авторском праве и смежных правах” Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы, то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

## Предисловие ко второму изданию

Первое издание Справочника “Приемники и детекторы излучений” вышло из печати ДМК Пресс в августе 2012 года.

За прошедшее время в открытых источниках появилась новая информация о приборах отечественного производства. В тексте книги выявились опечатки и неточности. Поступили замечания и дополнения читателей, которые автор с благодарностью принимает.

Анализ поступившей информации показывает, что особых революционных инноваций в сфере разработки изделий, опубликованных в книге не произошло. Фундаментальные методы и подходы к их созданию практически не изменились. Остались прежними и основные тенденции в развитии данного направления техники.

Из наиболее важных достижений специальной отечественной микроэлектроники в России можно отметить довольно интенсивное развитие разработки и производства электронно-оптических преобразователей.

Значительно расширились сферы применения приемников оптического и детекторов ионизирующего излучений в различных областях народного хозяйства, в том числе в медицинском оборудовании и военной технике. Но отставание предприятий СНГ от зарубежных производителей, как по номенклатуре, так и по качеству изделий все еще существенно.

Для качественного «скачка» в развитии данного направления техники необходимо внедрение новых технологий в создание и производство изделий, что всегда связано с необходимостью существенного технического переоснащения производства, но очевидно пока затрудняется некоторыми объективными условиями.

«Бумажное» издание Справочника вышло ограниченным тиражом, всего 200 экз. Однако всего через неделю копии книги появились в интернете, и не только на сайте Издателя, но на множестве других сайтов - для платного и бесплатного скачивания. Отдельные главы, и целые разделы Справочника публикуются в интернете, также без ссылки на автора.

Сколько было, и каких тиражей, автору неизвестно, но объявления о продаже книги публикуются до сих пор.

Учитывая сложившуюся ситуацию в 2013 году с разрешения автора, электронные копии Справочника были размещены на сайте журнала «Радиолобитель» [www.radioliga.com](http://www.radioliga.com), а в 2014 году на сайте «Публичная Библиотека» (Электронные книжные полки Вадима Ершова и К°), [www.publ.lib.ru](http://www.publ.lib.ru).

В создавшихся условиях смысл издания книги в печатном формате практически отпадает. Наиболее оптимальным, по всей вероятности, является выпуск дополненной редакции Справочника в электронном формате.

Электронная редакция Справочника существенно дополнена. Появилось несколько новых глав, появились сведения о порядке 500 новых наименований приборов. Благодаря помощи читателей стало возможным дополнение книги иллюстративным материалом.

Новые материалы отмечены индексом «д».

Верстка электронной редакции Справочника выполнена в свободном стиле, т.е. она не оптимизирована по объему. Что дает возможность оперативного исправления выявленных неточностей и ошибок, а также оперативного пополнения его новыми материалами.

Материал книги разбит на три отдельных части с общими введением и предисловиями. Содержание и алфавитный Перечень элементов - для каждой части свои.

Автор, 2017 г

### Предисловие

В последнее десятилетие в мире наблюдается тенденция к расширению сфер применения различных электронных и полупроводниковых приборов в таких отраслях научно-технической и производственной деятельности, как экология, энергосбережение, системы безопасности и предупреждения, цифровая связь, медицинское приборостроение и т.п.

Значительное место в создании оборудования и систем, используемых в перечисленных отраслях, находят приемники оптического и детекторы ионизирующего излучения, справочная информация о которых необходима разработчикам соответствующего оборудования и аппаратуры.

Первая попытка создания справочника по приемникам оптического излучения была предпринята М.Д. Аксененко и автором данного издания в конце прошлого века. В 1987 году в издательстве «Радио и связь» тиражом 30 тыс. экз. был выпущен «Справочник по приемникам оптического излучения», содержащий сведения о более чем 500 приборах. К 1990 году авторами была практически подготовлена следующая редакция справочника. Но, в связи с безвременным уходом из жизни М.Д. Аксененко, эта редакция не вышла из печати.

В последующие годы было несколько попыток различных авторов по составлению справочников подобного рода. Наиболее удачной можно считать 5-ти томное издание А.М. Юшина по общим названием «Справочник. Оптоэлектронные приборы и их зарубежные аналоги.», в которую вошли, в том числе, и сведения о приборах, включенных в «Справочник по приемникам оптического излучения, 1987 г.». Однако, сведения по фотоприемникам расположены в разных томах, что предоставляет определенные неудобства при использовании материала.

В настоящий справочник включены сведения о более чем 2500 наименований фотоприемников и детекторов излучения общегражданского назначения, которые разрабатывались и выпускались в СССР и СНГ в последние полвека. В настоящую редакцию также внесены сведения и о приборах, рассмотренных в справочнике 1987 года.

При составлении справочника использованы сведения из открытых и доступных автору источников информации, в том числе, нормативно-технической документации, научно-технической литературы, информационных листов, рекламных материалов, публикаций в Интернете и т.п.

В настоящем справочнике содержатся сведения о приемниках ионизирующего излучения (счетчиках Гейгера, сцинтилляторах, детекторах альфа-, бета-, гамма-, и нейтронного излучения), а также о широкой номенклатуре фоточувствительных приборов — фоторезисторов, фотодиодов, фототранзисторов, фототиристоров, фотоприемных устройств, фотоэлементов и фотоумножителей, передающих телевизионных трубок (диссекторов, суперортиконов, видиконов), ЭОПов, болометров, пироэлектрических приемников излучения и тепловых приемных устройств (ТПУ).

В отличие от предыдущего издания из справочника исключены сведения общего характера, что дало возможность поместить данные о более широкой номенклатуре приборов, поскольку концентрация справочных данных в одной книге является целесообразной и оправданной. Предполагается, что читатель знаком с принципом действия приборов и с используемой терминологией.

Основные параметры приборов представлены в форме таблиц, содержащих важнейшие параметры, которые приведены для нормальной температуры окружающей среды ( $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ). Для большинства приборов приводятся рисунки внешнего вида, спектральные характеристики и назначение выводов.

Размещенные в настоящем справочнике сведения, будут полезны инженерно-техническим работникам, молодым специалистам и радиолюбителям, занятым разработкой и эксплуатацией аппаратуры, использующей приемники и детекторы излучения.

Автор

## Введение

Детекторы и приемники обеспечивают регистрацию широкого спектра электромагнитного излучения, которую принято делить на несколько частей. Условное деление электромагнитного спектра на диапазоны приведено на рис. В1.



Рис. В1. Условное деление электромагнитного спектра на диапазоны.

Регистрация указанных диапазонов электромагнитного спектра обеспечивается широкой номенклатурой детекторов и приемников, которая составляет сотни наименований и неуклонно расширяется. Благодаря успехам современной технологии традиционные дискретные детекторы и приемники превратились в сложные электронные приборы: модули и блоки детектирования, фотоприемные (ФПУ) и тепловые устройства (ТПУ), формирователи видеосигналов и т.п.

Автор настоящей редакции справочника ставил перед собой задачу показать не только разнообразие технических решений, но и эволюцию развития приемников и детекторов излучений. А потому, в справочник помещены сведения о детекторах и приемниках излучений, выпускавшихся в СССР и СНГ за последние 50-60 лет. В него также помещены сведения и о приборах, которые никогда не выпускались «массовым тиражом». У некоторых приборов нет официального наименования, есть только условные названия.

В СССР и СНГ разработкой и производством детекторов и приемников излучений занималось несколько организаций и предприятий, зачастую, принадлежавших к различным ведомствам. В связи, с чем квалификационные параметры приборов, термины и форма изложения «рекламных» и справочных материалов могли отличаться друг от друга. Основная задача книги сводилась к тому, чтобы свести накопленную информацию к форме, доступной для понимания подготовленным читателем.

В справочнике принята табличная форма представления параметров. Объем информации по каждому прибору определялся доступной информацией от производителя продукции. Параметры некоторых изделий приводятся в редакции производителя. Для большинства приборов приводятся рисунки внешнего вида и габаритно присоединительные размеры, но для некоторых приборов рисунки внешнего вида отсутствуют, на другие имеются только фотографии. Конструкция однотипных приборов могут быть представлены в нескольких вариантах.

В настоящий справочник включены сведения о более чем 2500 наименований детекторов и приемников общегражданского назначения, охватывающих диапазон электромагнитного спектра от гамма-излучения - до дальнего ИК (теплового).

Справочник состоит из трех самостоятельных частей, каждая из которых объединяет приборы соответствующего функционального назначения.

Часть первая. Посвящается детекторам и счетчикам ионизирующего излучений. В этой главе рассмотрены газоразрядные, сцинтилляционные, полупроводниковые, алмазные и фотодиодные детекторы излучений, а также блоки детектирования на их основе,

Часть вторая. Посвящается полупроводниковым и пирозлектрическим приемникам оптического и теплового излучения. В ней приводятся сведения о фотоприемниках ультрафиолетового и инфракрасного излучений (фоторезисторах и фотодиодах, фототранзисторах и фототиристорах), а также фотоприемных устройствах на их основе. Значительное внимание уделяется фотоприёмникам для ВОЛС и приборам на основе зарядовой связи (ФПЗС). Представлены сведения о тепловых приемниках и ТПУ. Рассмотрены принципы охлаждения чувствительных элементов.

Часть третья. Посвящается фотоэлектронным приемникам оптического излучения. В ней приводятся основные параметры вакуумных фотоэлементов, фотоумножителей, вторично-электронных умножителей, видиконов, диссекторов, суперортиконов и электронно-оптических преобразователей.

**Настоящий справочник не является официальным документом, т.к. сведения о параметрах многих изделий, приведенные в книге, получены путем обобщения и экстраполяции значительного массива данных, полученных из различных открытых источников. Эти данные могут служить только для ориентировочной оценки соответствующих параметров изделий до появления у пользователя более достоверных сведений, т.е. нормативных документов изготовителей продукции.**

# **ЧАСТЬ ПЕРВАЯ ДЕТЕКТОРЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ**

## ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ДЕТЕКТОРЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Детекторы ионизирующих излучений это, приборы, предназначенны для регистрации альфа- и бета-частиц, рентгеновского и гамма-излучения, нейтронов, протонов и т.п. Они преобразуют энергию ионизирующего излучения в электрический сигнал. Эти приборы служат для определения состава излучения и измерения его интенсивности, а также измерения спектра энергий частиц, изучения процессов взаимодействия быстрых частиц с атомными ядрами и процессов распада нестабильных частиц и т.д.

Детекторы ионизирующего излучения используются: в составе аппаратуры контроля в атомной энергетике, производстве радиоактивных материалов, в системах экологического контроля и системах контроля за хранением и перемещением ядерных материалов, в металлургической, химической промышленности, в экологии, промышленной дефектоскопии и медицинской диагностике, в научной аппаратуре и экспериментальной физике для структурного и спектрального анализа веществ и процессов.

Детекторы ионизирующих излучений также используются в рентгеновских дифрактометрах, в системах безопасности и охраны различных объектов и т.д.

Физических явлений, позволяющих регистрировать ионизирующее излучение, не так уж много. Тем не менее, к настоящему времени создано множество приборов различных типов, а разработка новых детекторов, регистрирующей аппаратуры и методов обработки экспериментальных данных, по-прежнему, остается актуальной задачей.

Наиболее известными и широко используемыми детекторами ионизирующего излучения являются: газоразрядные и полупроводниковые детекторы, а также кристаллические и сцинтилляционные детекторы. Направления основной специализации детекторов приведены в табл.1д, составленной проф. Давыдовым А.В.

**Таблица 1д.** Направления основной специализации детекторов.

| Тип детектора.                                       | Вид регистрируемого излучения |         |          |   | Спектральный анализ |         |          |   |
|------------------------------------------------------|-------------------------------|---------|----------|---|---------------------|---------|----------|---|
|                                                      | $\alpha$                      | $\beta$ | $\gamma$ | n | $\alpha$            | $\beta$ | $\gamma$ | n |
| Камеры интегральные газовые ионизационные            | +                             | +       | +        | + | -                   | -       | -        | - |
| Камеры импульсные газовые ионизационные              | +                             | +       | +        | + | +                   | +       | -        | + |
| Счетчики пропорциональные газовые ионизационные      | +                             | +       | +        | + | -                   | +       | +        | + |
| Счетчики Гейгера-Мюллера газовые ионизационные       | +                             | +       | +        | - | -                   | -       | -        | - |
| Полупроводниковые p-n, твердотельные ионизационные   | +                             | -       | -        | + | +                   | -       | -        | - |
| Полупроводниковые p-i-n, твердотельные ионизационные | +                             | +       | +        | + | +                   | +       | +        | + |
| Кристаллические алмазные                             | +                             | +       | +        | + | +                   |         |          | + |
| Сцинтилляционные газовые                             | +                             | +       | -        | + | +                   | +       | -        | + |
| Сцинтилляционные жидкостные                          | -                             | +       | +        | + | -                   | +       | +        | - |
| Сцинтилляционные неорганические твердотельные        | +                             | +       | +        | + | +                   | +       | +        | + |
| Сцинтилляционные органические твердотельные          | +                             | +       | +        | + | +                   | +       | +        | + |
| Сцинтилляционные пластмассовые твердотельные         | +                             | +       | +        | + | -                   | -       | -        | - |
| Сцинтилляционные дисперсные твердотельные.           | +                             | +       | -        | + | -                   | -       | -        | - |

## Содержание I части Справочника

|                                                                                                                                                                                                                                                               |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Предисловие ко второму изданию .....                                                                                                                                                                                                                          | 3         |
| Предисловие .....                                                                                                                                                                                                                                             | 4         |
| Введение .....                                                                                                                                                                                                                                                | 5         |
| <b>ЧАСТЬ ПЕРВАЯ. ДЕТЕКТОРЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ .....</b>                                                                                                                                                                                                  | <b>7</b>  |
| <b>Глава 1.1. Газоразрядные детекторы ионизирующих излучений .....</b>                                                                                                                                                                                        | <b>14</b> |
| 1.1.1д. Конструктивное оформление газоразрядных детекторов .....                                                                                                                                                                                              | 16        |
| 1.1.3д. Типовые схемы включения газоразрядных детекторов .....                                                                                                                                                                                                | 19        |
| 1.1.4д. Условные обозначения газоразрядных детекторов .....                                                                                                                                                                                                   | 21        |
| <b>1.1.1. Детекторы и счетчики альфа-излучения .....</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>22</b> |
| 1.1.1.1. Детекторы и счетчики альфа-излучения САТ-3, САТ-4, САТ-5, САТ-7, САТ-8, САТ-9, САТ-10, САТ-11, СИ-9А .....                                                                                                                                           | 22        |
| <b>1.1.2. Детекторы и счетчики бета-излучения .....</b>                                                                                                                                                                                                       | <b>25</b> |
| 1.1.2.1. Детекторы и счетчики бета-излучения АС-1, АС-2, СБМ-7, СБМ-8, СБМ-9, СБМ-10, СБМ-11, СБМ-12, СБМ-13, СБМ-14, СБМ-15, СБМ-19, СБМ-20 .....                                                                                                            | 25        |
| 1.1.2.2. Детекторы и счетчики бета-излучения СБМ-20U, СБМ-21, СБМ-24БГ, СБМ-28БГ, СБМ-29БГ, СБМ-30, СБМ-31, СБМ-32, СБМ-32К, СБС-1, СБС-2, СБС-3, СБС-4, СБС-5, СБТ-7, СБТ-9, СБТ-10, СБТ-10А, СБТ-11, СБТ-11А, СБТ-13, СБТ-14. ....                          | 28        |
| 1.1.2.3. Детекторы и счетчики бета-излучения СБТ-15, СБТ-16, СБТ-17, СИ-2Б (ПСТ-40), СИ-3Б, СИ-5Б, СИ-6Б, СИ-7Б, СИ-8Б, СИ-8БМ, СИ-9БГ, СИ-12БГ, СИ-13Б, СИ-14Б .....                                                                                         | 32        |
| 1.1.2.4. Детекторы и счетчики бета-излучения СИ-15 БГ, СИ-19БГ, СИ-23БГ, СИ-24БГ, СИ-25БГ, СИ-26БГ, СИ-28БГ1, СИ-28БГ2, СИ-29БГ, МСТ-17, МСТ-18 (СИ-3Б), СИ-1 ГИП, СТС-5, СТС-6, Т-25БФЛ .....                                                                | 35        |
| 1.1.2.5д. Детекторы и счетчики $\alpha, \beta, \gamma$ -излучений Бета-1, Бета-1-1, Бета-2, Бета-2-1, Бета-6, Бета 6-1, Бета 7-1 .....                                                                                                                        | 38        |
| 1.1.2.6д. Детекторы и счетчики $\beta, \gamma$ -излучений: Бета-5, Бета-5-1, Бета-5Ц, СИ8Б, СИ8Б-1 .....                                                                                                                                                      | 40        |
| <b>1.1.3. Детекторы и счетчики гамма-излучения .....</b>                                                                                                                                                                                                      | <b>41</b> |
| 1.1.3.1. Детекторы и счетчики гамма-излучения ВС-4, ВС-6, ВС-8, ВС-9, ВС-9Т, СИ-4Г, ВС-11, ВС-13, ВС-14, ВС-16, ГС-4, ГС-6, ГС-7, ГС-8, ГС-9, ГС-10, ГС-11, ГС-12, МС-4, МС-6, МС-7, МС-8, МС-9, МС-11, МС-12, МС-13, МС-14, МС-16, СГС-3, СГС-4, СГС-5 ..... | 41        |
| 1.1.3.2. Детекторы и счетчики гамма-излучения СГС-6, СИ-1Г, СИ-1 ГИП, СИ-4Г, СИ-5Г, СИ-6Г, СИ-7Г, СИ-8Г, СИ-10Г, СИ-11Г, СИ-12Г, СИ-13Г, СИ-14Г, СИ-19Г, СИ-20Г, СИ-21Г, СИ-22Г, СИ-22ГУ, СИ-23Г .....                                                        | 46        |
| 1.1.3.3. Детекторы и счетчики гамма-излучения СИ-24Г, СИ-25Г, СИ-31Г, СИ-33Г, СИ-34Г, СИ-37Г, СИ-38Г, СИ-39Г, СИ-40Г, ЛТС-1, СИ-1БГ, СИ-2БГ, СИ-3БГ, СИ-10БГ, СИ-11БГ, СИ-21БГ, СИ-22БГ, СТС-1, СТС-2, СТС-3, СТС-8, СГМ11, СГМ18, СГМ19 .....                | 49        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1.1.3.4д.</b> Детекторы и счетчики гамма-излучения Бета-1М, Бета-1М-1, Бета-2М, Бета-2М-1, Бета-5М, Бета-5М-1, Бета-6М, Бета-6М-1, Бета-7-1, Бета-7М-1 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 55 |
| <b>1.1.3.5д.</b> Детекторы и счетчики гамма-излучения Гамма-1-1, Гамма-2-1, Гамма-3-1, Гамма-4, Гамма-5, Гамма-6, Гамма-6-1, Гамма-7, Гамма-7Ц, Гамма-8, Гамма-8Ц, Гамма-9/13, Гамма-9/18, Гамма-10, Гамма-11, Гамма-11Ц, Гамма-12, Гамма-13 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 57 |
| <b>1.1.4. Детекторы нейтронов .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 59 |
| <b>1.1.4.1.</b> Детекторы нейтронов СИ-10Н, СИ-13Н, СИ-19Н, СНМ-3, СНМ-5, СНМО-5, СНМ-8, СНМ-9, СНМ-10, СНМ-11, СНМ-12, СНМ-13, СНМ-14, СНМ-15, СНМ-16, СНМ-17 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 59 |
| <b>1.1.4.2.</b> Детекторы нейтронов СНМ-18, СНМ-18-1, СНМ-19, СНМ-20, СНМ-32, СНМ-33, СНМ-42, СНМ-50, СНМ-51, СНМ-52, СНМ-53, СНМ-55, СНМ-56, СНМ-57, СНМ-58, СНМ-59, СНМ-60, СНМ-61, СНМ-66, СНМ-66-2, СНМ-66-3, СНМ-67, СНМ-68, СНМ-72, СНМ-73, СНМ-76, СНМ-76-1, СНМ-77, СНМ-79, СНМ-80, СН-01, СН-03, СН-04 .....                                                                                                                                                                                                                               | 63 |
| <b>1.1.4.3д.</b> Счетчики нейтронов пропорциональные Гелий-13/120-8,0/ОЦ, Гелий-13/180-6,3Л, Гелий-18/80-3,0/Л, Гелий-18/100-3,0/БЦ, Гелий-18/140-2,8/БЦ (Гелий-4/2,8), Гелий-18/140-8,0/БЦ (Гелий-4), Гелий-18/180-8,0/БЦ (Гелий-4-1), Гелий-18/190-8,0/ОЦ, Гелий-30/150-5,0/ОЦ, Гелий-30/220-4,25/Л, Гелий-30/250-3,0/БЦ, Гелий-30/330-5,0/Л, Гелий-30/360-4,0/БЦ, Гелий-30/530-4,0/БЦ(Гелий-2-1), Гелий-30/1020-2,75/ЛЦ, Гелий-30/1030-4,0/БЦ (Гелий-2), Гелий-50/430-3,25/К .....                                                               | 67 |
| <b>1.1.4.4д.</b> Счетчики медленных нейтронов СНК-18/120-9,0/ОМ, СНК-18/130-5,0/Л, СНК-18/210-9,0/ОМ, СНК-25/80-5,0/Л, СНК-25/160-5,0/Л, СНК-30/120-4,6/Л, СНК-30/130-4,6/ОМ, СНК-30/130-5,0/Л, СНК-30/170-4,6/ПУ, СНК-30/200-4,6/ОМЦ, СНК-30/220-4,6/ПУ, СНК-30/260-4,6/Л, СНК-30/260-4,6/ОМ, СНК-30/300-4,6/Л, СНК-30/310-4,6/ОМ, СНК-32/120-4,0/Л, СНК-32/130-4,0/ОМ, СНК-32/260-4,0/Л, СНК-32/200-4,0/ОМЦ, СНК-32/260-4,0/ОМ, СНК-32/300-4,0/Л, СНК-32/310-4,0/ОМ, СНК-38/240-4,0/ПУ, СНК-50/90-4,0/Л, СНК-50/240-4,0/Л, СНК-50/300-4,0/Л ..... | 70 |
| <b>1.1.4.5д.</b> Счетчики медленных нейтронов с повышенной термоустойчивостью: СНК-Т-30/260-4,6/Л, СНК-Т-32/120-4,0/Л, СНК-Т-32/260-4,0/Л, СНК-Т-50/240-4,0/Л, СНК-Т-50/300-4,0/Л, СНМ56М, СНМ67Э, Гелий-Т-13/180-6,3/Л .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 75 |
| <b>1.1.5. Газоразрядные счетчики фотонов .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 77 |
| <b>1.1.5.1.</b> Газоразрядные счетчики фотонов СИ1Ф, СИ4Ф, СИ5Ф, СИ6Ф, СФК-1, СИ-45Ф .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 77 |
| <b>1.1.6. Детекторы рентгеновского излучения .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 79 |
| <b>1.1.6.1.</b> Детекторы рентгеновского излучения МСТР-3, МСТР-4, МСТР-5, СИ2Р, СИЗР, СИ4Р, СИ5Р, СИ2П, СИ6Р, СРМ-1, СРТ-4, СРТ-5, СИ9Р, СИ10Р, СИ-11Р, СИ-12Р, СИ-13Р, СРМ19, СРМ20 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 79 |
| <b>1.1.6.2.</b> Детекторы рентгеновского излучения АГ-1, АГ-2, АГ-3, АГ-4, АГ-5, АГ-6, СИ-1-13Р, СИ-2Р, СИ-3Р, СИ-4Р, СИ-5Р, СИ-6Р .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 81 |
| <b>1.1.6.2д.</b> Вакуумный рентгеновский датчик СДИ28 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 82 |
| <b>1.1.6.3д.</b> Детекторы рентгеновские позиционно-чувствительные ЛКДО-1, ЛКДО-2, ИКД-1, ИКДО-1 и КОМБИ-1 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 83 |
| <b>1.1.6.4д.</b> Блоки детектирования рентгеновского излучения БДР-2, БДР-2-01, БДР-3, БДР-4, БДР-5 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 84 |
| <b>1.1.7. Ионизационные камеры .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 86 |
| <b>1.1.7.1.</b> Ионизационные камеры КНК3, КНК4, КНК15, КНК15-1, КНК53М, КНК56, КНК56М, КНК57М .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 86 |
| <b>1.1.7.2.</b> Ионизационные камеры КНТ-7, КНТ-8, КНТ-9, КНТ-10, КНТ-31, КНТ31-1, КНТ-54, КНТ-54-1 .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 87 |

|                                                                                                                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.1.8. Блоки детектирования на основе газоразрядных счетчиков .....                                                                                                                                             | 88         |
| 1.1.8.1. Блоки детектирования гамма-излучения БДМГ-04-00, БДМГ-04-01, БДМГ-04-02, БДМГ-04-03 и БДМГ-04-04 .....                                                                                                 | 88         |
| 1.1.8.2. Блоки детектирования гамма излучения БДМГ-101, БДМГ-101М .....                                                                                                                                         | 90         |
| 1.1.8.3. Интеллектуальные блоки детектирования нейтронного излучения БДКН-04, БДКН-96, БДМН-96 .....                                                                                                            | 91         |
| <b>Глава 1.2. Сцинтилляционные детекторы излучений .....</b>                                                                                                                                                    | <b>92</b>  |
| <b>1.2.1. Сцинтилляциаторы .....</b>                                                                                                                                                                            | <b>94</b>  |
| 1.2.1.1. Материалы, используемые для изготовления сцинтилляторов .....                                                                                                                                          | 95         |
| 1.2.1.2. Конструктивное оформление сцинтилляторов .....                                                                                                                                                         | 97         |
| 1.2.1.3. Типовые конструкции контейнеров для упаковки сцинтилляторов .....                                                                                                                                      | 98         |
| 1.2.1.4. Детекторы ионизирующих излучений сцинтилляционные СДН.64, СДН.69, СДН.83 .....                                                                                                                         | 100        |
| 1.2.1.5. Детекторы ионизирующего излучения сцинтилляционные пластмассовые ПС-Н1, ПС-Н2, ПС-Н3 .....                                                                                                             | 101        |
| 1.2.1.6д. Блочные полистирольные сцинтилляторы ИФВЭ СЦ-201, ИФВЭ СЦ-201, ИФВЭ СЦ-202, ИФВЭ СЦ-203, ИФВЭ СЦ-204, ИФВЭ СЦ-205, ИФВЭ СЦ-206, ИФВЭ СЦ-207, ИФВЭ СЦ-221, ИФВЭ СЦ-222, ИФВЭ СЦ-223, ИФВЭ СЦ-231 ..... | 102        |
| <b>1.2.2. Сцинтилляционные блоки детектирования .....</b>                                                                                                                                                       | <b>103</b> |
| 1.2.2.1. Сцинтиблоки на основе фотоэлектронных умножителей .....                                                                                                                                                | 103        |
| 1.2.2.2. Сцинтиблоки на основе кремниевых фотодиодов .....                                                                                                                                                      | 105        |
| <b>1.2.3 Интегрированные сцинтилляционные блоки детектирования .....</b>                                                                                                                                        | <b>107</b> |
| 1.2.3.1 Блоки детектирования альфа излучения БДПА-01, БДЗА-96, БДЗА-96м, БДЗА-96с, БДЗА-96т, БДЗА-100Б, БДЗА-96б .....                                                                                          | 107        |
| 1.2.3.2. Сцинтилляционные блоки детектирования бета-излучения БДС-Б, БДС-Б-150 .....                                                                                                                            | 109        |
| 1.2.3.3. Сцинтилляционные блоки детектирования гамма-излучения БДС-Г, БДС-Г-100х100, БДС-Г-150х150 .....                                                                                                        | 110        |
| 1.2.3.4. Блоки детектирования импульсного нейтронного и гамма-излучения типа ССДИ8М, ССДИ8М-01, ССДИ29, СЧДИ1М .....                                                                                            | 111        |
| 1.2.3.5 Блок детектирования рентгеновского излучения БДКР-01 .....                                                                                                                                              | 112        |
| 1.2.3.6. Блок детектирования рентгеновского излучения БДС-Р5 .....                                                                                                                                              | 113        |
| 1.2.3.7д. Детекторы импульсных излучений ССДИ8М .....                                                                                                                                                           | 114        |
| 1.2.3.8д. Двухканальный высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИ34 .....                                                                                                                             | 115        |
| 1.2.3.9д. Высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИ35 .....                                                                                                                                           | 116        |
| 1.2.3.10д. Трехканальный высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИ36 .....                                                                                                                            | 117        |
| 1.2.3.11д. Малогабаритный высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИ37 .....                                                                                                                           | 118        |
| 1.2.3.12д. Детекторы высокочувствительные быстродействующие ССДИ38 .....                                                                                                                                        | 119        |
| 1.2.3.13д. Низкочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИ39 .....                                                                                                                                           | 120        |
| 1.2.3.14д. Детектор сцинтилляционный ССДИ40 .....                                                                                                                                                               | 121        |
| 1.2.3.15д. Субнаносекундный черенковский детектор СЧДИ3 .....                                                                                                                                                   | 122        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений</b> .....                                                                                                                                                                                                        | 123 |
| <b>1.3.1д.</b> Микросхема зарядочувствительного усилителя К1432УП1, К1432УП1Б.....                                                                                                                                                                                   | 125 |
| <b>1.3.1. Кремниевые полупроводниковые детекторы</b> .....                                                                                                                                                                                                           | 127 |
| <b>1.3.1.1</b> Поверхностно-барьерные детекторы ДКПс-25, ДКПс-35, ДКПс-50, ДКПс-100, ДКПс-200, ДКПс-350, ДКПс-500 .....                                                                                                                                              | 127 |
| <b>1.3.1.2</b> Поверхностно-барьерные детекторы ДКПсд-20, ДКПсд-50, ДКПсд-125 .....                                                                                                                                                                                  | 129 |
| <b>1.3.1.3</b> Детекторы кремниевые поверхностно-барьерные полностью обедненные ДКПО-dE/dx-25, ДКПО-dE/dx-50, ДКПО-dE/dx-125, ДКПО-dE/dx-200 .....                                                                                                                   | 130 |
| <b>1.3.1.4</b> Детекторы кремниевые диффузионно-дрейфовые ДКДПс-25, ДКДПс-50, ДКДПс-100, ДКДПс-125, ДКДПс-200, ДКДПс -250, ДКДПс-350, ДКДПс-500 .....                                                                                                                | 131 |
| <b>1.3.1.5.</b> Детекторы кремниевые диффузионно-дрейфовые ДКДПсд-20, ДКДПсд-50, ДКДПсд-125 .....                                                                                                                                                                    | 132 |
| <b>1.3.1.6</b> Диффузионно-дрейфовые детекторы матричного типа МДКД-П-10, МДКД-П-20, МДКД-П-30, МДКД-П-40 .....                                                                                                                                                      | 133 |
| <b>1.3.1.7</b> Диффузионно-дрейфовые полностью обедненные детекторы ДКПО-Д-0,5-50, ДКПО-Д-1,0-50, ДКПО-Д-1,5-50, ДКПО-Д-2,0-50, ДКПО-Д-0,5-100, ДКПО-Д-1,0-100, ДКПО-Д-1,5-100, ДКПО-Д-2,0-100, ДКПО-Д-0,5-200, ДКПО-Д-1,0-200, ДКПО-Д-1,5-200, ДКПО-Д-2,0-200 ..... | 135 |
| <b>1.3.1.8.</b> Диффузионно-дрейфовые спектрометрические детекторы ДДС-5/2, ДДС-8/2, ДДС-8/6, ДДС-12/2, ДДС-18/2, ДДС-12/10, ДДС-18/10 .....                                                                                                                         | 136 |
| <b>1.3.1.9.</b> Детекторы кремниевые спектрометрические альфа-излучения ПДПА-1К, ПДПА-1К5, ПДПА-1К1, ПДПА-1К2, ПДПА-1К3, ПДПА-1К4.....                                                                                                                               | 137 |
| <b>1.3.1.10.</b> Диффузионно-дрейфовые регистрирующх детекторы ДДР-5/2, ДДР-8/2, ДДР-12/2, ДДР-18/2 .....                                                                                                                                                            | 138 |
| <b>1.3.1.11.</b> Диффузионно-дрейфовые детекторы ДКРС-2,5/3, ДКРС-4/3, ДКРС-6/3, ДКРС-9/3 .....                                                                                                                                                                      | 139 |
| <b>1.3.1.12.</b> Кремниевые детекторы Д1А, Д1В, Д4.5АМ, Д4.5А, Д4.5В, Д10А, Д10В, Д30А, Д30В .....                                                                                                                                                                   | 140 |
| <b>1.3.1.13.</b> Детектор кремниевый гамма-излучения типа ДКГ .....                                                                                                                                                                                                  | 141 |
| <b>1.3.1.14.</b> Детектор кремниевый ионно-имплантированный ДГб-0,25 .....                                                                                                                                                                                           | 142 |
| <b>1.3.1.15.</b> Миниатюрный диффузионно-дрейфовый детектор типа ДКД-М .....                                                                                                                                                                                         | 142 |
| <b>1.3.1.16.</b> Детектор кремниевый ДКД-Пм-2,5-3 .....                                                                                                                                                                                                              | 143 |
| <b>1.3.1.17.</b> Кремниевые дозиметры СКД1, СКД1-01, СКД1-02 .....                                                                                                                                                                                                   | 143 |
| <b>1.3.1.18.</b> Детекторы нейтронного и гамма-излучения типа СППД1, СППД1-01, СППД3, СППД3-01, СППД5 .....                                                                                                                                                          | 144 |
| <b>1.3.1.19.</b> Детектор полупроводниковый рентгеновского излучения СППД11, СППД11-01, СППД11-02, СППД11-03, СППД11-04 .....                                                                                                                                        | 144 |
| <b>1.3.1.20.</b> Детекторы полупроводниковые рентгеновского излучения ПРД-Д-01, ПРД-Д-02, ПРД-Д-04 .....                                                                                                                                                             | 145 |
| <b>1.3.1.21д.</b> Кремниевый блок детектирования с термоэлектрическим охлаждением БДЕР-КИ-11К .....                                                                                                                                                                  | 146 |

|                                                                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1.3.2 . Полупроводниковые детекторы излучения на основе германия .....</b>                                                                 | <b>148</b> |
| 1.3.2.1. Германиевые детекторы ДГД-5, ДГДК-15, ДГДК-20, ДГДК-25, ДГДК-30, ДГДК-35, ДГДК-40, ДГДК-50, ДГДК-60, ДГДК-70, ДГДК-80, ДГДК-90 ..... | 149        |
| 1.3.2.2. Германиевые радиационные детекторы ДГР-11, ДГР-12, ДГР-22 .....                                                                      | 150        |
| 1.3.2.3. Германиевые детекторы ДГР-3-1, ДГР-3-2, ДГР-3-3, ДГР-5-1, ДГР-5-2, ДГР-5-8 .....                                                     | 151        |
| 1.3.2.4. Блоки детектирования рентгеновского излучения БДР1-20, БДР2-20, БДР1-50, БДР2-50, БДР1-125, БДР2-125, БДР1-200, БДР2-200 .....       | 152        |
| 1.3.2.5д. Блок детектирования рентгеновского излучения БДЕР-Г-7К .....                                                                        | 153        |
| 1.3.2.6д. Блок детектирования гамма излучения БДЕГ .....                                                                                      | 155        |
| <b>1.3.3. Полупроводниковые детекторы излучения на основе других п/п материалов .....</b>                                                     | <b>157</b> |
| 1.3.3.1 Датчики рентгеновского и гамма-излучений типа РГД-0, РГД-1, РГД-2 и ГД-Г1 .....                                                       | 157        |
| 1.3.3.2. Детекторы полупроводниковые СППД12, СППД14 .....                                                                                     | 159        |
| 1.3.3.3д. Детекторы полупроводниковые 2Х701А-1, 2Х701Б-1, 2Х701В-1 .....                                                                      | 160        |
| 1.3.3.4д. Детектор отраженных электронов ДОЭ-4 .....                                                                                          | 161        |
| <b>Глава 1.4. Детекторы ионизирующего излучения на основе алмаза .....</b>                                                                    | <b>162</b> |
| 1.4.1. Спектрометрический алмазный детектор ионизирующего излучения АДИИ-1 .....                                                              | 164        |
| 1.4.2. Алмазный детектор ионизирующего излучения АДИИ-2 .....                                                                                 | 165        |
| 1.4.3. Алмазный детектор ионизирующего излучения АДИИ-3 .....                                                                                 | 166        |
| 1.4.4. Алмазные детекторы ионизирующего излучения АДИИ-3.1, АДИИ-3.2, АДИИ-3.3 .....                                                          | 167        |
| 1.4.4д. Химически устойчивые алмазные детекторы ионизирующего излучения АДП-2R .....                                                          | 168        |
| 1.4.5. Детектор алмазный дозиметрический ПДПС-1К .....                                                                                        | 169        |
| 1.4.5д. Водонепроницаемый алмазный детектор ТМ60003 .....                                                                                     | 170        |
| 1.4.6. Алмазные детекторы ионизирующего излучения САД1, САД1-01 .....                                                                         | 171        |
| <b>Глава 1.5. Датчики и приемники излучения на основе фотодиодов .....</b>                                                                    | <b>172</b> |
| 1.5.1. Фотодиоды ФДУК-100УВ, ФДУК-100УВZr/Sic, ФДУК-1УВСК, ФДУК-8УВСК [Е от 1,13 до 60000 эВ] .....                                           | 173        |
| 1.5.2. Модули счетчика фотонов СРТА РС1, СРТА РС9, СРТА РС21 .....                                                                            | 174        |
| 1.5.3. Блок детектирования АВ-5 .....                                                                                                         | 175        |
| <b>ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника .....</b>                                                | <b>176</b> |

## **Глава 1.1. Газоразрядные детекторы ионизирующих излучений**

Газоразрядные детекторы ионизирующих излучений являются важнейшими и наиболее распространенными элементами аппаратуры для радиационных измерений.

Газоразрядные детекторы просты по конструкции, компактны, удобны в работе, обеспечивают надежные измерения различных видов радиации в широком диапазоне рабочих температур при относительно невысоких требованиях к стабильности напряжения питания.

Области применения газоразрядных детекторов широки и разнообразны. Они используются в системах управления и защиты ядерных энергетических установок, системах противоатомной защиты промышленных и военных объектов, приборах

радиационного контроля персонала атомных станций, предприятий атомной промышленности и населения страны, а также в геофизической аппаратуре для разведки полезных ископаемых, приборах для космических исследований и радиационного мониторинга окружающей среды и др.

Газоразрядные детекторы могут работать в следующих основных режимах:

- пропорционального газового усиления;
- ограниченной пропорциональности;
- самостоятельного газового разряда.

Режим работы газоразрядного детектора определяется конструкцией прибора, условиями и режимами его эксплуатации.

### Особенности эксплуатации газоразрядных детекторов.

Особенности конструктивного исполнения газоразрядных детекторов ионизирующего излучения, представляющих собой высоковольтный электровакуумный прибор, определяют особенности их эксплуатации и требуют осторожного обращения при установке их в аппаратуру.

Следует оберегать приборы от ударов и механических повреждений. Особенно это относится к приборам с входными окнами из слюды. До слюдяного окна нельзя дотрагиваться руками и его нужно оберегать от царапин и проколов.

Не допускается попадания на приборы всякого рода загрязнений, ведущих к ухудшения изоляционных свойств. Нельзя изгибать вывода приборов ближе, чем 6 мм от корпуса или изолятора.

Несоблюдение полярности включения прибора может привести к выходу последнего из строя, даже если это напряжение подавалось кратковременно.

Газоразрядные детекторы с органической гасящей добавкой особенно чувствительны к перегрузкам, как по напряжению, так и по скорости счета. Превышение рабочего напряжения и максимально допустимой скорости счета приводит к резкому сокращению срока службы прибора.

Эксплуатация всех типов газоразрядных детекторов при двух и более предельно допустимых значениях электрических и радиометрических параметров категорически не допускается!

## 1.1.1д. Конструктивное оформление газоразрядных детекторов

Конструкции газоразрядных детекторов представляет собой хорошо вакуумированный герметичный баллон с двумя (или несколькими) электродами в который может быть введена газовая смесь, состоящая, в основном, из легко ионизируемых неона и аргона. Баллон может быть стеклянным, металлическим и др. Для регистрации радиоактивности жидкости или газа используются, т.н. проточные счетчики. Баллон счетчика, реагирующего на жесткое  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучение, имеет обычно форму цилиндра, изготовленного из нержавеющей стали с толщиной стенки от 0,05...0,3 мм, в зависимости от назначения прибора.

Обычно детекторы воспринимают излучение всей своей поверхностью, но существуют и такие, у которых для этого в баллоне предусмотрено специальное «окно». Входное окно детектора, чувствительного к  $\alpha$ - и мягкому  $\beta$ -излучению выполняют из слюды или майлара, толщиной 3...17 мкм. Окно рентгеновского детектора изготавливают из бериллия, а ультрафиолетового - из кварцевого стекла. Схематическое устройство газоразрядных детекторов приведено на рис. 1.1. Внешний вид приборов приведен на рис. 1.1а.

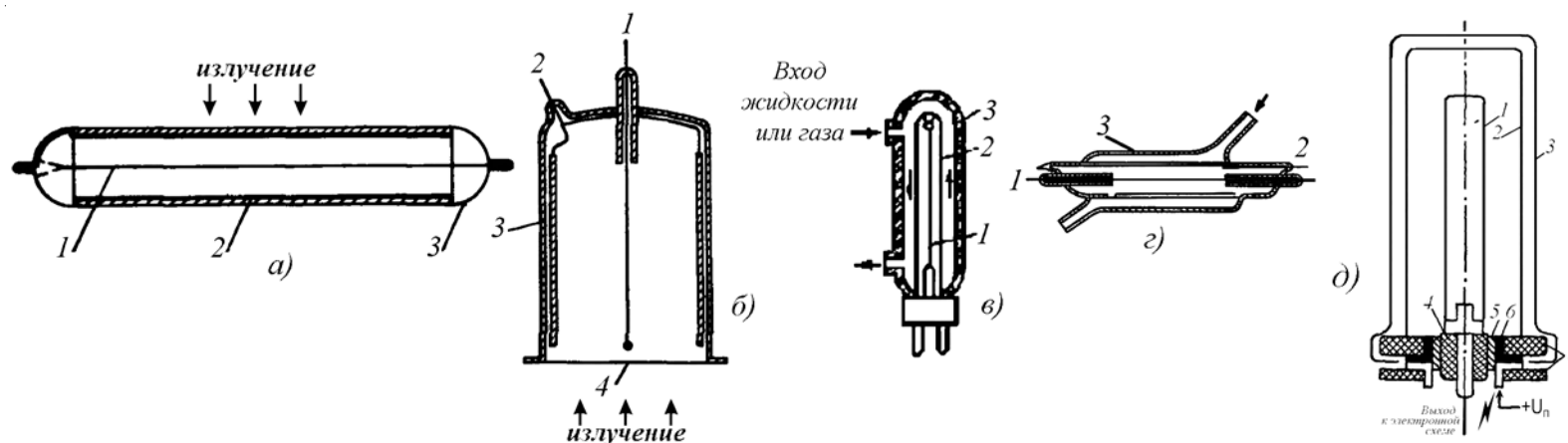


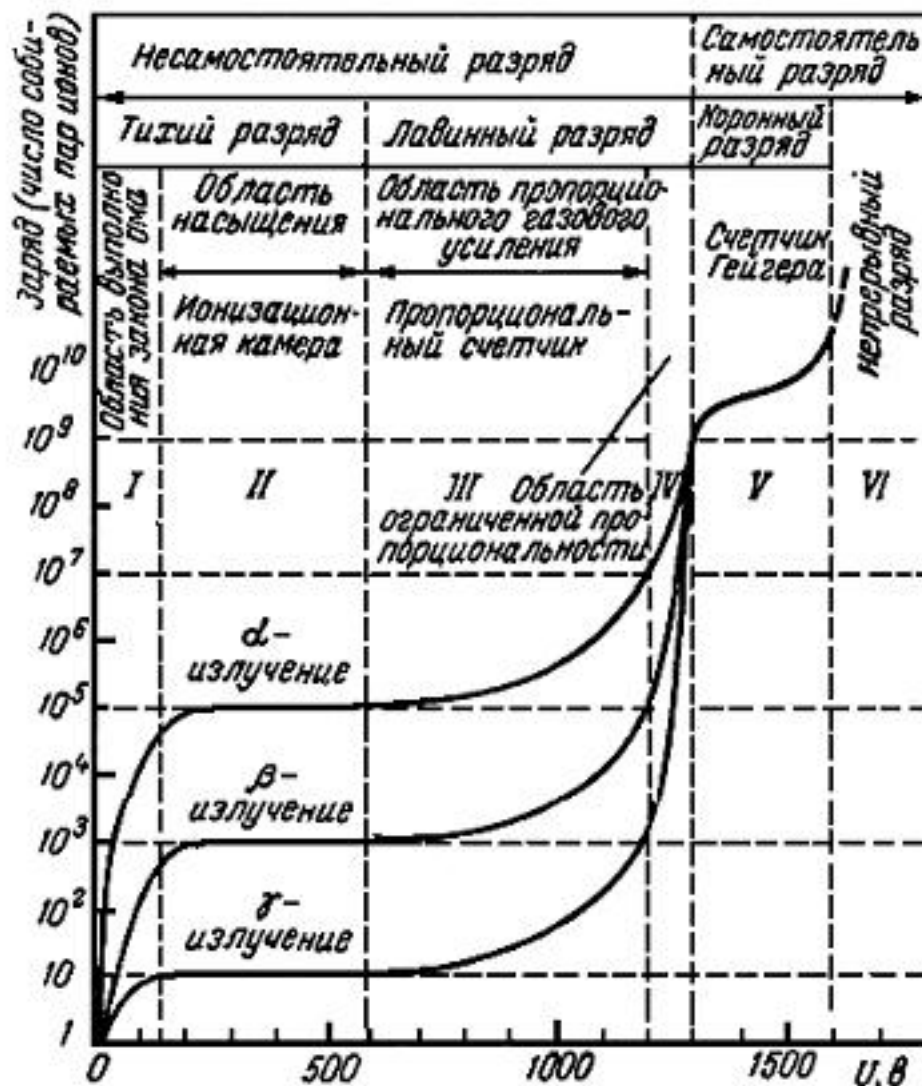
Рис. 1. 1. Устройство газоразрядных детекторов: а-цилиндрического, б-торцевого, в и г- проточного, д- ионизационной камеры. Обозначения: 1 — анод, 2— катод (металлизированный слой), 3— корпус (баллон), 4 — окно. Обозначения для импульсной ионизационной камеры: 1 - центральный (собирающий) электрод; 2 - высоковольтный (потенциальный) электрод; 3 - электростатический экран; 4 и 6 - изоляторы; 5 - металлическое кольцо.

Рис. 1.1а. Внешний вид некоторых типов газоразрядных детекторов



## 1.1.2д. Типовая вольт-амперная характеристика газоразрядного детектора

Принцип действия газоразрядного детектора определяется его вольт-амперной характеристикой (ВАХ), которая показывает зависимость количества регистрируемых электрон-ионных пар для альфа- и бета-частиц от напряжения, приложенного к электродам детектора.



Из настоящей ВАХ следует, что кривая для альфа-частиц лежит выше кривой для бета-частиц, т.к. альфа-частицы создают большую начальную ионизацию, чем бета-частицы. Альфа-частицы образуют больше электрон-ионных пар, так как имеют намного большую массу, чем бета-частицы.

Каждая кривая ВАХ условно делится на шесть характерных областей.

В области I происходят два конкурирующих процесса: собирание зарядов на электродах и рекомбинация ионов в газовом объеме. При увеличении поля скорость ионов увеличивается, что уменьшает вероятность рекомбинации, растет количество собранных зарядов и, соответственно, амплитуда сигналов. Эта область называется областью рекомбинации и для детектирования не используется.

При дальнейшем увеличении напряжения амплитуда сигнала достигает насыщения и практически перестает расти с ростом приложенного напряжения.

На участке II практически все заряды, образованные в детекторе, собираются на электродах. Этот участок кривой называют областью насыщения. В этой области работают, т.н. ионизационные камеры.

По мере дальнейшего повышения напряжения детектор начинает функционировать в области III. Электроны, образованные в результате первичной ионизации, приобретают достаточную энергию, чтобы в свою очередь вызвать ионизацию атомов или молекул газа. Происходит так называемое газовое усиление. Коэффициент газового усиления варьируется от  $10^3$  до  $10^4$ . Область III называется пропорциональной, т.к. коэффициент газового усиления пропорционален приложенному напряжению. Это область работы пропорциональных счетчиков (и камер).

При дальнейшем повышении напряжения коэффициент газового усиления перестает линейно зависеть от напряжения и характеристика смещается в область IV - область ограниченной пропорциональности.

На участке V газовое усиление возрастает настолько, что собираемый заряд не зависит от первичной ионизации. Это, так называемая область Гейгера - Мюллера. Однако разряд, как и в предыдущих областях, остается вынужденным, т.е. начинается после прохождения ионизирующей частицы. Это область работы счетчиков Гейгера-Мюллера.

Дальнейшее увеличение напряжения приводит к непрерывному разряду, т.е. смещению характеристики в область VI, поэтому эта область для регистрации частиц не используется.

### 1.1.3д. Типовые схемы включения газоразрядных детекторов

При использовании детекторов излучения, при конструировании и в производстве радиометрической аппаратуры используются различные схемы включения приборов. Выбор схемы включения зависит от назначения конкретного оборудования. В радиолюбительской практике широкое распространение получила схема, приведенная на рис. 1.2. Другие варианты схем включения показаны на рис. 1.2д.

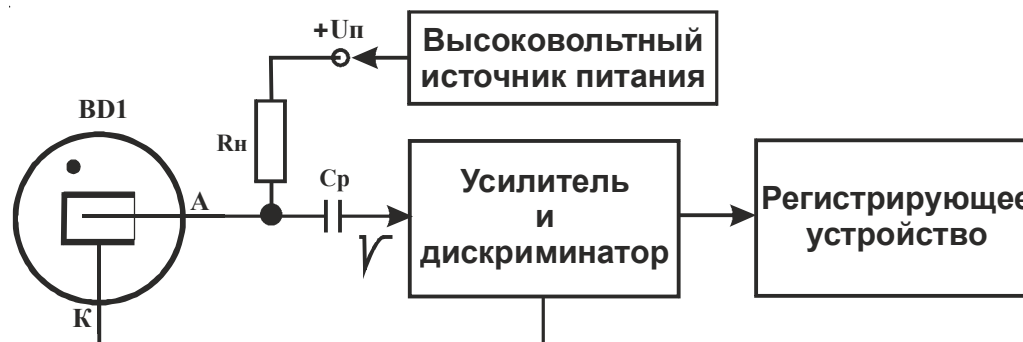


Рис. 1.2. Типовая схема включения газоразрядного детектора.

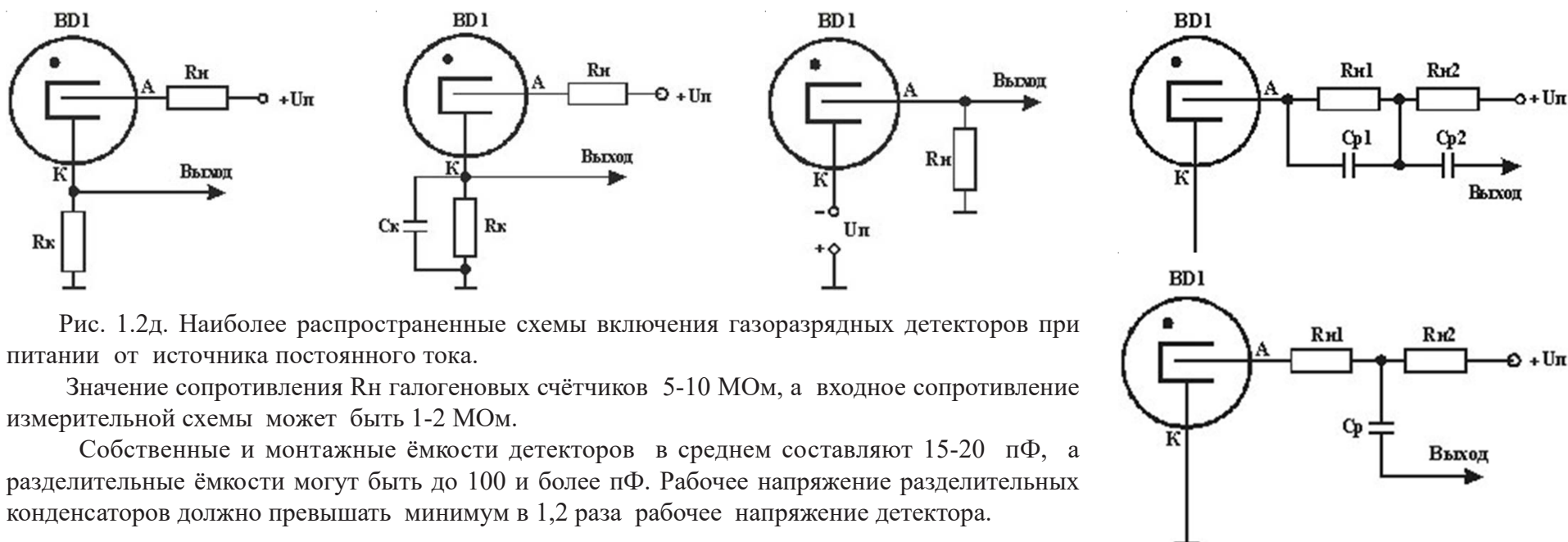
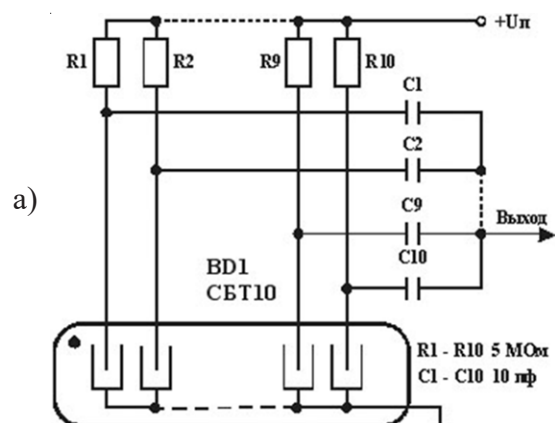


Рис. 1.2д. Наиболее распространенные схемы включения газоразрядных детекторов при питании от источника постоянного тока.

Значение сопротивления  $R_n$  галогеновых счётчиков 5-10 МОм, а входное сопротивление измерительной схемы может быть 1-2 МОм.

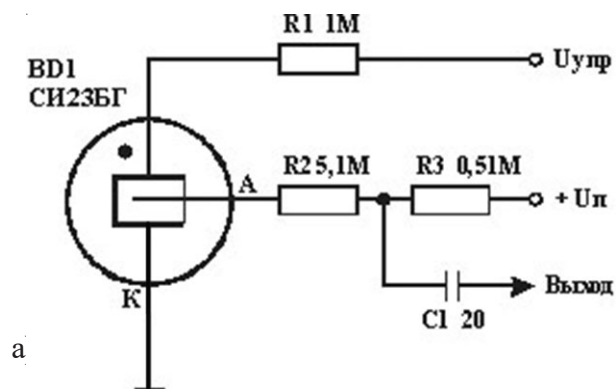
Собственные и монтажные ёмкости детекторов в среднем составляют 15-20 пФ, а разделительные ёмкости могут быть до 100 и более пФ. Рабочее напряжение разделительных конденсаторов должно превышать минимум в 1,2 раза рабочее напряжение детектора.



б)



Рис. 1.2д1. Схема включения (а) и внешний вид (б) многосекционного (многоэлектродного) детектора.



б)

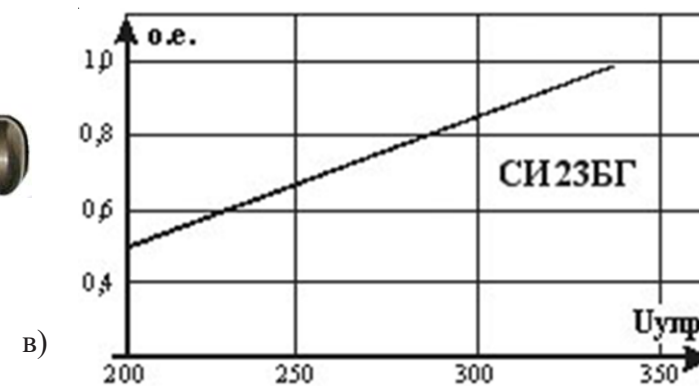


Рис. 1.2д2. Схема включения (а) и внешний вид (б) трехсекционного счетчика.  
в- зависимость его радиационной чувствительности от напряжения на управляющем электроде.

### 1.1.4д. Условные обозначения газоразрядных детекторов

#### Обозначение газоразрядных детекторов и счетчиков старых типов

Для детекторов излучений старых типов применялись два варианта обозначений.

В первом варианте (приборы АС, ВС, ГС, СТС, МСТ, МСТР) система обозначений состояла из двух основных элементов.

Первый элемент — буквы, определяющие материал анода:

**А** — алюминий; **Â** — вольфрам; **Г** — графит; **СТ** — сталь; **М** — медь; **С** — самогасящийся счетчик; **Т** — торцевой; **Р** — рентгеновского излучения.

Второй элемент — число, обозначающее порядковый номер прибора,

Во втором варианте (приборы САТ, СБМ, СБТ, СТС, СНМ, СРМ, СФУ, СФК) система обозначений состояла также из двух основных элементов.

Первый элемент — три буквы, обозначающие: первая — **С** (счетчик), вторая — определяющая вид регистрируемого излучения (как и в новой си-стеме обозначений) и третья — определяющая конструктивные особенности прибора: **М** — металлический, **С** — стеклянный, **Т** — торцевой.

Второй элемент — число, обозначающее порядковый номер типа прибора.

#### Условное обозначение вновь разрабатываемых газоразрядных детекторов и счетчиков

Условное обозначение вновь разрабатываемых отечественных детекторов включает буквы **СИ** (счетчик импульсов), порядковый номер разработки и букву, обозначающую вид излучения; **А** -  $\alpha$  - излучение, **Б** -  $\beta$ -излучение, **Г** -  $\gamma$ -излучение, **Р** - рентгеновское излучение, **Ф** - фотонное, **Н** - нейтронное.

При регистрации двух видов излучений детектор имеет две буквы после порядкового номера разработки, например СИ 23БГ.

Первые буквы детекторов ранних разработок означают следующее: **СБМ** – ГМ-счетчики жесткого  $\beta$ - и  $\gamma$ -излучения модернизированные, **СБТ** - счетчики мягкого  $\beta$ -излучения, торцевые; **СНМ** — счетчики медленных нейтронов; **СГМ** — счетчики для регистрации жесткого  $\gamma$ -излучения, например, космического излучения, модернизированные; **ВС** высоковольтные высокоэффективные ГМ-счетчики  $\gamma$ -излучения; **САТ** - счетчики  $\alpha$ -излучения торцевые.

К группе газоразрядных детекторов условно относят также интегральные импульсные камеры, применяемые в системах радиационного контроля для регистрации  $g$ -излучения. Условное обозначение камер - **КГ** или **КНК**. Импульсные ионизационные камеры находят применение в тех экспериментах, где нужно определить ионизацию отдельных частиц или ионизацию, создаваемую потоком частиц. Например, в космических экспериментах, в которых ряды импульсных ионизационных камер чередуются со слоями поглотителя.

Конструкция и форма ионизационных камер обычно определяется задачами эксперимента. Используются плоские, цилиндрические и сферические ионизационные камеры.

Основные параметры наиболее известных типов газоразрядных детекторов и счетчиков излучения приведены в табл. 1.1. - 1.10.

#### В таблицах 1.1 – 1.10 использованы следующие обозначения:

**L** - длина, мм; **L<sub>ч</sub>** - чувствительная часть длины детектора, мм; **Ø** - диаметр, мм;  **$\rho_0$**  - плотность чувствительной части окна, мг/см<sup>2</sup>; **d** — толщина чувствительной части окна, мкм; **U<sub>р</sub>** - рабочее напряжение, В; **U<sub>н</sub>** - напряжение начала счета, В; **U<sub>з-к</sub>** - напряжение зажигания короны, В;  **$\epsilon$**  - эффективность, %; **d<sub>н</sub>** - чувствительность к медленным нейтронам, имп. см<sup>2</sup>/н; ; **N** - скорость счета, имп./мин; **N<sub>max</sub>** - максимальная скорость счета, имп./мин; **N<sub>ф</sub>** - уровень натурального фона, имп./мин; **D<sub>max</sub>** - максимальная мощность дозы (кратковременная), Р/ч; **D<sub>ф</sub>** - максимальное фоновое облучение; **D $\alpha$**  — максимальная рабочая интенсивность  $\alpha$ -облучения на площадь окна, част./мин.

### 1.1.1. Детекторы и счетчики альфа-излучения

#### 1.1.1.1. Детекторы и счетчики альфа-излучения CAT-3, CAT-4, CAT-5, CAT-7, CAT-8, CAT-9, CAT-10, CAT-11, СИ-9А

Основные параметры детекторов и счетчиков альфа-излучения приводятся в табл. 1.1. Внешний вид приборов приводится на рис.1.3.

**Таблица 1.1.** Основные параметры счетчиков и детекторов альфа-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                                                                           | Напряжение зажигания короны, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                  | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| CAT-3        | Торцевой, пропорциональный, металлический. Регистрация $\alpha$ -излучений                                                                                           | 500                            | 300                                                     | -                                        | 800                                 | -                                                                                                               | -                                | -                                             | -                                  | 1-001  |
| CAT-4        |                                                                                                                                                                      |                                |                                                         | -                                        | 800                                 | -                                                                                                               | -                                | -                                             |                                    | н/д    |
| CAT-5        |                                                                                                                                                                      |                                |                                                         | -                                        | 1600                                | -                                                                                                               | -                                | -                                             |                                    |        |
| CAT-7        | Торцевой, коронный, стеклянный. Катод-алюминий, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы. Регистрация $\alpha$ -излучения на фоне $\gamma$ - и $\beta$ -излучений. | 400                            | 60                                                      | -                                        | 380                                 | $\epsilon=20$ (для плоского $\alpha$ -источника с энергией 5,15 МэВ).<br>$N_\phi=0,125$<br>$P_\phi=1*105$ мкР/с | 200 ч                            | -40...+50                                     | $\varnothing 42 \times 70$ [40 г]  | 1-002  |
| CAT-8        | Торцевой, коронный, металлический. Катод-хромоникелевая сталь. Регистрация $\alpha$ -излучения на фоне $\gamma$ и $\beta$ -излучений с энергией от 2 МэВ.            | 500                            | 300                                                     | 0,03                                     | 700                                 | $N_\phi=0,5$<br>$P_\phi=50$ Р/ч                                                                                 | 1000 ч                           | -40...+70                                     | $\varnothing 20 \times 48$ [9 г]   | 1-003  |

Окончание таблицы 1.1. Основные параметры счетчиков и детекторов альфа-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                                        | Напряжение зажигания короны, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                         | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис.              |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------|
| CAT-9        | Торцевой, коронный, металлический. Катод-хромоникелевая сталь.                                                                    | (820)                          | 150                                                     | 0,1                                      | 900                                 | $\epsilon=20$<br>$N_\phi=0,5$<br>$P_\phi=100 \text{ P/ч}$              | 1000 ч                           | -50...+50                                     | $\varnothing 50 \times 68$<br>[30 г]   | 1-004               |
| CAT-10       | Торцевой, коронный, металлический.<br>Катод-хромоникелевая сталь.<br>Регистрация $\alpha$ -излучений                              | 500-1000                       | 60                                                      | -                                        | 450                                 | $\epsilon=20$<br>$N_\phi=0,125$<br>$P_\phi=1 \cdot 10^4$<br>мкР/с      | 200 ч                            | -40...+50                                     | $\varnothing 42 \times 46,5$<br>30 г.  | 1-005<br>и<br>1-006 |
| CAT-11       | Торцевой, коронный, металлический. Катод-хромоникелевая сталь. Минимальная энергия регистрируемых $\alpha$ -частиц от 2 МэВ.      | 500-1000                       | 300                                                     | -                                        | 500                                 | $P_\phi=50 \text{ P/ч}$                                                | 1000 ч                           | -70...+250                                    | $\varnothing 13,3 \times 63$<br>[10 г] | 1-001               |
| СИ-9А        | Торцевой, коронный, стеклянный.<br>Катод-алюминий, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы.<br>Регистрация $\alpha$ -излучений | 400                            | 150                                                     | -                                        | 330-390                             | $\epsilon=24-32$<br>$N=1 \cdot 10^3$<br>$P_\phi=1 \cdot 10^4$<br>мкР/с | 1250 ч                           | -40...+50                                     | $\varnothing 44 \times 70$<br>[ 37 г]  | 1-001               |

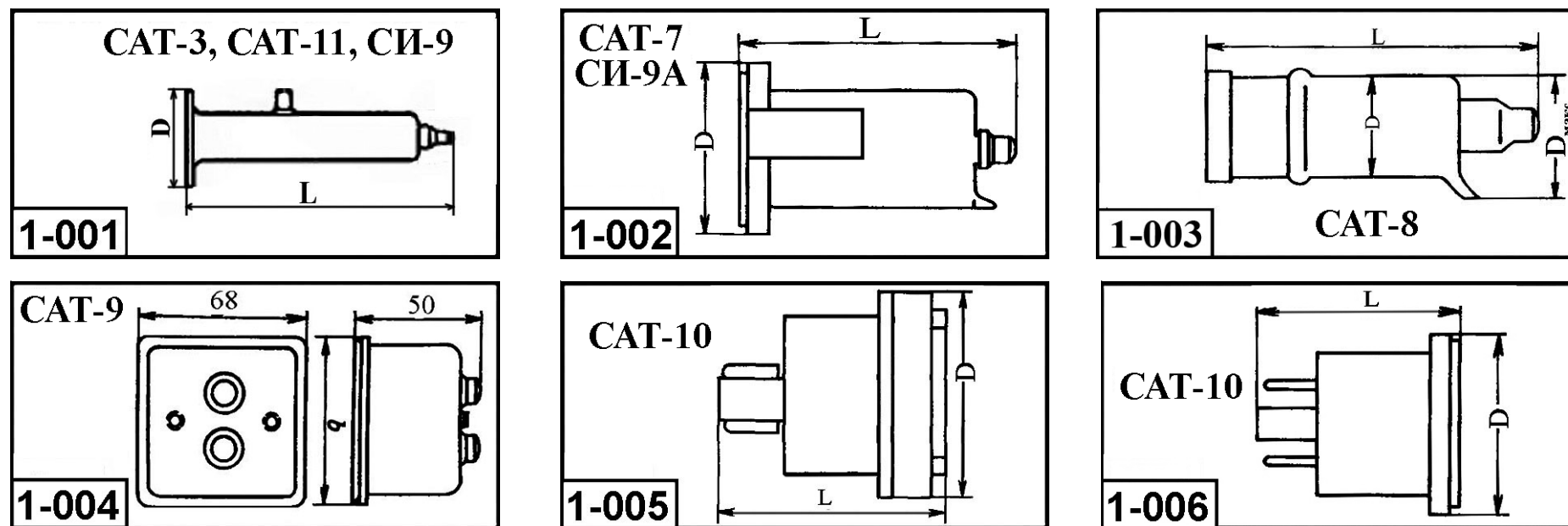


Рис. 1.3. Внешний вид и габаритные размеры детекторов и счетчиков альфа-излучения

### 1.1.2. Детекторы и счетчики бета-излучения

#### 1.1.2.1. Детекторы и счетчики бета-излучения АС-1, АС-2, СБМ-7, СБМ-8, СБМ-9, СБМ-10, СБМ-11, СБМ-12, СБМ-13, СБМ-14, СБМ-15, СБМ-19, СБМ-20

Основные параметры детекторов и счетчиков бета-излучения приводятся в табл. 1.2а. Внешний вид приборов приводится на рис..1.4.

**Таблица 1.2а.** Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                                | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                            | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]                                 | № рис. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|
| АС-1         | Цилиндрический самогасящийся, с тонким алюминиевым катодом.<br>Регистрации $\beta$ -частиц                                | 750 - 860                  | 80                                                      | 0,2                                      | 830-940                             | $N_\Phi=40$                                                               | $2 \cdot 10^7$                   | 0...+50                                       | $\varnothing 17 \times 128$                                        | 1-007  |
| АС-2         |                                                                                                                           | 750 - 860                  | 100                                                     | 0,15                                     | 850-960                             | $N_\Phi=100$                                                              | $2 \cdot 10^7$                   | 0...+50                                       | $\varnothing 24 \times 156$                                        | 1-008  |
| СБМ-7        | Катод-нержавеющая сталь.<br>Измерение $\beta$ -активности газов и паров, введенных в рабочий объем счетчика.              | 900-1100                   | 200                                                     | 0,03-0,05                                | 1300                                | -                                                                         | $1 \cdot 10^9$                   | 0...+50                                       | $\varnothing 90 \times 370$<br>( $V=106 \text{ см}^3$ )<br>[ 90 г] | 1-009  |
| СБМ-8        |                                                                                                                           | 900-1100                   | 200                                                     | 0,03-0,05                                | 1300                                | -                                                                         | $1 \cdot 10^9$                   | 0...+50                                       | $\varnothing 26 \times 335$<br>( $V=106 \text{ см}^3$ )<br>[55 г]  | 1-010  |
| СБМ-9        | Цилиндрический стеклянный.<br>Катод стальной.<br>Регистрация жесткого $\beta$ -излучения с $E_{\max} > 0,5 \text{ МэВ}$ . | 250-330                    | 150                                                     | 0,15                                     | 450                                 | $N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_\Phi=8$<br>$P_{\max}=1000$ | $1 \cdot 10^9$                   | 0...+50                                       | $\varnothing 6 \times 10$<br>(чувст.обл)<br>[60+15 г]              | 1-011  |
| СБМ-10       | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                                                      | 260-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | $N_{\max}=560-840$<br>при 1 мкР/с<br>$N_\Phi=8$<br>$P_{\max}=50$          | $1 \cdot 10^{10}$                | -50...+60                                     | $\varnothing 6 \times 25$<br>[1 г]                                 | 1-012  |

Окончание таблицы 1.2а. Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                            | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис.              |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------|
| СБМ-11       | Медицинский.<br>Тонкий игольчатый зонд.<br>Катод нерж. сталь.                             | 360                        | 100                                                     | 0,15                                     | 370–480                             | $N_{\max}=2 \cdot 10^3$<br>$N_{\phi}=8$                                                                   | $1 \cdot 10^9$                   | 0...50                                        | $\varnothing 12 \times 257$<br>[29 г]   | 1-013<br>и<br>1-014 |
| СБМ-12       |                                                                                           | 320-380                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | $N_{\max}=2 \cdot 10^3$<br>$N_{\phi}=8$                                                                   | $1 \cdot 10^9$                   | 0...50                                        | $\varnothing 12 \times 187$<br>[30 г]   | 1-015               |
| СБМ-13       | Металлический.<br>Катод стальной.<br>Режим работы импульсный.                             | 1120-1170                  | 100                                                     | 0,1                                      | 1200-1300                           | $N=62-70$ при<br>1 мкР/с,<br>$N_{\max}=62-70$<br>имп/с при 1<br>мкР/с<br>$N_{\phi}=100$<br>$P_{\max}=900$ | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+300                                    | $\varnothing 19,5 \times 195$<br>[25 г] | 1-016               |
| СБМ-14       | Металлический.<br>Катод стальной.<br>Режим работы токовый и импульсный.                   | 1120-1170                  | 100                                                     | 0,1                                      | 1200-1300                           | $N=13-18$ имп/с<br>при 1 мкР/с<br>$N_{\phi}=8$<br>$P_{\max}=900$                                          | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+300                                    | $\varnothing 11 \times 105$<br>[10 г]   | 1-017               |
| СБМ-15       | Медицинский счетчик.                                                                      | 360                        | 100                                                     | 0,1                                      | 400                                 | $N_{\max}=2 \cdot 10^5$<br>$N_{\phi}=8$                                                                   | $1 \cdot 10^9$                   | 0...50                                        | $\varnothing 12 \times 247$<br>[30 г]   | 1-013               |
| СБМ-19       | Режим работы токовый и импульсный.<br>Регистрация жесткого $\beta$ и $\gamma$ -излучений. | 260-320                    | 100                                                     | 0,1                                      | 400                                 | $N_{\max}=3 \cdot 10^3$<br>имп/с<br>$N_{\phi}=120$                                                        | $2 \cdot 10^{10}$                | -60...+70                                     | $\varnothing 19 \times 125$<br>[25 г]   | 1-018               |
| СБМ-20       |                                                                                           | 260-320                    | 100                                                     | 0,1                                      | 400                                 | $N_{\max}=4 \cdot 10^3$<br>имп/с<br>$N_{\phi}=60$                                                         | $2 \cdot 10^{10}$                | -60...+70                                     | $\varnothing 11 \times 108$<br>[10 г]   | 1-019               |

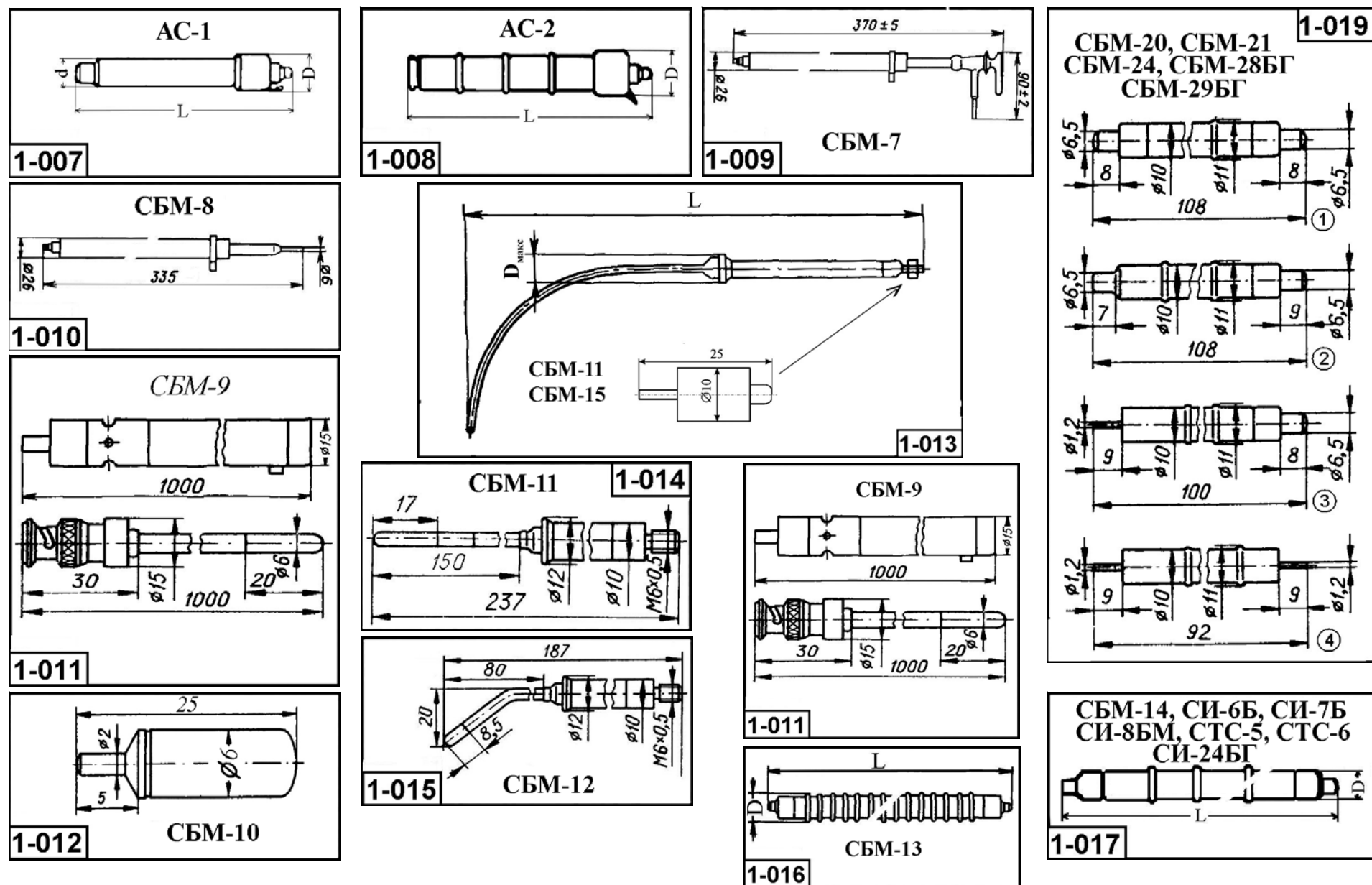


Рис. 1.4. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов бета-излучения

**1.1.2.2. Детекторы и счетчики бета-излучения СБМ-20U, СБМ-21, СБМ-24БГ, СБМ-28БГ, СБМ-29БГ, СБМ-30, СБМ-31, СБМ-32, СБМ-32К, СБС-1, СБС-2, СБС-3, СБС-4, СБС-5, СБТ-7, СБТ-9, СБТ-10, СБТ-10А, СБТ-11, СБТ-11А, СБТ-13, СБТ-14.**

Основные параметры детекторов и счетчиков бета-излучения приводятся в табл. 1.26. Внешний вид приборов приводится на рис.1.5.

**Таблица 1.26.** Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                             | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                  | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис. |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| СБМ-20U      | Режим работы токовый и импульсный. Регистрация жесткого $\beta$ и $\gamma$ -излучений. | 260-320                    | 100                                                     | 0,1                                      | 400                                 | $N=60-75$ при 1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=1,4 \cdot 10^3$ имп/с<br>$N_{\phi}=60$ | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+70                                     | $\varnothing 11 \times 101$ [9 г]      | 1-020  |
| СБМ-21       | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                   | 260-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 350-475                             | $N_{\phi}=12$                                                                   | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+70                                     | $\varnothing 6 \times 21$ [0,7 г]      | 1-020а |
| СБМ-24БГ     |                                                                                        | 270-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | $N_{\phi}=30$                                                                   | $1 \cdot 10^{10}$                | -45...+60                                     | $\varnothing 11 \times 111$ [12 г]     | 1-019  |
| СБМ-28БГ     | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                   | 805-845                    | 100                                                     | 0,1                                      | 900                                 | $N_{\phi}=30$                                                                   | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+300                                    | $\varnothing 6,7 \times 116$ [3 г]     | 1-019  |
| СБМ-29БГ     |                                                                                        | 250-340                    | 100                                                     | 0,125                                    | 400                                 | $N_{\phi}=30$                                                                   | $2 \cdot 10^{10}$                | -60...+70                                     | $\varnothing 10,3 \times 61,5$ [5,5 г] | 1-019  |
| СБМ-30       | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                   | 270-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | 150 имп/мкР                                                                     | $2 \cdot 10^{10}$                | -30...+50                                     | $\varnothing 18 \times 108$ [25 г]     | 1-021  |
| СБМ-31       |                                                                                        | 270-320                    | 100                                                     | 0,2                                      | 400                                 | 20 имп/мкР                                                                      | $2 \cdot 10^{10}$                | -30...+50                                     | $\varnothing 10 \times 38$ [8 г]       | 1-021  |
| СБМ-32       | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                   | 270-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | 850 имп/мкР<br>$N_{\phi}=0,5$ имп/с                                             | $2 \cdot 10^{10}$                | -30...+50                                     | $\varnothing 10 \times 105$ [10 г]     | 1-022  |
| СБМ-32К      | Регистрация мягкого $\beta$ -излучения.                                                | 270-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | $N_{\phi}=0,4$ имп/с                                                            | $2 \cdot 10^{10}$                | -30...+50                                     | $\varnothing 10 \times 85$ [9 г]       | 1-022  |

Продолжение таблицы 1.26. Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре 20±5°C

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                       | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, °C | Габаритные размеры, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------|
| СБС-1        | Цилиндрический, погружной. С катодом из проводящего стекла. Регистрация β-излучений с E <sub>max</sub> >0,2 МэВ. | 800-1200                   | 150                                                     | 0,03                                     | 900                                 | -                                                                                             | -                                | -40...+50                       | Ø14x125                            | 1-023  |
| СБС-2        | Цилиндрический. Стекланный. Регистрация β-активности газов и паров                                               | 800-2400                   | 400                                                     | 0,03                                     | 1200                                | -                                                                                             | 1*10 <sup>10</sup>               | -40...+50                       | Ø19 (23)x362                       | 1-023a |
| СБС-3        |                                                                                                                  | 800-2400                   | 400                                                     | 0,03                                     | 1200                                | -                                                                                             | 1*10 <sup>10</sup>               | -40...+50                       | Ø19 (23)x265                       | 1-023a |
| СБС-4        | Измерение № излучения газов и паров.                                                                             | 900-1100                   | 300                                                     | 0,03                                     | 1200                                | -                                                                                             | -                                | -40...+50                       | Ø23x310 [65 г]                     | 1-024  |
| СБС-5        |                                                                                                                  | 900-1100                   | 300                                                     | 0,03                                     | 1200                                | -                                                                                             | -                                | -40...+50                       | Ø23,5x200 [33 г]                   | 1-024  |
| СБТ-7        | Торцевой. Регистрация мягкого β-излучения                                                                        | 350-400                    | 70                                                      | 0,125                                    | 380                                 | N <sub>max</sub> =5*10 <sup>4</sup><br>N <sub>ф</sub> =35                                     | 1*10 <sup>10</sup>               | -40...+50                       | Ø31x72 [25 г]                      | 1-025  |
| СБТ-9        |                                                                                                                  | 260-330                    | 80                                                      | 0,125                                    | 400                                 | N <sub>max</sub> =2,6*10 <sup>5</sup><br>N <sub>ф</sub> =10                                   | 1*10 <sup>10</sup>               | -50...+50                       | Ø12x74 [5 г]                       | 1-026  |
| СБТ-10       | Торцевой, металлический, секционный. Катод нерж. сталь. Регистрация мягкого β-излучения углерода <sup>14</sup> C | 320-460                    | 80                                                      | 0,25-0,3                                 | 350-450                             | N <sub>max</sub> =2,5*10 <sup>4</sup><br>имп/с<br>N <sub>ф</sub> =250<br>P <sub>max</sub> =50 | 1*10 <sup>10</sup>               | -60...+55                       | 67x88x34 [150-180 г]               | 1-027  |
| СБТ-10А      |                                                                                                                  | 320-460                    | 80                                                      | 0,25                                     | 350-450                             | N <sub>max</sub> =2,5*10 <sup>4</sup><br>имп/с<br>N <sub>ф</sub> =130<br>P <sub>max</sub> =50 | 1*10 <sup>10</sup>               | -60...+55                       | 67x88x34 [150-180 г]               | 1-027  |

Окончание таблицы 1.26. Основные параметры счетчиков и детекторов детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                 | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                  | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]  | № рис. |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|--------|
| СБТ-11       | Торцевой, металлический, секционный. Катод нерж. сталь. Режим работы токовый и импульсный. | 350-400                    | 80                                                      | 0,5                                      | 350-450                             | $N_{\max}=2,5 \cdot 10^4$ имп/с при 40 мкР/с<br>$N_{\phi}=15$<br>$R_{\max}=300$ | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | 29x55,5x23,5 [30 г]                 | 1-028  |
| СБТ-11А      | Регистрация мягкого $\beta$ -излучения.                                                    | 260-320                    | 80                                                      | 0,3                                      | 350-450                             | 50 имп/мкР                                                                      | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+65                                     | 29x55,5x23,5 [30 г]                 | 1-029  |
| СБТ-13       | Торцевой, металлический, секционный. Катод хромо-никелевая сталь.                          | 350-400                    | 70                                                      | 0,25                                     | 380                                 | $N_{\max}=5 \cdot 10^4$                                                         | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 42 \times 46,5$ [30 г] | 1-029  |
| СБТ-14       | Торцевой, металлический, секционный. Катод хромо-никелевая сталь. 1 секция                 | 350-400                    | 80                                                      | 0,125                                    | 380                                 | $N_{\max}=1 \cdot 10^4$                                                         | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 13,3 \times 63$ [10 г] | 1-030  |

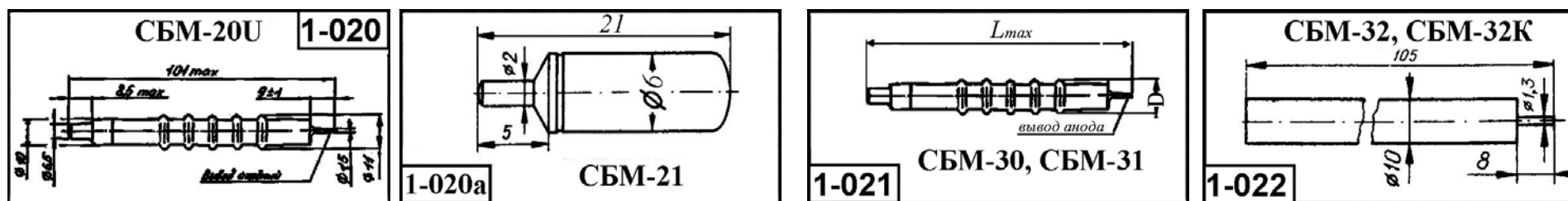


Рис. 1.5. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов бета-излучения

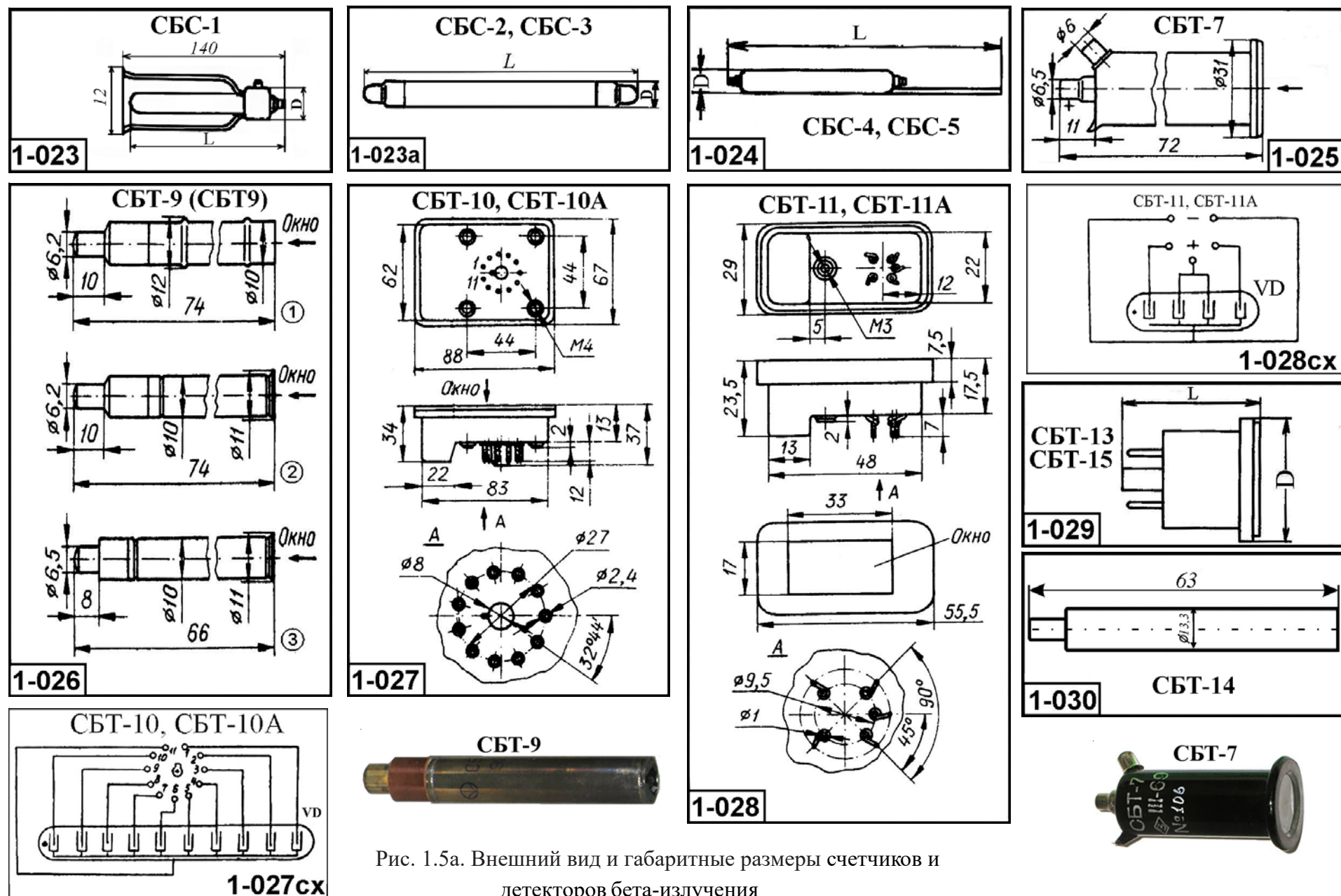


Рис. 1.5а. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов бета-излучения

### 1.1.2.3. Детекторы и счетчики бета-излучения СБТ-15, СБТ-16, СБТ-17, СИ-2Б (ПСТ-40), СИ-3Б, СИ-5Б, СИ-6Б, СИ-7Б, СИ-8Б, СИ-8БМ, СИ-9БГ, СИ-12БГ, СИ-13Б, СИ-14Б

Основные параметры детекторов и счетчиков бета-излучения приводятся в табл. 1.2в. Внешний вид приборов приводится на рис. 1.6.

**Таблица 1.2в.** Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика   | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                    | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                  | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| СБТ-15         | Торцевой. Режим работы токовый и импульсный. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения с энергией более 0,1 МэВ. | 350-400                    | 80                                                      | 0,3                                      | 380                                 | $N=30$ при $10^{-2}$ мкР/ч,<br>$N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=30$                                   | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 42 \times 36,5$<br>[120 г] | 1-029  |
| СБТ-16         | Торцевой. Катод ферроникелевый сплав.                                                                         | 320-450                    | 80                                                      | 0,3                                      | 390                                 | $N_{\text{max}}=7 \cdot 10^3$<br>$P_{\text{max}}=50$                                                            | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 82,5 \times 33$            | 1-031  |
| СБТ-17         | Торцевой. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения.                                                             | 320-450                    | 80                                                      | 0,4                                      | 390                                 | $N=350-500$ имп/с при 1 мкР/с,<br>$N_{\text{max}}=4 \cdot 10^3$ имп/с<br>$N_{\phi}=300$<br>$P_{\text{max}}=300$ | $1 \cdot 10^{10}$                | -60...+50                                     | 107 г.                                  | 1-031  |
| СИ-2Б (ПСТ-40) | Торцевой, стеклянный. Катод-проводящая пленка олова.                                                          | 1350-1750                  | 150                                                     | 0,05                                     | 1500                                | $N_{\text{max}}=10^5$<br>$N_{\phi}=65$                                                                          | $1 \cdot 10^8$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 70 \times 90$<br>[57 г]    | 1-032  |
| СИ-3Б          | Торцевой, стеклянный. Катод-медь.                                                                             | 1350-1650                  | 150                                                     | 0,03                                     | 1500                                | $N_{\text{max}}=10^4$<br>$N_{\phi}=25$                                                                          | $1 \cdot 10^8$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 38 \times 90$<br>[25 г]    | 1-033  |

Продолжение таблицы 1.2в. Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                  | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                   | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| СИ-5Б        | Торцевой. Катод-проводящая пленка. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения.  | 1250-1550                  | 150                                                     | 0,024                                    | 1500                                | $N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$<br>$N=1 \cdot 10^4$<br>$N_\phi=70$ | $5 \cdot 10^7$                   | -60...+60                                     | $\varnothing 70 \times 90$<br>[60 г]    | 1-032  |
| СИ-6Б        | Металлический. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения.                      | 500                        | 200                                                     | 0,1                                      | 900                                 | $N=700$ имп/с при 0,1 мкР/с<br>$N_\phi=27$                       | $1 \cdot 10^{10}$                | -80...+100                                    | $\varnothing 12 \times 110$<br>[8 г]    | 1-034  |
| СИ-7Б        |                                                                             | 500                        | 80                                                      | 0,2                                      | 900                                 | $N=400$ имп/с при 1 мкР/с                                        | -                                | -80...+100                                    | $\varnothing 22 \times 199,5$<br>[8 г]  | 1-017  |
| СИ-8Б        | Торцевой, металлический. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения.            | 320-450                    | 80                                                      | 0,25-0,3                                 | 390                                 | $N=350-500$ имп/с при 1 мкР/с,<br>$N_\phi=120$                   | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 82,5 \times 31$<br>[100 г] | 1-035  |
| СИ-8БМ       |                                                                             | 255-285                    | 80                                                      | 0,3                                      | 400                                 | $N=280$ имп/с при 1 мкР/с,<br>$N_\phi=120$                       | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 82,5 \times 31$<br>[100 г] | 1-035  |
| СИ-9БГ       | Металлический. Регистрация $\beta$ -излучения с $E_{\text{max}} > 0,5$ МэВ. | 300-350                    | 60                                                      | 0,15                                     | 320                                 | $N=360-540$ при 1 мкР/с<br>$R_{\text{max}}=50$                   | $1 \cdot 10^9$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 10 \times 25$<br>[6 г]     | 1-036  |
| СИ-12БГ      | Металлический. Регистрация $\beta$ и $\gamma$ -излучений                    | 400-500                    | 80                                                      | 0,15-0,2                                 | 900                                 | $N=340$ при 0,1 мкР/с                                            | $1 \cdot 10^{10}$                | -40...+50                                     | $\varnothing 12 \times 71$              | 1-036а |

Окончание таблицы 1.2в. Основные параметры счетчиков и детекторов детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                    | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]    | № рис. |
|--------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------|
| СИ-12Б       | Торцевой, стеклянный. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения  | 260-300                    | 80                                                      | -                                        | -                                   | -                              | -                                | -40...+50                                     | н/д                                   | 1-035а |
| СИ-13Б       | Торцевой, стеклянный. Регистрация мягкого $\beta$ -излучения. | 260-300                    | 200                                                     | 0,25                                     | 400                                 | -                              | -                                | -50...+60                                     | $\varnothing 49 \times 26$<br>[55 г]  | 1-035б |
| СИ-14Б       | Плавная регулировка чувствительности.                         | 230-300                    | 200                                                     | 0,25                                     | 400                                 | -                              | -                                | -50...+60                                     | $\varnothing 84 \times 26$<br>[133 г] | 1-035б |

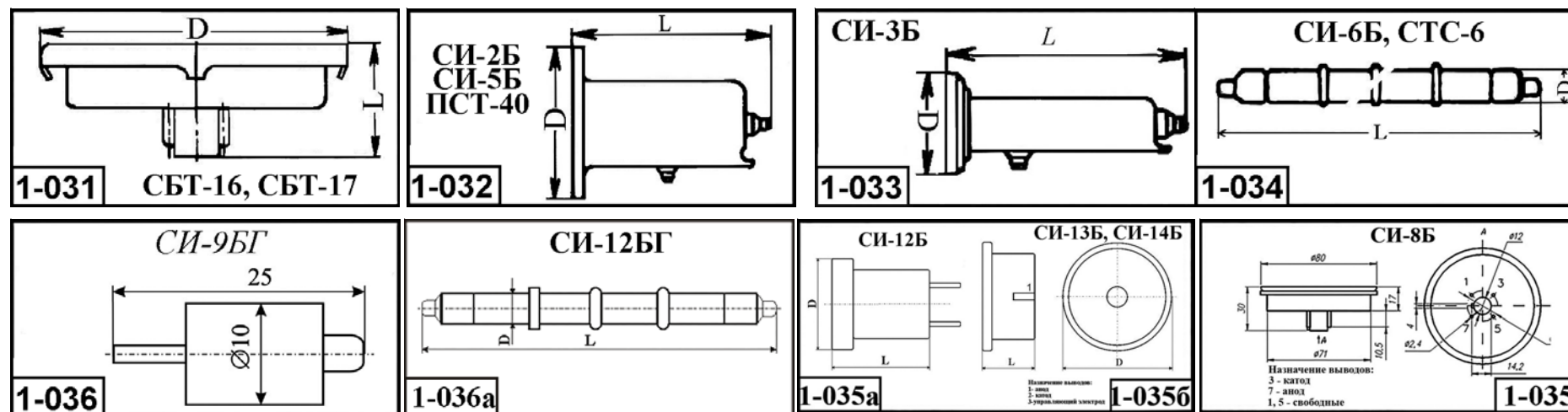


Рис. 1.6. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов бета-излучения

**1.1.2.4. Детекторы и счетчики бета-излучения СИ-15 БГ, СИ-19БГ, СИ-23БГ, СИ-24БГ, СИ-25БГ, СИ-26БГ, СИ-28БГ1 СИ-28БГ2, СИ-29БГ, МСТ-17, МСТ-18 (СИ-3Б), СИ-1 ГИП, СТС-5, СТС-6, Т-25БФЛ**

Основные параметры детекторов и счетчиков бета-излучения приводятся в табл. 1.2г. Внешний вид приборов приводится на рис.1.7.

**Таблица 1.2г.** Основные параметры счетчиков и детекторов детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика         | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                                     | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                        | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]         | № рис. |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------|
| СИ-15БГ              | Торцевой, регистрация $\beta$ и $\gamma$ -излучений от $3 \cdot 10^{-5}$ до 1 Р/ч в импульсном и до 0,5 Р/с в токовом режимах. | 240-320                    | 80                                                      | 0,3                                      | 400                                 | $N_{\text{max}}=1,2 \cdot 10^4$                       | $1 \cdot 10^8$                   | -40...+50                                     | [32 г]                                     | 1-037  |
| СИ-19БГ              | Торцевой, регистрация $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                                                          | 240-320                    | 100                                                     | 0,3                                      | 400                                 | $N=4$ имп/мкР<br>$N_{\phi}=10$                        | $1 \cdot 10^9$                   | -40...+50                                     | 9,3 x 9,3 x 21<br>[5 г]                    | 1-037a |
| СИ-23БГ              | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                                                           | 240-320                    | 100                                                     | 0,15                                     | 400                                 | -                                                     | $1 \cdot 10^9$                   | -45...+60                                     | $\varnothing 19 \times 195$<br>[25 г]      | 1-037б |
| СИ-24БГ              | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                                                           | 230-300                    | 100                                                     | 0,15                                     | 350-475                             | $N=50-100$ имп/с при 1 мкР/с<br>$N_{\phi}=30$         | $1 \cdot 10^9$                   | -45...+60                                     | $\varnothing 11 \times 111$<br>[11-12 г]   | 1-017  |
| СИ-25БГ<br>СИ-26БГ   | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.<br>Управляемый                                                            | 230-300                    | 100                                                     | 0,25                                     | 350-475                             | $N=30$ имп/с при 4 мкР/с<br>$N=30$ имп/с при 40 мкР/с | $1 \cdot 10^9$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 10,6 \times 42$               | 1-037г |
| СИ-28БГ1<br>СИ-28БГ2 | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                                                           | 805-845                    | 150                                                     | 0,2                                      | 900                                 | $N=90$ имп/мкР<br>$N_{\phi}=30$                       | $1 \cdot 10^9$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 10,3 \times 61,5$<br>[ 5,5 г] | 1-037в |
| СИ-29БГ              | Регистрация жесткого $\beta$ -и $\gamma$ -излучения.                                                                           | 240-320                    | 100                                                     | 0,125                                    | 400                                 | -                                                     | -                                | -60...+70                                     | $\varnothing 10,3 \times 61,5$<br>[ 5,5 г] | 1-037г |

Окончание таблицы 1.2г. Основные параметры счетчиков и детекторов бета-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика   | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                          | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис. |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| МСТ-17         | Торцевой. Катод-медь.                                                                                     | 1300-1600                  | 150                                                     | 0,05                                     | 1500                                | $N_{\max}=1 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=25$                                                | $5 \cdot 10^7$                   | -30...+50                                     | $\varnothing 40 \times 100$<br>[25 г]  | 1-039  |
| МСТ-18 (СИ-3Б) | Регистрация $\beta$ -излучения.                                                                           | 1300-1600                  | 150                                                     | 0,03                                     | 1400                                | $N_{\phi}=25$                                                                           | $6 \cdot 10^7$                   | -30...+50                                     | $\varnothing 20 \times 100$<br>[25 г.] | 1-039  |
| СИ-1 ГИП       | Искровой с импульсным питанием ( $t_{\text{имп}}=1$ мкс). Регистрация $\beta$ -частиц с высокой энергией. | 900-1000                   | 100                                                     | -                                        | 1000                                | $\varepsilon=60$                                                                        | $1 \cdot 10^6$                   | -80...+120                                    | $\varnothing 8 \times 370$<br>[23 г]   | 1-038  |
| СТС-5          | Металлический. Регистрация $\beta$ -излучения с $E_{\max} > 0,5$ МэВ.                                     | 320-450                    | 80                                                      | 0,125                                    | 390                                 | $N=(1,48-2,2) \cdot 10^5$ при 200 мкР/ч,<br>$N_{\phi}=27$<br>$P_{\max}=50$              | $1 \cdot 10^9$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 12 \times 110$            | 1-017  |
| СТС-6          | Металлический. Регистрация $\beta$ -излучения с $E_{\max} > 0,5$ МэВ.                                     | 320-450                    | 80                                                      | 0,125                                    | 390                                 | $N=(2,28-3,42) \cdot 10^3$ при 0,36 мкР/ч,<br>$N_{\max}=6 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=110$ | $1 \cdot 10^9$                   | -40...+50                                     | $\varnothing 22 \times 197$<br>[25 г]  | 1-017  |
| Т-25БФЛ        | Торцевой, самогасящийся. С медным катодом. Регистрация $\alpha$ - и $\beta$ -излучений.                   | 1250                       | 250                                                     | 0,015                                    | 1350                                | $N_{\phi}=30$                                                                           | $5 \cdot 10^8$                   | -40...+40                                     | $\varnothing 25$                       | 1-039  |



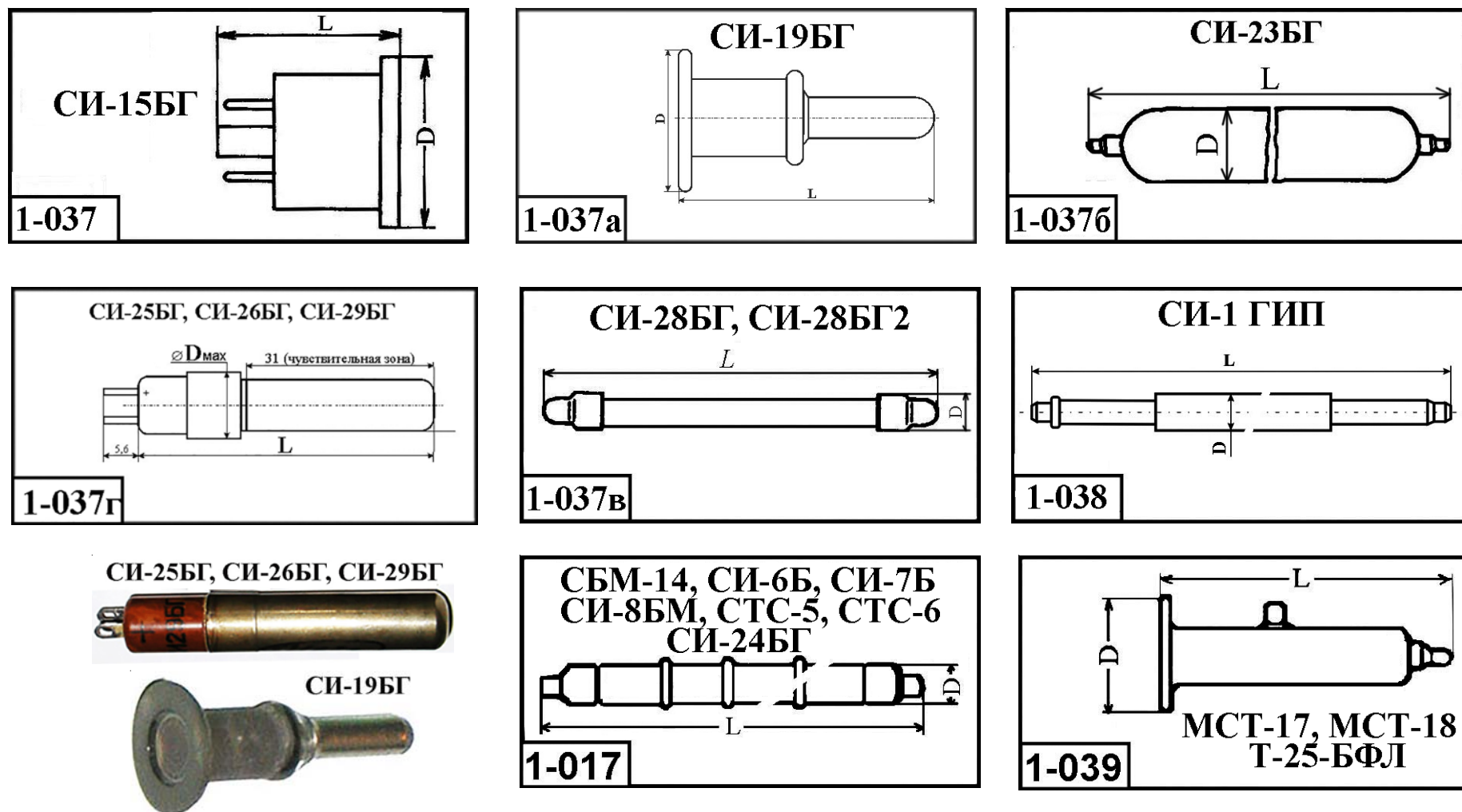


Рис. 1.7. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов бета-излучения

### 1.1.2.5д. Детекторы и счетчики $\alpha, \beta, \gamma$ -излучений Бета-1, Бета-1-1, Бета-2, Бета-2-1, Бета-6, Бета 6-1, Бета 7-1

Приборы предназначены для работы в различных дозиметрических и радиметрических устройствах. Наряду с бета-частицами счетчики могут также регистрировать альфа-частицы и гамма-излучение. Для регистрации альфа- и бета- частиц в конструкции счетчиков предусмотрено тонкое окно из слюды. Особенностью их конструкции также является минимально возможная поверхность катода (по сравнению с цилиндрическими торцевыми бета-счетчиками), что позволяет вести регистрацию альфа- и бета- частиц на фоне гамма-излучения.

Основные параметры детекторов и счетчиков  $\alpha, \beta, \gamma$ -излучений приводятся в табл. 1.2д. Внешний вид приборов приводится на рис.1.7д.

**Таблица 1.2д.** Основные параметры счетчиков и детекторов мягкого  $\alpha, \beta, \gamma$ -излучений при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Напряжение начала счета, В, не более | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В, не более | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Эффективность, %, к: |                        |                   | Собственный фон в свинцовой камере 50 мм, имп / с | Мертвое время, мкс, не более | Межэлектродная ёмкость, пф | Площадь слюдяного окна, см <sup>2</sup> | Чувствительность к 60 Со, имп / мкР | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, °С | Габаритные размеры без выводов, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------|-------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------|
|              |                                      |                                                         |                                                    |                                     | <sup>204</sup> Пл    | <sup>90</sup> Sr - 90Y | <sup>239</sup> Pu |                                                   |                              |                            |                                         |                                     |                                  |                                 |                                                |        |
| Бета-1       | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 20                | 0,6 max                                           | 100                          | 4                          | 7                                       | 96 ÷ 144                            | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø34x20 [18]                                    | 1-001д |
| Бета-1-1     | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 20                | 0,6 max                                           | 100                          | 10                         | 7                                       | 96 ÷ 144                            | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø44x8 [19]                                     | 1-002д |
| Бета-2       | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 20                | 1,0 max                                           | 140                          | 9                          | 13,8                                    | 160 ÷ 240                           | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø56,5x8 [27,5]                                 | 1-003д |
| Бета-2-1     | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 20                | 1,0 max                                           | 150                          | 13                         | 13,8                                    | 160 ÷ 240                           | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø46,2x20 [27,5]                                | 1-004д |
| Бета-6       | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 36                | 0,2                                               | 120                          | 2,5                        | 1,85-2                                  | 22-33                               | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø25x8 [7,5]                                    | 1-005д |
| Бета-6-1     | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 36                | 0,2                                               |                              | 5,8                        | 1,85-2                                  | 22-33                               | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø25x8 [6,7]                                    | 1-006д |
| Бета-7-1     | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 | 45                   | 60                     | 36                | 0,1                                               | 130                          | 5,6                        | 0,7                                     | 10-14                               | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                       | Ø17x7,5 [3]                                    | 1-007д |

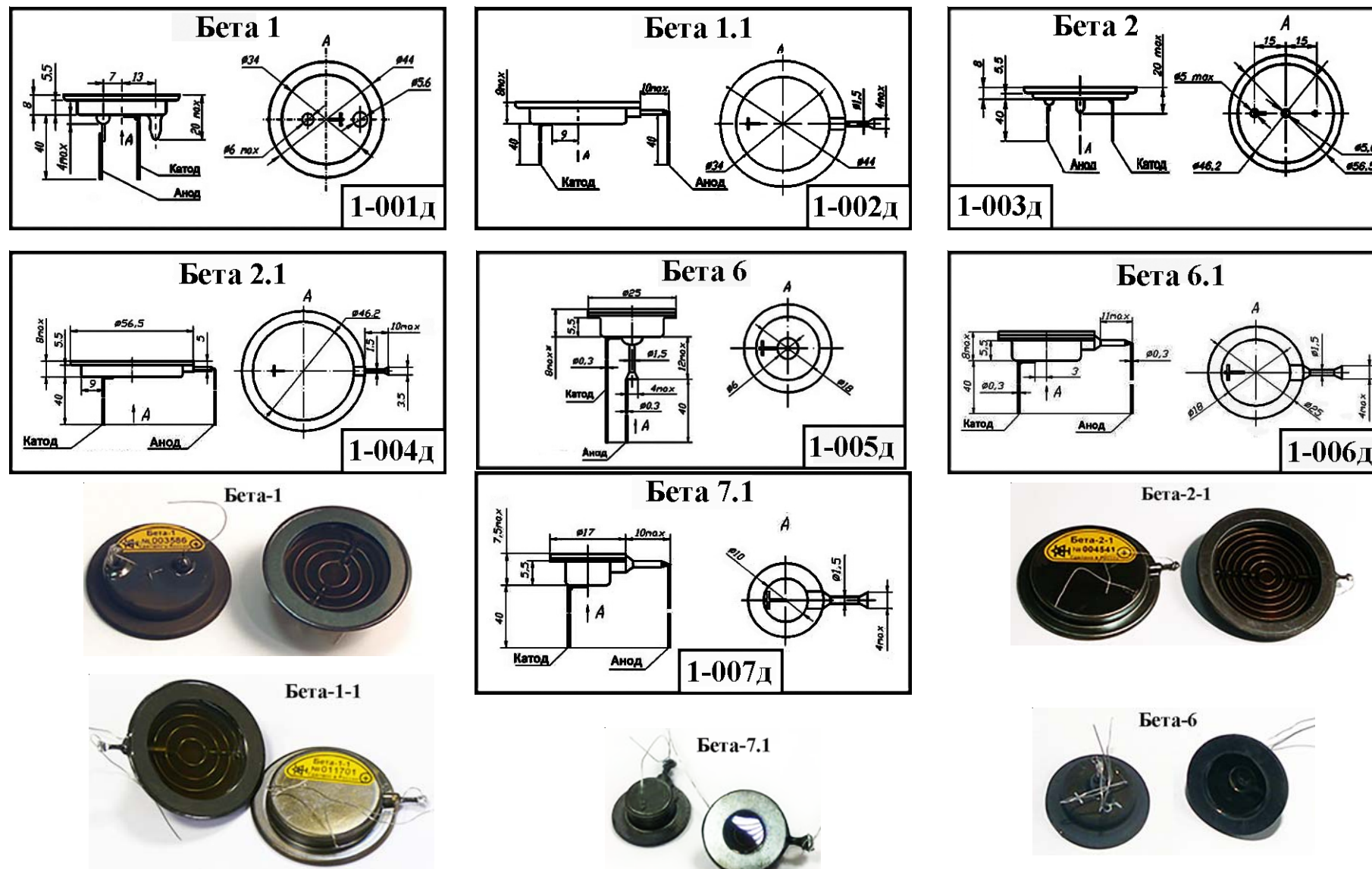


Рис. 1.7д. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов  $\alpha, \beta, \gamma$ -излучений.

### 1.1.2.6д. Детекторы и счетчики $\beta$ , $\gamma$ -излучений: Бета-5, Бета-5-1, Бета-5Ц, СИ8Б, СИ8Б-1

Наряду с бета-частицами счетчики могут также регистрировать гамма-излучение. Приборы торцевые, размещены в металлическом корпусе. Для регистрации бета- частиц в конструкции приборов предусмотрено тонкое окно из слюды.

Основные параметры детекторов и счетчиков  $\beta$ ,  $\gamma$ -излучений приводятся в табл. 1.2-1д.. Внешний вид приборов приводится на рис.1.7-1д.

**Таблица 1.2-1д.** Основные параметры счетчиков и детекторов  $\beta$  и  $\gamma$ -излучений при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика               | Напряже-<br>ние<br>начала<br>счета ,<br>В,<br>не более | Протя-<br>жен-<br>ность<br>плато<br>счетной<br>характе-<br>ристики,<br>В,<br>не менее | Наклон<br>плато<br>счетной<br>характе-<br>ристики,<br>%/В,<br>не более | Реко-<br>мен-<br>дуемое<br>рабочее<br>напря-<br>жение,<br>В | Чувстви-<br>тель-<br>ность<br>к $^{60}\text{Co}$ | Эффек-<br>тивность<br>регист-<br>рации бета-<br>излуче-<br>ния, % | Мертвое<br>время,<br>мкс | Собстве-<br>нный<br>фон в<br>свинцо-<br>вой<br>камере<br>50 мм,<br>имп / с | Меж-<br>элект-<br>родная<br>ёмкость,<br>пф | Пло-<br>щадь<br>слюдя-<br>ного<br>окна,<br>$\text{см}^2$ | Срок<br>службы,<br>импуль-<br>сов,<br>не менее | Диапа-<br>зон<br>рабочих<br>темпера-<br>тур,<br>$^\circ\text{C}$ | Габа-<br>ритные<br>размеры<br>без<br>выводов,<br>мм ,<br>[масса, г] | № рис. |
|----------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| Бета-5                     | 305                                                    | 350 ÷ 550                                                                             | 0,2                                                                    | 400                                                         | 350-500                                          | 50 ÷ 80                                                           | 160                      | 2,2 max                                                                    | 15,5                                       | 37                                                       | $1 \times 10^{10}$                             | -50 ÷ +60                                                        | 68x88x22<br>[105]                                                   | 1-008д |
| Бета-5-1                   | 305                                                    | 350 ÷ 550                                                                             | 0,2                                                                    | 400                                                         | 350-500                                          | 50 ÷ 80                                                           | 160                      | 2,2 max                                                                    | 21                                         | 37                                                       | $1 \times 10^{10}$                             | -50 ÷ +60                                                        | 69x88x10,7<br>[103]                                                 | 1-009д |
| Бета-5Ц<br>аналог<br>СБТ10 | 305                                                    | 350 ÷ 550                                                                             | 0,25                                                                   | 400                                                         | 350-550                                          | 50 ÷ 80                                                           | 160                      | 2,2 max                                                                    |                                            | 37                                                       | $1 \times 10^{10}$                             | -50 ÷ +60                                                        | 68x88x40,5<br>[145]                                                 | 1-010д |
| СИ8Б-1                     | 305                                                    | 100                                                                                   | 0,3                                                                    | 390                                                         | 50 ÷ 85                                          | 50 ÷ 85                                                           | 160                      | 2,0 max                                                                    | 13                                         | 30                                                       | $1 \times 10^{10}$                             | -50 ÷ +60                                                        | $\varnothing 80 \times 17,3$<br>[67]                                | 1-011д |

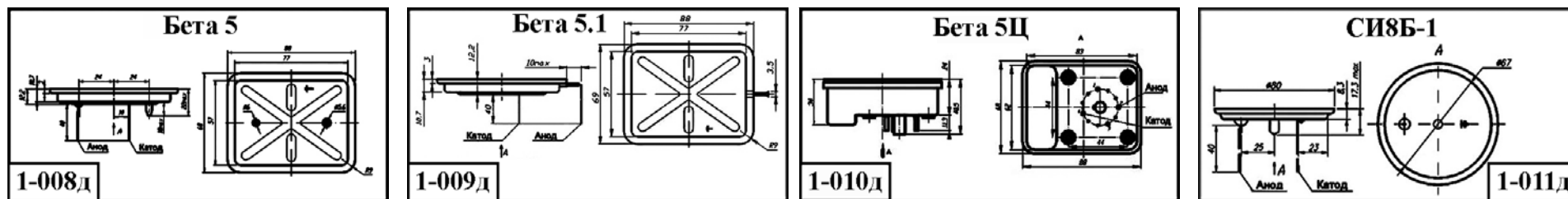


Рис. 1.7-1д. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов  $\beta$  и  $\gamma$ -излучений.

### 1.1.3. Детекторы и счетчики гамма-излучения

#### 1.1.3.1. Детекторы и счетчики гамма-излучения ВС-4, ВС-6, ВС-8, ВС-9, ВС-9Т, СИ-4Г, ВС-11, ВС-13, ВС-14, ВС-16, ГС-4, ГС-6, ГС-7, ГС-8, ГС-9, ГС-10, ГС-11, ГС-12, МС-4, МС-6, МС-7, МС-8, МС-9. МС-11, МС-12, МС-13, МС-14, МС-16, СГС-3, СГС-4, СГС-5

Основные параметры детекторов и счетчиков гамма излучения приводятся в табл. 1.3а. Внешний вид приборов приводится на рис.1.8.

**Таблица 1.3а.** Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                              | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                               | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| ВС-4         | Стекланный. Катод вольфрам, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы. | 720-800                    | 200                                                     | 0,075                                    | 820-880                             | $N=(4,5-6,5) \cdot 10^3$<br>при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=130$                                   | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 175$<br>[40 г] | 1-040  |
| ВС-6         |                                                                         | 720-800                    | 250                                                     | 0,075                                    | 950                                 | $N=8 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 10^5$<br>при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=380$                          | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 260$<br>[65 г] | 1-040  |
| ВС-8         |                                                                         | 720-800                    | 150                                                     | 0,1                                      | 950                                 | $N=(3-4) \cdot 10^3$<br>при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=110$                                       | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 15 \times 180$<br>[25 г]   | 1-040  |
| ВС-9         |                                                                         | 720-800                    | 250                                                     | 0,075                                    | 900-950                             | $N=0,1$<br>имп/мин*см <sup>2</sup><br>при 0,1 мкР/ч<br>$N=1,8 \cdot 10^4$<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=380$ | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 31 \times 360$<br>[125 г]  | 1-040  |

Продолжение таблицы 1.3а. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика  | Особенности конструкции, катод, назначение                              | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                         | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| BC-9T (СИ-4Г) | То-же термостойкий                                                      | 720-800                    | 200                                                     | 0,1                                      | 850                                 | $N=1,8 \cdot 10^4$                                                                                     | $1 \cdot 10^8$                       | -50...+100                                    | $\varnothing 31 \times 380$<br>[125 г]  | 1-040  |
| BC-11         | Стеклянный. Катод вольфрам, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы. | 720-800                    | 200                                                     | 0,075                                    | 950                                 | $N=(7,3-9,9) \cdot 10^3$<br>при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=150$             | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 31 \times 180$<br>[65 г]   | 1-040  |
| BC-13         |                                                                         | 720-800                    | 150                                                     | 0,1                                      | 950                                 | $N=(1,5-2,5) \cdot 10^3$<br>при 0,53 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=60$           | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21 \times 100$<br>[25 г.]  | 1-041  |
| BC-14         |                                                                         | 720-800                    | 200                                                     | 0,075                                    | 950                                 | $N=(4,5-6,5) \cdot 10^3$<br>при 0,53 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=130$          | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21 \times 160$<br>[40 г]   | 1-041  |
| BC-16         |                                                                         | 720-800                    | 200                                                     | 0,075                                    | 950                                 | $N=8 \cdot 10^3 - 1,2 \cdot 10^5$<br>при 0,53 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=180$ | $2 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 250$<br>[70 г] | 1-041  |

Продолжение таблицы 1.3а. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                            | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                       | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]       | № рис. |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|--------|
| ГС-4         | Стеклянный. Катод графит, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы. | 1100-1300                  | 200                                                     | 0,1                                      | 1250-1350                           | $N_\Phi=100$                                                                         | $2 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 175$<br>[35 г]  | 1-040  |
| ГС-6         |                                                                       | 1100-1300                  | 200                                                     | 0,1                                      | 1250-1350                           | $N_\Phi=164$                                                                         | $2 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 260$<br>[8,5 г] | 1-040  |
| ГС-7         |                                                                       | 1100-1300                  | 200                                                     | 0,1                                      | 1200-1400                           | $N_\Phi=53$                                                                          | $2 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 15 \times 140$<br>[15 г]    | 1-040  |
| ГС-8         | Стеклянный. Катод графит, нанесенный на внутреннюю поверхность колбы. | 1100-1300                  | 200                                                     | 0,1                                      | 1200-1400                           | $N_\Phi=70$                                                                          | $2 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 15 \times 180$<br>[15 г]    | 1-040  |
| ГС-9         |                                                                       | 1100-1300                  | 250                                                     | 0,1                                      | 1350-1450                           | $N_\Phi=300$                                                                         |                                      | -20...+50                                     | $\varnothing 31 \times 360$              | 1-040  |
| ГС-10        |                                                                       | 1100-1300                  | 200                                                     | 0,1                                      | 1350-1450                           | $N_\Phi=100$                                                                         |                                      | -20...+50                                     | $\varnothing 31 \times 180$              | 1-040  |
| ГС-11        |                                                                       | 1100-1300                  | 200                                                     | 0,1                                      | 1350-1450                           | $N_\Phi=148$                                                                         | $2 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 15 \times 180$<br>[15 г]    | 1-040  |
| ГС-12        |                                                                       | 1100-1300                  | 150                                                     | 0,1                                      | 1350-1450                           | $N_\Phi=25$                                                                          | $2 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 15 \times 140$<br>[15 г]    | 1-040  |
| МС-4         | Стеклянный. Катод медь, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы.   | 720-780                    | 200                                                     | 0,1                                      | -                                   | $N=(2,2-3) \cdot 10^3$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_\Phi=65$    | $3 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 175$<br>[40 г.] | 1-040  |
| МС-6         |                                                                       | 720-780                    | 200                                                     | 0,1                                      | -                                   | $N=(4,5-5,5) \cdot 10^3$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_\Phi=120$ | $3 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 260$<br>[65 г]  | 1-040  |

МС-4



Продолжение таблицы 1.3а. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                          | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                 | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| МС-7         | Стекланный. Катод медь, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. | 720-780                    | 100                                                     | 0,15                                     | -                                   | $N=(0,85-1,3) \cdot 10^3$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=28$   | $1 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 260$<br>[65 г] | 1-040  |
| МС-8         | Стекланный. Катод медь, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. | 720-780                    | 100                                                     | 0,15                                     | -                                   | $N=(1,3-2,1) \cdot 10^3$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=55$    | $1 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 25 \times 180$<br>[25 г]   | 1-040  |
| МС-9         |                                                                     | 720-780                    | 100                                                     | 0,1                                      | -                                   | $N=(0,93-1,27) \cdot 10^4$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=280$ | $1 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 31 \times 360$<br>[125 г]  | 1-040  |
| МС-11        |                                                                     | 720-780                    | 200                                                     | 0,1                                      | -                                   | $N=(3,6-5) \cdot 10^3$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=105$     | $1 \cdot 10^8$                       | -20...+50                                     | $\varnothing 31 \times 180$<br>[125 г]  | 1-040  |
| МС-12        | Стекланный. Катод медь, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. | 720-780                    | 100                                                     | 0,15                                     | -                                   | $N=(3,7-5,7) \cdot 10^2$<br>при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=15$    | $1 \cdot 10^8$                       | -25...+50                                     | $\varnothing 15 \times 140$<br>[20 г]   | 1-040  |

Окончание таблицы 1.3а. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                          | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                           | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| МС-13        | Стекланный. Катод медь, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. | 720-780                    | 200                                                     | 0,15                                     | -                                   | $N=(3,9-5,2) \cdot 10^3$<br>при 0,53 мкР/с<br>$N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=30$   | $1 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 100$<br>[25 г] | 1-040  |
| МС-14        | Стекланный. Катод медь, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. | 720-780                    | 200                                                     | 0,15                                     | -                                   | $N=(0,97-1,2) \cdot 10^4$<br>при 0,53 мкР/с<br>$N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=70$  | $3 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 160$<br>[40 г] | 1-041  |
| МС-16        |                                                                     | 720-780                    | 200                                                     | 0,15                                     | -                                   | $N=(1,7-2,15) \cdot 10^4$<br>при 0,53 мкР/с<br>$N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=120$ | $3 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 21,5 \times 250$<br>[70 г] | 1-041  |
| СГС-3        | Стекланный.                                                         | -                          | 60                                                      | 0,25                                     | 380                                 | -                                                                                        | -                                    | -20...+50                                     | $\varnothing 10 \times 55$              | 1-042  |
| СГС-4        | Цилиндрический.                                                     | -                          |                                                         |                                          | 340                                 | -                                                                                        | -                                    | -20...+50                                     | $\varnothing 10 \times 38$              | 1-042  |
| СГС-5        | Самогасящийся.                                                      | -                          | 60                                                      | 0,25                                     | 380                                 | -                                                                                        | $1 \cdot 10^{10}$                    | -20...+50                                     | $\varnothing 8 \times 62$               | 1-042  |



Рис. 1.7доп. Внешний вид счетчиков.

**1.1.3.2. Детекторы и счетчики гамма-излучения СГС-6, СИ-1Г, СИ-1 ГИП, СИ-4Г, СИ-5Г, СИ-6Г, СИ-7Г, СИ-8Г, СИ-10Г, СИ-11Г, СИ-12Г, СИ-13Г, СИ-14Г, СИ-19Г, СИ-20Г, СИ-21Г, СИ-22Г, СИ-22ГУ, СИ-23Г**

Основные параметры детекторов и счетчиков гамма излучения приводятся в табл. 1.36. Внешний вид приборов приводится на рис..1.8.

**Таблица 1.36.** Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                        | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                                       | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис. |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| СГС-6        | Торцевой. Стекланный. Катод - никелевый. Режим работы токовый и импульсный        | 270-310                    | 80                                                      | 0,15                                     | 380-400                             | $N=20-30$ имп/с при $1 \text{ мкР/ч}$<br>$N=(5,9-7,1) \cdot 10^3$ при $1 \text{ Р/ч}$ .<br>$N=1,5 \cdot 10^6$<br>$I_{\text{max}}=65$ | $1 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 8 \times 90$<br>[6 г]     | 1-050  |
| СИ-1Г        | Стекланный. Катод - трубка из нержавеющей стали.                                  | 280-335                    | 80                                                      | 0,125                                    | 350-450                             | $N=496-744$ при $0,1 \text{ мкР/с}$<br>$N=1,75 \cdot 10^4$<br>$N_{\text{max}}=10^5$<br>$N_{\phi}=25$<br>$P_{\text{max}}=50$          | $1 \cdot 10^9$                       | -50...+70                                     | $\varnothing 50 \times 90$<br>[15 г]   | 1-040  |
| СИ-1 ГИП     | Стекланный. Катод - проводящая пленка.                                            | 900-1000                   | -                                                       | -                                        | 1000                                | $\varepsilon=60$                                                                                                                     | $1 \cdot 10^6$                       | -80...+120                                    | $\varnothing 8 \times 370$<br>[23 г]   | 1-038  |
| СИ-4Г        | Стекланный. Катод - пленка вольфрама, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. | 720-800                    | 200                                                     | 0,1                                      | 910                                 | $N=(1,8-2,5) \cdot 10^4$ имп/с при $0,1 \text{ мкР/с}$<br>$N_{\text{max}}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=380$                            | 20 ч.                                | -40...+50                                     | $\varnothing 31 \times 360$<br>[125 г] | 1-040  |

Продолжение таблицы 1.3б. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                               | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                 | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис.                  |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------|
| СИ-5Г        | Стекланный. Катод - пленка графита, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы.                                          | 1150-1250                  | 250                                                     | 0,1                                      | 1350                                | $N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=1000$                     | $3 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 63 \times 652$<br>[63 г]  | 1-040                   |
| СИ-6Г        |                                                                                                                          | 1150-1250                  | 200                                                     | 0,01                                     | 1350                                | $N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=430$                      | $3 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 63 \times 652$<br>[63 г]  | 1-040                   |
| СИ-7Г        | Стекланный. Катод - пленка графита, нанесенная на внутреннюю поверхность колбы. Регистрация небольших уровней излучения. | 1150-1250                  | 150                                                     | 0,1                                      | 1350                                | $N_{\max}=3 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=100$                      | $5 \cdot 10^7$                       | -50...+100                                    | $\varnothing 15 \times 220$<br>[25 г]  | 1-040<br>1-043<br>1-044 |
| СИ-8Г        |                                                                                                                          | 1150-1250                  | 250                                                     | 0,1                                      | 1350                                | $N_{\max}=5 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=300$                      | $3 \cdot 10^8$                       | -40...+50                                     | $\varnothing 31 \times 360$<br>[150 г] | 1-040                   |
| СИ-10Г       | Стекланный. Катод - проводящая пленка олова.                                                                             | 295-330                    | 80                                                      | 0,2                                      | -                                   | $N=24-30$ имп/с при 0,1 мкР/с<br>$P_{\max}=50$                 | $3 \cdot 10^8$                       | -50...+100                                    | $\varnothing 16 \times 93,5$<br>[25 г] | 1-045                   |
| СИ-11Г       |                                                                                                                          | 295-300                    | 80                                                      | 0,2                                      | -                                   | $N=52-65$ имп/с при 0,1 мкР/с<br>$P_{\max}=1$                  | $3 \cdot 10^8$                       | -50...+100                                    | $\varnothing 23 \times 180$<br>[15 г]  | 1-045                   |
| СИ-12Г       | Стекланный. Катод - проводящая пленка олова.                                                                             | 295-300                    | 80                                                      | 0,25                                     | -                                   | $N=20-25$ имп/с при 0,1 мкР/с<br>$P_{\max}=5$                  | $3 \cdot 10^8$                       | -50...+100                                    | $\varnothing 9 \times 180$<br>[15 г]   | 1-046                   |
| СИ-13Г       |                                                                                                                          | 290-300                    | 80                                                      | 0,25                                     | 360-440                             | $N=19-27$ имп/с при 10 мкР/с<br>$N_{\phi}=15$<br>$P_{\max}=20$ | $1 \cdot 10^{10}$                    | -50...+60                                     | $\varnothing 9 \times 63$<br>[10 г]    | 1-045                   |

Окончание таблицы 1.36. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип счетчика      | Особенности конструкции, катод, назначение   | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                 | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис. |
|-------------------|----------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| СИ-14Г            | Стекланный. Катод - проводящая пленка олова. | 295-330                    | 80                                                      | -                                        | -                                   | $N=0,9-1,1$<br>имп/с при 0,1 мкР/с<br>$P_{\text{max}}=300$                                                     | $3 \cdot 10^8$                       | -50...+100                                    | $\varnothing 8 \times 60$<br>[10 г]    | 1-046  |
| СИ-19Г            | Металлический. Катод - нержавеющая сталь.    | 280-320                    | 100                                                     | 0,125                                    | 360-460                             | $N=500$ при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=2 \cdot 10^5$<br>$N_{\phi}=20$                                        | $1 \cdot 10^{10}$                    | -40...+50                                     | $\varnothing 11 \times 90$<br>[10 г]   | 1-047  |
| СИ-20Г            |                                              | 285-335                    | 100                                                     | 0,125                                    | 380-480                             | $N=2100$<br>$N_{\text{max}}=2 \cdot 10^5$<br>$N_{\phi}=60$                                                     | $1 \cdot 10^{10}$                    | -40...+50                                     | $\varnothing 19 \times 175$<br>[35 г]  | 1-047  |
| СИ-21Г            |                                              | 285-335                    | 100                                                     | 0,125                                    | 380-480                             | $N=3700$<br>$N_{\text{max}}=2 \cdot 10^5$<br>$N_{\phi}=80$                                                     | $1 \cdot 10^{10}$                    | -40...+50                                     | $\varnothing 19 \times 260$<br>[45 г]  | 1-047  |
| СИ-22Г<br>СИ-22ГУ |                                              | 285-335                    | 100                                                     | 0,125                                    | 380-480                             | $N=3700$<br>$N=540$<br>имп/мкР<br>$N_{\text{max}}=3 \cdot 10^3$<br>$N_{\phi}=75$<br>$P_{\text{max}}=7$         | $1 \cdot 10^{10}$                    | -40...+50                                     | $\varnothing 19 \times 215$<br>[40 г]  | 1-047  |
| СИ-23Г            | Стекланный. Катод - вольфрамовый.            | 720-800                    | 200                                                     | 0,07                                     | 900                                 | $N=0,1$<br>имп/мин*см <sup>2</sup><br>при 0,1 мкР/с<br>$N=200-400$<br>имп/мкР<br>$N_{\text{max}}=2 \cdot 10^4$ | $1 \cdot 10^7$                       | до +200                                       | $\varnothing 33 \times 400$<br>[40 г.] | 1-040  |

**1.1.3.3. Детекторы и счетчики гамма-излучения СИ-24Г, СИ-25Г, СИ-31Г, СИ-33Г, СИ-34Г, СИ-37Г, СИ-38Г, СИ-39Г, СИ-40Г, ЛТС-1, СИ-1БГ, СИ-2БГ, СИ-3БГ, СИ-10БГ, СИ-11БГ, СИ-21БГ, СИ-22БГ, СТС-1, СТС-2, СТС-3, СТС-8, СГМ11, СГМ18, СГМ19**

Основные параметры детекторов и счетчиков гамма излучения приводятся в табл. 1.3в. Внешний вид приборов приводится на рис.1.8 и 1.8а.

**Таблица 1.3в.** Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                         | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                         | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]    | № рис. |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------|
| СИ-24Г       | Стеклянный. Катод - сеточный нихромовый. Режим работы токовый и импульсный.        | 285-335                    | 100                                                     | -                                        | 370-410                             | $N=50-100$<br>имп/мкР<br>$R_{\max}=5$<br>$I_{\max}=30$                                                 | 200 ч.                               | -40...+50                                     | $\varnothing 9 \times 85$<br>[25 г]   | 1-045  |
| СИ-25Г       | Катод - спиралеобразный. Регистрация $\gamma$ -излучения с мощностью дозы 200 Р/ч. | 285-335                    | 100                                                     | 1,5                                      | 370-410                             | $R_{\max}=200$<br>$I_{\max}=30$                                                                        | 200 ч.                               | -60...+85                                     | $\varnothing 10 \times 55$<br>[15 г]  | 1-048  |
| СИ-31Г       | Стеклянный. Термоустойчивый. Катод - порошкообразный вольфрам.                     | 720-800                    | 200                                                     | 0,07                                     | 900                                 | $N=0,1$<br>имп/мин*см <sup>2</sup><br>при 1 мкР/с<br>$N_{\max}=2 \cdot 10^4$<br>$N_{\phi}=320$         | $5 \cdot 10^7$                       | +10...+250                                    | $\varnothing 27 \times 400$<br>[92 г] | 1-040  |
| СИ-33Г       | Стеклянный. Регистрация жесткого $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 5 Р/ч.    | 285-335                    | 100                                                     | 0,2                                      | 350-440                             | $N=18,5-22,5$<br>имп/с<br>при 1 мкР/с<br>$N_{\max}=7,5 \cdot 10^5$<br>$N_{\phi}=10$<br>$I_{\max}=36,4$ | $1 \cdot 10^{10}$                    | -40...+85                                     | $\varnothing 8 \times 90$<br>[6 г]    | 1-048  |

Продолжение таблицы 1.3в. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                          | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                            | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]    | № рис. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------|
| СИ-34Г       | Стекланный. Регистрация жесткого $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 500 Р/ч. Режим работы токовый и импульсный | 360                        | 80                                                      | 0,3                                      | 390                                 | $N=40-60$ имп/с при 1 Р/ч<br>$N_{\max}=1,55 \cdot 10^4$ при 500 Р/ч<br>$N_{\phi}=0,5$<br>$I_{\max}=42$<br>$P_{\max}=1000$ | $1 \cdot 10^{10}$                    | -40...+50                                     | $\varnothing 8 \times 55$<br>[3,5 г]  | 1-048  |
| СИ-37Г       | Стекланный. Регистрация жесткого $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 10 Р/ч в импульсном режиме.                | 285-335                    | 100                                                     | 0,25                                     | 350-450                             | $N=19-27$ имп/с<br>$N_{\phi}=15$<br>$P_{\max}=500$                                                                        | $2 \cdot 10^{10}$                    | -55...+85                                     | $\varnothing 8 \times 63$<br>[4,5 г]  | 1-048  |
| СИ-38Г       | Стекланный. Регистрация $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 1000 Р/ч                                            | 285-335                    | 100                                                     | 0,3                                      | 500-600                             | $N=8,8-13,2$ имп/с при 1 Р/ч<br>$N_{\phi}=0,5$<br>$P_{\max}=3600$                                                         | $2 \cdot 10^9$                       | -50...+60                                     | $\varnothing 10 \times 55$<br>[3,5 г] | 1-048  |
| СИ-39Г       | Стекланный. Катод - металлический. Регистрация жесткого $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 5 Р/ч.              | 285-335                    | 80                                                      | 0,2                                      | 395                                 | $N=19,5-21$ имп/с<br>$N_{\phi}=0,16$<br>$P_{\max}=1000$                                                                   | $1 \cdot 10^{10}$                    | -50...+75                                     | $\varnothing 8 \times 90$<br>[6 г]    | 1-049  |
| СИ-40Г       | Стекланный. Катод - стальной. Регистрация жесткого $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 500 Р/ч.                 | 285-335                    | 100                                                     | 0,3                                      | 390                                 | $N=45-55$ имп/с<br>$P_{\max}=1000$                                                                                        | $1 \cdot 10^{10}$                    | -50...+60                                     | $\varnothing 10 \times 55$<br>[45 г]  | 1-048  |

Продолжение таблицы 1.3в. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре 20±5°C

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                     | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                      | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, °C | Габаритные размеры, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|--------|
| ЛТС-1        | Стекланный. Катод - вольфрамовый.                                                                              | 285-335                    | 200                                                     | 0,05                                     | -                                   | N=0,1<br>имп/мин*см <sup>2</sup><br>при 1 мкр/ч                                     | 1*10 <sup>8</sup>                    | -10...+40                       | -                                  | -      |
| СИ-1БГ       | Стекланный. Катод - сетка из никелевой проволоки. Режим работы токовый и импульсный                            | 285-335                    | 100                                                     | -                                        | 375-410                             | I=10<br>при 1,5 Р/ч                                                                 | 100 ч.                               | -40...+50                       | Ø10x60<br>[10 г]                   | 1-051  |
| СИ-2БГ       |                                                                                                                | 285-335                    | 100                                                     | -                                        | 375-410                             | P <sub>max</sub> =150<br>I=10 при 50<br>Р/ч                                         | 100 ч.                               | -40...+50                       | Ø10x60<br>[10 г]                   | 1-051  |
| СИ-3БГ       |                                                                                                                | 380-460                    | 80                                                      | 0,25                                     | 290-330                             | N=48-72<br>при 3,6 мкР/ч<br>P=300<br>P <sub>max</sub> =900                          | 100 ч.                               | -40...+50                       | Ø10x55<br>[25 г]                   | 1-045  |
| СИ-10БГ      | Стекланный. Катод - сетка из никелевой проволоки. Режим работы токовый.                                        | 285-335                    | 80                                                      | 0,25                                     | 390                                 | P=1,5<br>P <sub>max</sub> =15<br>I=15 при 3,6<br>Р/ч                                | 150 ч.                               | -40...+50                       | Ø17x75<br>[15 г]                   | 1-051  |
| СИ-11БГ      | Стекланный. Катод - сетка из никелевой проволоки. Режим работы токовый и импульсный.                           | 285-335                    | 80                                                      | 0,25                                     | 375-410                             | P=50<br>P <sub>max</sub> =150<br>I=15 при 50<br>Р/ч                                 | 100 ч.                               | -40...+50                       | Ø17x75<br>[15 г]                   | 1-041  |
| СИ-21БГ      | Стекланный. Катод - металлический цилиндр. Регистрация γ-излучения с мощностью дозы до 50Р/ч в токовом режиме. | 285-335                    | 100                                                     |                                          | 350-450                             | P=50<br>P <sub>max</sub> =1000<br>I=0,4-0,7<br>при 1 Р/ч<br>I <sub>max</sub> =12-20 | 300 ч.                               | -40...+50                       | Ø17x70<br>[15 г]                   | 1-051  |

Продолжение таблицы 1.3в. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                              | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                             | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]                                        | № рис. |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------|
| СИ-22БГ      | Стекланный. Катод - металлический цилиндр. Регистрация $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 1,5Р/ч в токовом режиме. | 285-335                    | 100                                                     | -                                        | 350-450                             | $I=9,4-15,6$ при 1 Р/ч<br>$I=12-20$ при 1,5 Р/ч $P=50$<br>$P_{\text{max}}=1000$            | 300 ч.                               | -40...+50                                     | $\varnothing 17 \times 70$<br>[15 г]                                      | 1-051  |
| СТС-1        | Стекланный. Катод - трубка из нержавеющей стали.                                                                        | 280-320                    | 80                                                      | 0,125                                    | 360-440                             | $N=496-744$ при 0,1 мкР/с<br>$N_{\text{max}}=10^5$<br>$N_{\Phi}=25$<br>$P_{\text{max}}=50$ | $1 \cdot 10^9$                       | -50...+70                                     | $\varnothing 15,24 \times 90$<br>[15 г]                                   | 1-048  |
| СТС-2        | Регистрация $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 1,5Р/ч в токовом и импульсном режиме.                               | 285-335                    | 80                                                      | 0,25                                     | 380-460                             | $N=(1,47-2,22) \cdot 10^3$ при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=4 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=75$   | 200 ч.                               | -55...+70                                     | $\varnothing 24 \times 175$ или $\varnothing 24 \times 260$<br>[40 г]     | 1-052  |
| СТС-3        | Регистрация $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 1,5Р/ч в токовом и импульсном режиме.                               | 285-335                    | 80                                                      | 0,25                                     | 380-460                             | $N=(3,3-4,9) \cdot 10^3$ при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=130$    | 200 ч.                               | -55...+70                                     | $\varnothing 23 \times 260$ [40 г] или $\varnothing 23 \times 215$ [53 г] | 1-052  |
| СТС-8        | Регистрация $\gamma$ -излучения с мощностью дозы до 1,5Р/ч в токовом и импульсном режиме.                               | 285-335                    | 80                                                      | 0,25                                     | 380-460                             | $N=(2,6-3,84) \cdot 10^3$ при 0,1 Р/ч<br>$N_{\text{max}}=4 \cdot 10^4$<br>$N_{\Phi}=110$   | 200 ч.                               | -55...+70                                     | $\varnothing 23 \times 215$ [45 г]                                        | 1-052  |

Окончание таблицы 1.3в. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                            | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики | Срок службы, импульсов, ч., не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| СГМ11        | Четырехсекционный счетчик.                                                                                            | 285-330                    | 100                                                     | 0,125                                    | 350-480                             | -                              | -                                    | -40...+60                                     | -                                  | -      |
| СГМ18        | Семисекционные счетчики. Для измерения мощности экспозиционной дозы                                                   | 285-330                    | 100                                                     | 0,125                                    | 350-480                             | $1 \cdot 10^{-2} - 0,83$ мкР/с | $7 \cdot 10^{10}$                    | -40...+60                                     | $\varnothing 16 \times 140$        | 1-047  |
| СГМ19        | и оценки энергетического спектра $\gamma$ -излучения по относительному числу совпадающих импульсов на выходе счетчика | 285-330                    | 100                                                     | 0,1                                      | 350-480                             | $1 \cdot 10^{-2} - 0,56$ мкР/с | $7 \cdot 10^{10}$                    | -40...+60                                     | $\varnothing 24 \times 189$        | 1-047  |

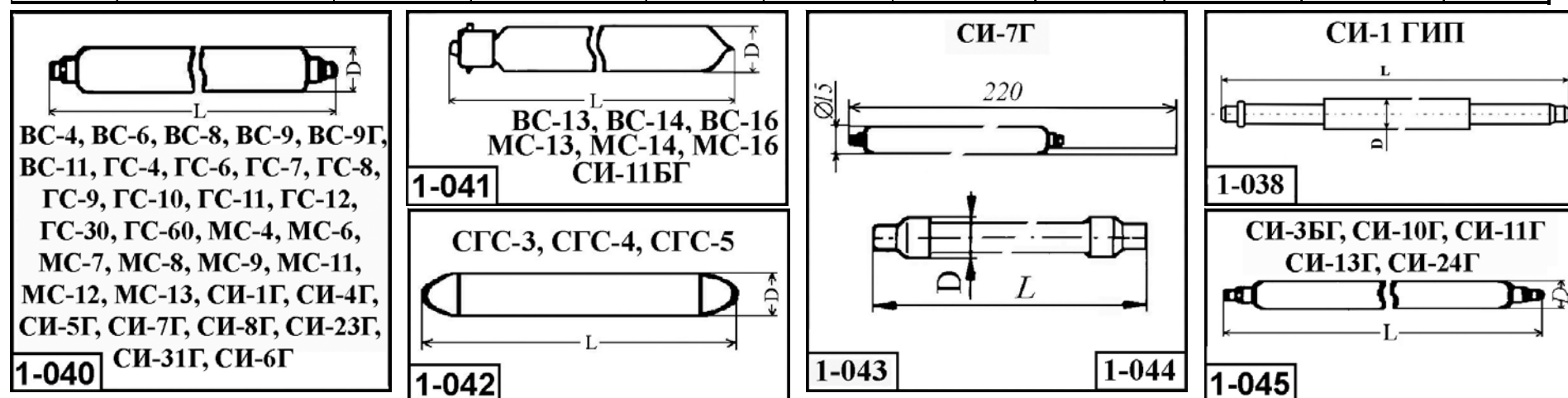


Рис. 1.8. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов гамма-излучения

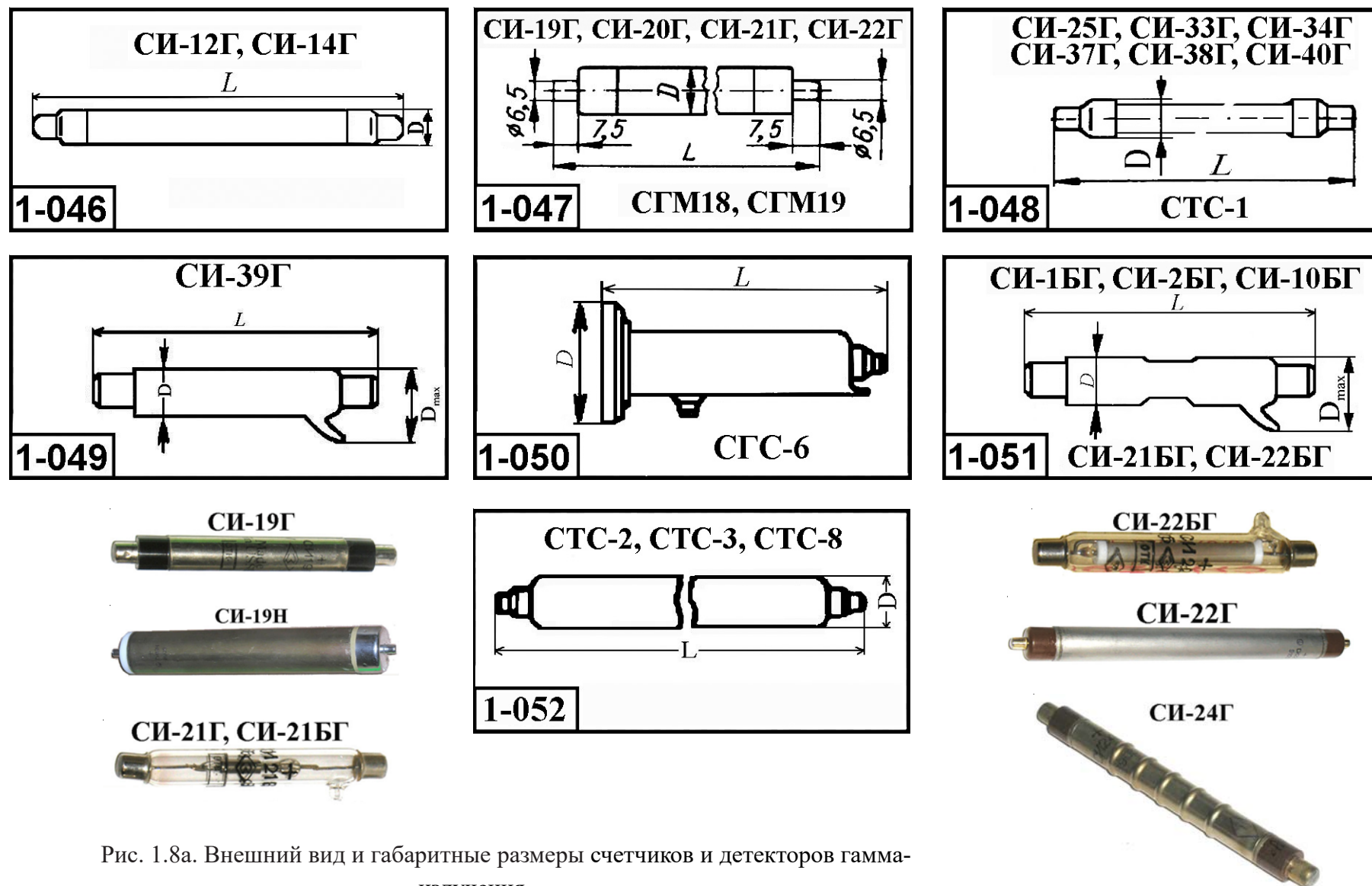


Рис. 1.8а. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков и детекторов гамма-излучения

1.1.3.4д. Детекторы и счетчики гамма-излучения Бета-1М, Бета-1М-1, Бета-2М, Бета-2М-1, Бета-5М, Бета-5М-1, Бета-6М, Бета-6М-1, Бета-7-1, Бета-7М-1

Основные параметры детекторов и счетчиков гамма-излучения приводятся в табл.1.3д.. Внешний вид приборов приводится на рис.1.8д.

Таблица 1.3д. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре 20±5°C

| Тип счетчика | Напряжение начала счета, В, не более | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В, не более | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Эффективность, %, к: |                                    |                   | Чувствительность к 60 Со, имп / мкР | Собственный фон в свинцовой камере 50 мм, имп / с | Мертвое время, мкс. не более | Межэлектродная ёмкость, пф | Площадь слюдяного окна, см <sup>2</sup> | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, °С | Габаритные размеры без выводов, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------|------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------|--------|
|              |                                      |                                                         |                                                    |                                     | <sup>204</sup> Тl    | <sup>90</sup> Sr - <sup>90</sup> Y | <sup>239</sup> Pu |                                     |                                                   |                              |                            |                                         |                                  |                                 |                                                |        |
| Бета-1М      | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 96 ÷ 144                            | 0,6 max                                           |                              | 4                          | 20                                      | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø44x20 [19]                                    | 1-012д |
| Бета-1М-1    | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 96 ÷ 144                            | 0,6 max                                           |                              | 10,3                       |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø44x8 [20]                                     | 1-013д |
| Бета-2М      | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 160 ÷ 240                           | 1,0 max                                           |                              | 9,5                        | 9,5                                     | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø46,2x20 [27,5]                                | 1-014д |
| Бета-2М-1    | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 160 ÷ 240                           | 1,0 max                                           |                              | 17                         |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø56,5x8 [40]                                   | 1-015д |
| Бета-5М      | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,2                                                | 400                                 |                      |                                    |                   | 350 ÷ 500                           | 2,2 max                                           |                              | 13,9                       |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | 68x88x22 [130]                                 | 1-016д |
| Бета-5М-1    | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,2                                                | 400                                 |                      |                                    |                   | 350 ÷ 500                           | 2,2 max                                           |                              | 24,8                       |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | 69x88x12,2 [133]                               | 1-017д |
| Бета-6М      | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 22 ÷ 33                             | 0,2 max                                           |                              |                            |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø25x20 [9,3]                                   | 1-018д |
| Бета-6М-1    | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 22 ÷ 33                             | 0,2 max                                           |                              | 7                          |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø25x8 [8,2]                                    | 1-019д |
| Бета-7-1     | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 | 45                   | 60                                 | 36                | 10÷14                               | 0,1 max                                           | 130                          | 5,6                        | 0,7                                     | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø17x7,5 [3]                                    | 1-020д |
| Бета-7М-1    | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,15                                               | 400                                 |                      |                                    |                   | 10÷14                               | 0,1 max                                           |                              | 6,5                        |                                         | 1×10 <sup>10</sup>               | -50 ÷ +60                       | Ø17x7,5 [3,3]                                  | 1-020д |

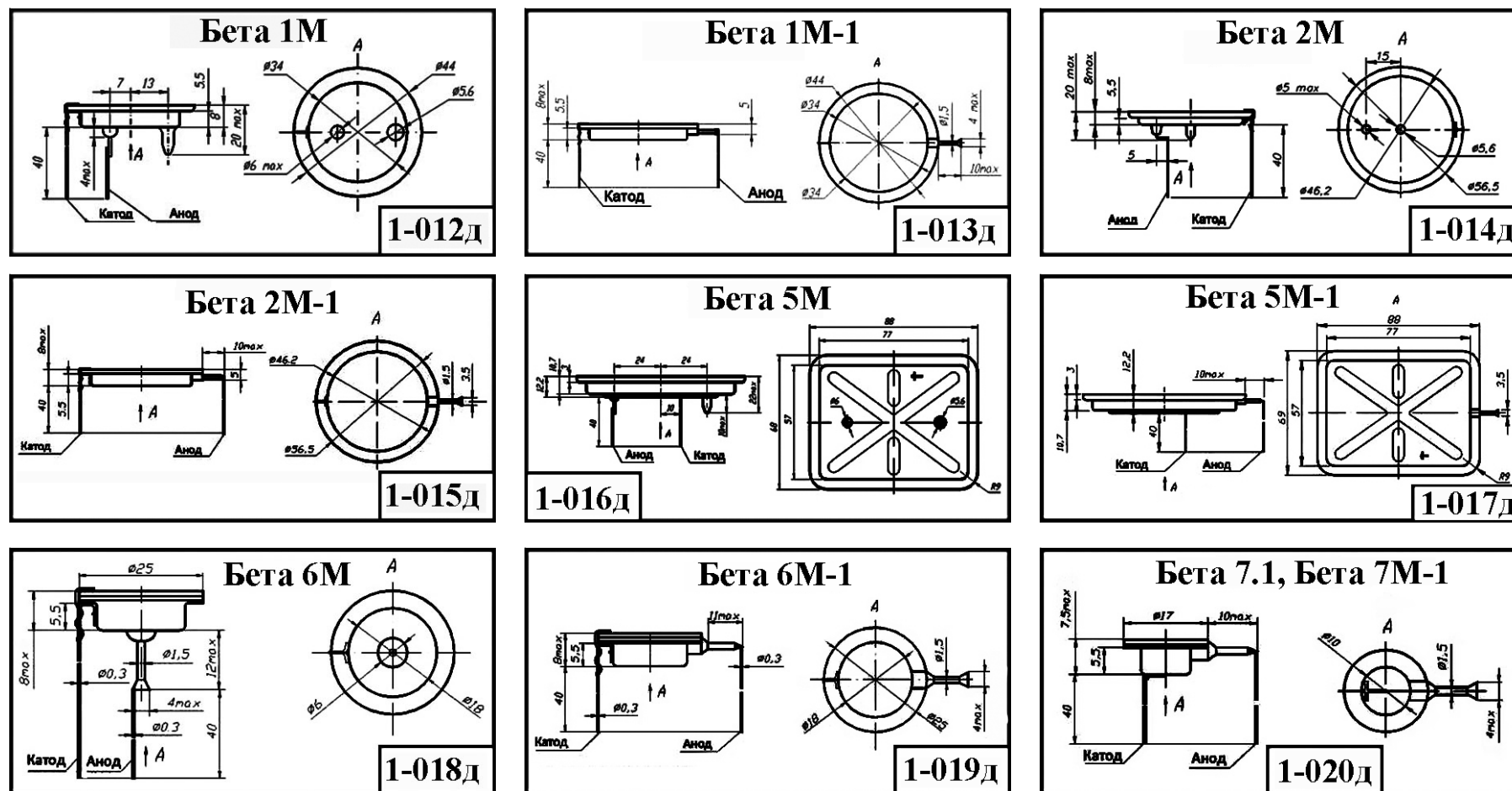


Рис. 1.8д. Внешний вид детекторов и счетчиков гамма-излучения



**1.1.3.5д. Детекторы и счетчики гамма-излучения Гамма-1-1, Гамма-2-1, Гамма-3-1, Гамма-4, Гамма-5, Гамма-6, Гамма-6-1, Гамма-7, Гамма-7Ц, Гамма-8, Гамма-8Ц, Гамма-9/13, Гамма-9/18, Гамма-10, Гамма-11, Гамма-11Ц, Гамма-12, Гамма-13**

Основные параметры счетчиков  $\gamma$ -излучения приводятся в табл. 1.3-1д.. Внешний вид приборов приводится на рис.1.8-1д.,18-2д.

**Таблица 1.3-1д. Основные параметры счетчиков и детекторов гамма-излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$**

| Тип счетчика       | Напряжение начала счета, В, не более | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В, не более | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Чувствительность к $60\text{ Co}$ , имп / мкР | Собственный фон в свинцовой камере 50 мм, имп / с | Меж-электродная ёмкость, пф | Срок службы, импульсов, не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры без выводов, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------------|--------|
| Гамма-1-1 (СИ34Г)  | 305 max                              | 350 ÷ 550                                               | 0,3 max                                            | 400                                 | 40 ÷ 60                                       | 0,008                                             | 0,9                         | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 9,5 \times 60$ [5]                | 1-021д |
| Гамма-2-1 (СИ38Г)  | 415 max                              | 500 ÷ 600                                               | 0,35 max                                           | 550                                 | 8,8 ÷ 13,2                                    | 0,008                                             | 1                           | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                                     | $\varnothing 9,5 \times 60$ [5]                | 1-021д |
| Гамма-3-1 (СИ3БГ)  | 315 max                              | 380 ÷ 460                                               | 0,25 max                                           | 390                                 | 188 ÷ 282                                     | 0,2                                               | 0,8                         | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                                     | $\varnothing 9,5 \times 60$ [5]                | 1-021д |
| Гамма-4            | 300 max                              | 350 ÷ 450                                               | 0,2 max                                            | 400                                 | 136 ÷ 184                                     | 1,0 max                                           | 3,6                         | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 19 \times 120$ [20]               | 1-022д |
| Гамма-6            | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25 max                                           | 400                                 | 160 ÷ 240                                     | 1,0 max                                           | 11,2                        | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                                     | $\varnothing 56,5 \times 26,6$ [35,5]          | 1-023д |
| Гамма-6-1          | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,25 max                                           | 400                                 | 160 ÷ 240                                     | 1,0 max                                           | 11,2                        | $1 \times 10^{10}$               | -50 ÷ +60                                     | $\varnothing 56,5 \times 16$ [35,5]            | 1-024д |
| Гамма-7 (СБМ-20-1) | 310                                  | 350 ÷ 450                                               | 0,1                                                | 400                                 | 60 ÷ 75                                       | 0,1                                               | 4                           | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 11 \times 87$ [4,6]               | 1-025д |
| Гамма-7Ц (СБМ-20)  | 310                                  | 350 ÷ 450                                               | 0,1                                                | 400                                 | 60 ÷ 75                                       | 0,5                                               | 4                           | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 10 \times 107$ [7,5]              | 1-026д |
| Гамма-8            | 310                                  | 350 ÷ 450                                               | 0,125                                              | 400                                 | 285 ÷ 385                                     | 1,3                                               | 5                           | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 19 \times 232$ [35]               | 1-027д |
| Гамма-8Ц (СИ21Г)   | 310                                  | 350 ÷ 450                                               | 0,125                                              | 400                                 | 285 ÷ 385                                     | 1,3                                               | 5                           | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 18 \times 258$ [48]               | 1-028д |
| Гамма-9/13         | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,1                                                | 400                                 | 40 ÷ 55                                       | 0,2                                               | 2,1                         | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 13 \times 52$ [5,9]               | 1-029д |
| Гамма-9/18         | 320                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,2                                                | 400                                 | 54 ÷ 73                                       | 0,2                                               | 2,3                         | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 13 \times 52$ [10,2]              | 1-029д |
| Гамма-10           | 305                                  | 350 ÷ 550                                               | 0,2                                                | 400                                 | 31 ÷ 39                                       | 0,2                                               |                             | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 18 \times 29$ [5,4]               | 1-030д |
| Гамма-11           | 335                                  | 350 ÷ 450                                               | 0,125                                              | 400                                 | 205 ÷ 251                                     | 1,25                                              |                             | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 18 \times 192$ [30]               | 1-031д |
| Гамма-11Ц (СИ22Г)  | 335                                  | 350 ÷ 450                                               | 0,125                                              | 400                                 | 205 ÷ 251                                     | 1,25                                              |                             | $1 \times 10^{10}$               | -40 ÷ +50                                     | $\varnothing 18 \times 218$ [43]               | 1-028д |
| Гамма-12           | 800                                  | 150                                                     | 0,5                                                | 900                                 | 160 ÷ 210                                     | 1,0 max                                           | 5.6÷5.9                     | $3 \times 10^8$                  | -50 ÷ +150                                    | $\varnothing 18 \times 160$ [32]               | 1-032д |
| Гамма-13           | 800                                  | 150                                                     | 0,008                                              | 900                                 | 110 ÷ 150                                     | 1,0 max                                           | 5.3÷5.6                     | $3 \times 10^8$                  | -50 ÷ +150                                    | $\varnothing 18 \times 125$ [32]               | 1-032д |

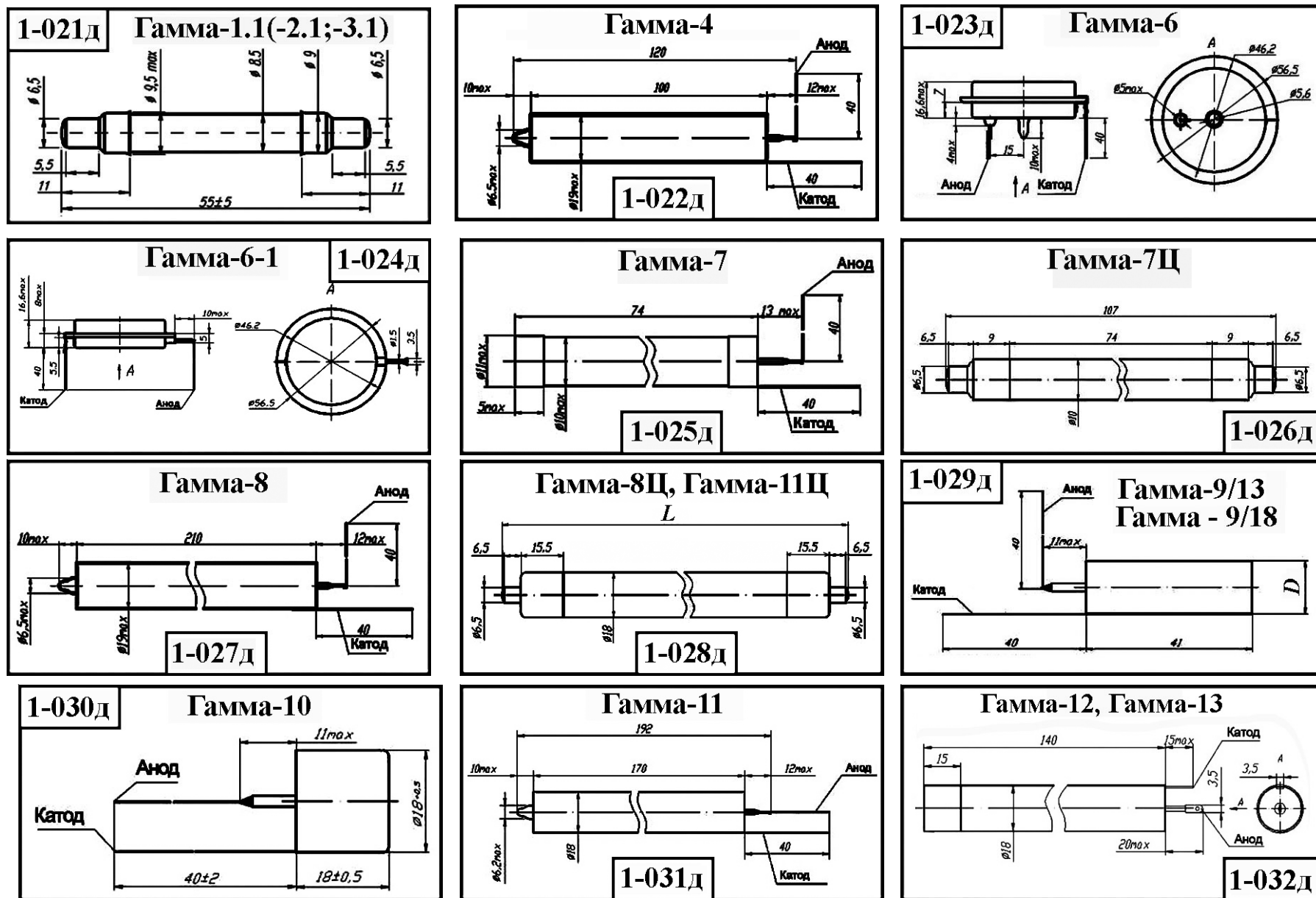


Рис. 1.8-1д. Внешний вид детекторов и счетчиков гамма-излучения

### 1.1.4. Детекторы нейтронов

#### 1.1.4.1. Детекторы нейтронов СИ-10Н, СИ-13Н, СИ-19Н, СНМ-3, СНМ-5, СНМО-5, СНМ-8, СНМ-9, СНМ-10, СНМ-11, СНМ-12, СНМ-13, СНМ-14, СНМ-15, СНМ-16, СНМ-17

Основные параметры детекторов нейтронов приводятся в табл. 1.4.а Внешний вид приборов приводится на рис. 1.8.

**Таблица 1.4а.** Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                        | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, % /В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]         | № рис.             |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|
| СИ-10Н       | Металлический. Пропорциональный. Регистрация медленных нейтронов. | -                                                 | 100                                                     | 0,05-0,1                                  | 2850-2950                           | $N_\Phi=5$                     | $1 \cdot 10^{10}$                | -                                     | -10...+120                                    | $\varnothing 18 \times 270$<br>[45 г]      | 1-055              |
| СИ-13Н       | Регистрация медленных нейтронов.                                  | (1600-1750)                                       | 800                                                     | 0,02                                      | 2000-2800                           | $N_\Phi=0,083$<br>имп/с        | -                                | -                                     | -20...+30                                     | $\varnothing 18 \times 270$<br>[45 г]      | 1-055              |
| СИ-19Н       |                                                                   | (1600-1750)                                       | 800                                                     | 0,03                                      | 2000-2800                           | $N_\Phi=0,1$ имп/с             | -                                | -                                     | -20...+30                                     | $\varnothing 33,3 \times 218$<br>[130 г]   | 1-057              |
| СНМ-3        | Металлический. Регистрация медленных нейтронов.                   | -                                                 | 100                                                     | 0,05                                      | 1500                                | $\delta_n=1$<br>$N_\Phi=2$     | -                                | -                                     | -10...+30                                     | $\varnothing 18 \times 128$<br>[25 - 30 г] | 1-055<br>и<br>1056 |
| СНМ-5        | Металлический. Пропорциональный. Регистрация тепловых нейтронов.  | -                                                 | 100                                                     | 0,05                                      | 1300-1500                           | $N_\Phi=2$                     | 500 ч.                           | -                                     | -20...+30                                     | $\varnothing 35 \times 300$<br>[130 г]     | 1-055              |

Продолжение таблицы 1.4а. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                    | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                          | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]       | № рис.              |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------|
| СНМО-5       | Металлический. Пропорциональный. Регистрация медленных нейтронов.                             | -                                                 | 100                                                     | 0,05                                     | 1700-2200                           | $N_\Phi=2$                                              | $1 \cdot 10^{10}$                | -                                     | -20...+30                                     | $\varnothing 35 \times 300$<br>[109,2 г] | 1-055               |
| СНМ-8        | Металлический. Регистрация тепловых нейтронов и нейтронной компоненты космического излучения. | -                                                 | 150                                                     | 0,05                                     | 1600-2000                           | $N_\Phi=5$                                              | 500 ч.                           | -                                     | +5...+30                                      | $\varnothing 35 \times 1060$<br>[345 г]  | 1-055<br>и<br>1-058 |
| СНМ-9        | Металлический. Коронный. Регистрация медленных нейтронов.                                     | (700)                                             | 300                                                     | 0,05                                     | 1100-1500                           | $\delta_n=1$<br>$N_\Phi=1$<br>$N_\Phi=0,45$<br>имп/с    | 500 ч.                           | -                                     | 0...+30<br>или<br>0...+50                     | $\varnothing 18 \times 133$<br>[29 г]    | 1-056<br>и<br>1-059 |
| СНМ-10       | Металлический. Коронный. Регистрация тепловых нейтронов на гамма фоне.                        | (600-700)                                         | 1500                                                    | 0,015                                    | 1500-3000                           | $\delta_n=0,3$<br>$N_\Phi=2$<br>$N_\Phi=0,017$<br>имп/с | 500 ч.                           | -                                     | -50...+150                                    | $\varnothing 18 \times 335$<br>[50 г]    | 1-055               |

Продолжение таблицы 1.4а. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                                | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                                                                                | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]    | № рис. |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|--------|
| СНМ-11       | Металлический. Коронный. Катод-стальной, покрыт слоем бора. Регистрация медленных нейтронов при сильном $\diamond$ -фоне. | (600-700)                                         | 1500                                                    | 0,015                                    | 1500-3000                           | $\delta_n=1,2$<br>$N_\phi=1$<br>$N_\phi=0,017$ имп/с                                                                                          | 500 ч.                           | 15                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 18,5 \times 336$ [50 г]  | 1-055  |
| СНМ-12       | Стекланный. Коронный. Катод-стальной, покрыт слоем бора. Регистрация медленных нейтронов на $\diamond$ -фоне.             | (450)                                             | 200                                                     | 0,05                                     | 500-700                             | $\delta_n=0,8$<br>$N_\phi=0,5$<br>$N_\phi=0,008$ имп/с                                                                                        | 500 ч.                           | 15                                    | -50...+100                                    | $\varnothing 8,5 \times 215$ [16,2 г] | 1-060  |
| СНМ-13       | Металлический. Коронный. Катод-стальной, покрыт слоем бора. Регистрация медленных нейтронов на $\diamond$ -фоне.          | (450)                                             | 150                                                     | 0,05                                     | 450-600                             | $\delta_n=0,8$<br>$N_\phi=0,05$ при отсутствии $\gamma$ -излучения.<br>При излучении 2000 Р/ч<br>$N_\phi=2$<br>$N_\phi=8 \cdot 10^{-5}$ имп/с | 500 ч.                           | 15                                    | -50...+100                                    | $\varnothing 8,5 \times 85$ [11,5 г]  | 1-055  |

Окончание таблицы 1.4а. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                   | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                         | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]                                          | № рис. |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------|
| СНМ-14       | Металлический. Коронный. Катод-стальной, покрыт слоем бора. Регистрация медленных нейтронов на $\phi$ -фоне. | (600-700)                                         | 100                                                     | 0,05                                     | 450-600                             | $\delta_n=0,5$<br>$N_\phi=1$ (при $\gamma$ -фоне до 0,416 Р/ч)<br>$N_\phi=0,017$ имп/с | 500 ч.                           | 15                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 18,5 \times 153$ [24 г]                                        | 1-055  |
| СНМ-15       | Металлический. Пропорциональный.                                                                             | -                                                 | 300                                                     | 0,03                                     | 1800-2300                           | $N_\phi=6$                                                                             | -                                | -                                     | -30...+40                                     | $\varnothing 152 \times 2132$ 8500 г                                        | -      |
| СНМ-16       | Металлический. Коронный. Регистрация медленных нейтронов.                                                    | (2000)                                            | 400                                                     | 0,03                                     | 2000-2800                           | $\delta_n=0,1$<br>$N_\phi=5$ (при $\gamma$ -фоне 50 Р/ч)<br>$N_\phi=0,083$ имп/с       | 500 ч.                           | 80                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 18 \times 128$ [20 г] или $\varnothing 18,5 \times 158$ [30 г] | 1-061  |
| СНМ-17       |                                                                                                              | -2000                                             | 400                                                     | 0,03                                     | 2000-2800                           | $\delta_n=2,5$<br>$N_\phi=5$<br>$N_\phi=0,83$ имп/с                                    | 1500 ч.                          | 80                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 18 \times 228$ [20 г] или $\varnothing 18,5 \times 251$ [40 г] | 1-055  |



Рис. 1.8д2. Внешний вид детекторов нейтронов

**1.1.4.2. Детекторы нейтронов СНМ-18, СНМ-18-1, СНМ-19, СНМ-20, СНМ-32, СНМ-33, СНМ-42, СНМ-50, СНМ-51, СНМ-52, СНМ-53, СНМ-55, СНМ-56, СНМ-57, СНМ-58, СНМ-59, СНМ-60, СНМ-61, СНМ-66, СНМ-66-2, СНМ-66-3, СНМ-67, СНМ-68, СНМ-72, СНМ-73, СНМ-76, СНМ-76-1, СНМ-77, СНМ-79, СНМ-80, СН-01, СН-03, СН-04**

Основные параметры детекторов нейтронов приводятся в табл. 1.4.6 Внешний вид приборов приводится на рис. 1.9.

**Таблица 1.46.** Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                 | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, % / В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                       | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| СНМ-18       | Металлический. Пропорциональный. Регистрация медленных нейтронов.          | -                                                 | 100                                                     | 0,05                                       | 1275-1500                           | $N_\Phi=3$<br>$N_\Phi=0,05$ имп/с                    | 1500 ч.                          | 70                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 32 \times 320$<br>[180 г]  | 1-062  |
| СНМ-18-1     | Металлический. Коронный.                                                   | (1450-1650)                                       | 1500                                                    | 0,3                                        | 1700-3000                           | $N_\Phi=0,83$ имп/с                                  | -                                | 70                                    | -40...+150                                    | $\varnothing 32 \times 320$<br>[180 г]  | 1-062  |
| СНМ-19       | Металлический. Коронный.                                                   | (1750)                                            | -                                                       | -                                          | 2400                                | -                                                    | -                                | 70                                    | -50...+60                                     | $\varnothing 32 \times 218$             | 1-062  |
| СНМ-20       | Металлический. Пропорциональный.                                           | -                                                 | 100                                                     | 0,05                                       | 1700-2200                           | $N_\Phi=3$                                           | $1 \cdot 10^{10}$                | -                                     | -10...+100                                    | $\varnothing 18 \times 270$<br>[45 г]   | 1-055  |
| СНМ-32       | Металлический. Регистрация медленных нейтронов при сильном $\alpha$ -фоне. | (600-700)                                         | 1500                                                    | 0,01                                       | 1500-3000                           | $\delta_n=0,8$<br>$N_\Phi=1$<br>$N_\Phi=0,017$ имп/с | 2000 ч.                          | 15                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 18,5 \times 323$<br>[42 г] | 1-063  |
| СНМ-33       | Металлический. Регистрация медленных нейтронов.                            | -                                                 | -                                                       | -                                          | 3000                                | $N_\Phi=12$                                          | 1500 ч.                          | -                                     | -20...+50                                     | $\varnothing 32 \times 524$             | 1-055  |

Продолжение таблицы 1.46. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                        | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики                                                          | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]      | № рис. |
|--------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|--------|
| СНМ-42       | Металлический. Регистрация медленных нейтронов при $\beta$ -фоне. | (600-700)                                         | 1500                                                    | 0,01                                     | 1500-3000                           | $\delta_n=0,8$<br>$N_\phi=1$ при $\beta$ -излучении<br>0,42 Р/ч<br>$N_\phi=0,017$ имп/с | 2000 ч.                          | 15                                    | -50...+150                                    | $\varnothing 18,5 \times 153$<br>[25 г] | 1-063  |
| СНМ-50       | Металлический. Регистрация медленных нейтронов.                   | -                                                 |                                                         |                                          | 1950                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 12 \times 160$             | -      |
| СНМ-51       |                                                                   | -                                                 | 1000                                                    | 2,5                                      | 2800                                | $N_\phi=10$                                                                             | -                                |                                       | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 148$             | -      |
| СНМ-52       |                                                                   | -                                                 |                                                         |                                          | 3000                                | -                                                                                       | -                                | 90                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 295$             | -      |
| СНМ-53       |                                                                   | -                                                 |                                                         |                                          | 3300                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 550$             | -      |
| СНМ-55       |                                                                   | -                                                 | 1000                                                    | 3                                        | 2800                                | $N_\phi=5$                                                                              | -                                | -                                     | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 218$             | -      |
| СНМ-56       |                                                                   | -                                                 | 500                                                     | 5                                        | 2400                                | $N_\phi=5$                                                                              | -                                | -                                     | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 136$<br>[140 г]  | 1-064  |
| СНМ-56       | Термоустойчивый коронный счетчики медленных нейтронов             | (1340-1540)                                       | 800                                                     | 0,02                                     | 1800                                | 0,083                                                                                   | 2000 ч.                          | 70                                    | -40...+200                                    | $\varnothing 32 \times 140$<br>[140 г]  | 1-064  |
| СНМ-57       | Спектрометрический счетчик нейтронов с регистрацией ядер отдачи.  | -                                                 | -                                                       | -                                        | 3200                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 1080$            | -      |
| СНМ-58       |                                                                   | -                                                 | -                                                       | -                                        | 2200                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 153$             | 1-065  |
| СНМ-59       |                                                                   | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1460-1840                           | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 153$             | 1-062  |
| СНМ-60       |                                                                   | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1800-2000                           | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 153$             | 1-065  |
| СНМ-61       |                                                                   | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1800-2000                           | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 32 \times 153$             | 1-065  |
| СНМ-66       | Металлический.                                                    | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1600                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 25,5 \times 601,5$         | -      |
| СНМ-66-2     | Пропорциональный.                                                 | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1600                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 25,5 \times 1016$          | -      |
| СНМ-66-3     |                                                                   | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1600                                | -                                                                                       | -                                | 80                                    | -25...+100                                    | $\varnothing 25,5 \times 1524$          | -      |

Окончание таблицы 1.46. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                                                                                    | Напряжение начала счета или (зажигания короны), В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики | Срок службы, импульсов, не менее | Эффективность к тепловым нейтронам, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]                                  | № рис. |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------|
| СНМ-67       | Термоустойчивый коронный счетчики медленных нейтронов                                                                                         | (1450)                                            | 800                                                     | 0,03                                     | 1700                                | 0,07                           | 2000 ч.                          | 70                                    | -40...+250                                    | $\varnothing 32 \times 276$ или $\varnothing 32 \times 297$ [200 г] | 1-064  |
| СНМ-68       | Металлический. Пропорциональный.                                                                                                              | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1500-2000                           | -                              | -                                | 70                                    | -40...+250                                    | $\varnothing 26 \times 239$ 150 г.                                  | -      |
| СНМ-72       | Металлический.                                                                                                                                | (1600)                                            | -                                                       | -                                        | 1800                                | -                              | -                                | 70                                    | -40...+300                                    | $\varnothing 32 \times 160$                                         | 1-064  |
| СНМ-73       | Коронный.                                                                                                                                     | (1600)                                            | -                                                       | -                                        | 1800                                | -                              | -                                | 70                                    | -40...+300                                    | $\varnothing 32 \times 340$                                         | 1-064  |
| СНМ-76       | Металлический. Пропорциональный.                                                                                                              | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1700                                | -                              | -                                | 70                                    | -40...+55                                     | $\varnothing 32 \times 1045$                                        | 1-064  |
| СНМ-76-1     | Металлический. Пропорциональный.                                                                                                              | -                                                 | -                                                       | -                                        | 1700                                | -                              | -                                | 70                                    | -40...+55                                     | $\varnothing 32 \times 1545$                                        | 1-064  |
| СНМ-77       | Металлический. Коронный.                                                                                                                      | (1340 - 1450)                                     | 600                                                     | 0,02                                     | 1800                                | -                              | -                                |                                       | -40...+55                                     | $\varnothing 50 \times 238$                                         | 1-066  |
| СНМ-79       |                                                                                                                                               | (1450)                                            | 600                                                     | 0,02                                     | 1800                                | -                              | -                                | 70                                    | -40...+300                                    | $\varnothing 50 \times 113$                                         | 1-066  |
| СНМ-80       |                                                                                                                                               | (1450)                                            | 600                                                     | 0,02                                     | 1800                                | -                              | -                                | 70                                    | -40...+300                                    | $\varnothing 50 \times 323$                                         | 1-066  |
| СН-01        | Регистрация слабых (до $10^{-2}$ нейтронов/см <sup>2</sup> /с) и средних (до $10^3$ нейтронов/см <sup>2</sup> /с) потоков тепловых нейтронов. | (2000)                                            |                                                         |                                          | 400                                 | 0,01 имп/с                     | -                                | 50                                    | -50...+50                                     | $\varnothing 30 \times 900$ [600 г]                                 | 1-067  |
| СН-03        |                                                                                                                                               |                                                   | 200                                                     | 1                                        | 1200                                | 0,01 имп/с                     | -                                | 70                                    | -50...+50                                     | $\varnothing 18 \times 100$ [200 г]                                 | 1-067  |
| СН-04        |                                                                                                                                               |                                                   | 200                                                     | 1                                        | 400-1200                            | 0,001 имп/с                    | -                                | 60                                    | -50...+50                                     | $\varnothing 30 \times 970$ [500 г]                                 | 1-067  |

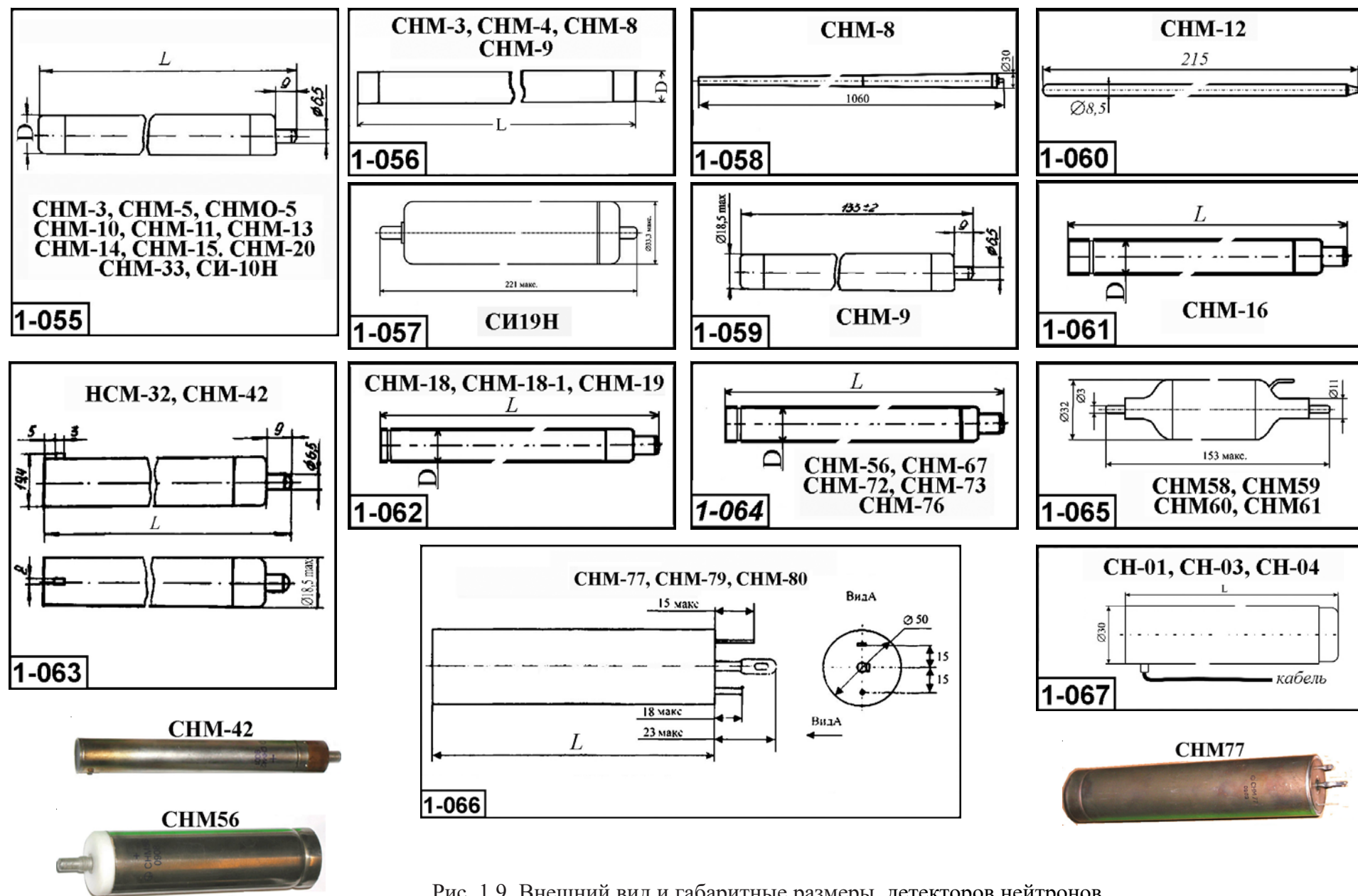


Рис. 1.9. Внешний вид и габаритные размеры детекторов нейтронов

**1.1.4.3д. Счетчики нейтронов пропорциональные Гелий-13/120-8,0/ОЦ, , Гелий-13/180-6,3Л, Гелий-18/80-3,0/Л, Гелий-18/100-3,0/БЦ, Гелий-18/140-2,8/БЦ (Гелий-4/2,8), Гелий-18/140-8,0/БЦ (Гелий-4), Гелий-18/180-8,0/БЦ (Гелий-4-1), Гелий-18/190-8,0/ОЦ, Гелий-30/150-5,0/ОЦ, Гелий-30/220-4,25/Л, Гелий-30/250-3,0/БЦ, Гелий-30/330-5,0/Л, Гелий-30/360-4,0/БЦ, Гелий-30/530-4,0/БЦ (Гелий-2-1), Гелий-30/1020-2,75/ЛЦ, Гелий-30/1030-4,0/БЦ (Гелий-2), Гелий-50/430-3,25/К**

Пропорциональные счётчики предназначены для высокоэффективной регистрации нейтронного излучения в физических и радиометрических устройствах, в порталных радиационных мониторах, в аппаратуре регистрации нейтронной составляющей космического излучения.

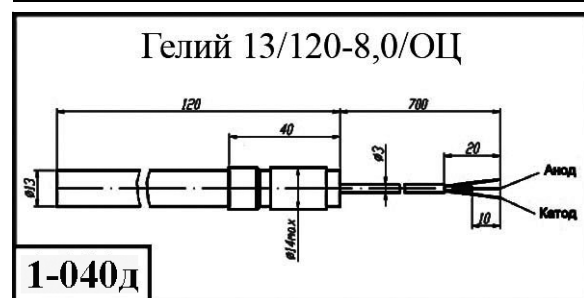
Основные параметры детекторов нейтронов приводятся в табл. 1.4д. Внешний вид приборов приводится на рис. 1.9д и 1.9д(а)

**Таблица 1.4д. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре 20±5°C**

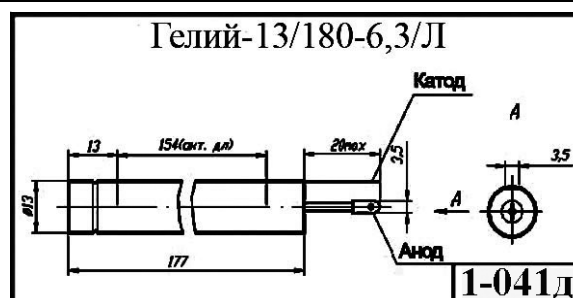
| Тип счетчика                      | Эффективная рабочая длина, мм | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Предельно допустимое рабочее напряжение, В | Ширина пика на половине высоты, % | Разброс положения пика от среднего значения в партии, % | Собственный фон, имп / с | Отношение чувствительности счетчика к медленным нейтронам к чувствительности образцового счетчика, % | Диапазон рабочих температур, °C | Сопротивление изоляции, Ом, не менее | Габаритные размеры без выводов, мм , [масса, г] | № рис. |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|--------|
| Гелий-13/120-8,0/ОЦ               | 68                            | 8                                       | 1300                                  | 1600                                       | 12 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 5 max                                                                                                | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø14x120 [37]                                    | 1-040д |
| Гелий-13/180-6,3/Л                | 154                           | 6,3                                     | 1150                                  | 1450                                       | 10 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 5 max                                                                                                | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø13x177 [20]                                    | 1-041д |
| Гелий-18/80-3,0/Л                 | 55                            | 3                                       | 1150                                  | 1450                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø18x80 [14]                                     | 1-042д |
| Гелий-18/100-3,0/БЦ               | 55                            | 3                                       | 1100                                  | 1400                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø18x80 [32]                                     | 1-043д |
| Гелий-18/140-2,8/БЦ (Гелий-4/2,8) | 95                            | 2,8                                     | 1100                                  | 1400                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø18x140 [37]                                    | 1-043д |
| Гелий-18/140-8,0/БЦ (Гелий-4)     | 95                            | 8                                       | 1400                                  | 1700                                       | 20 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø18x140 [37]                                    | 1-043д |
| Гелий-18/180-8,0/БЦ (Гелий-4-1)   | 133,5                         | 8                                       | 1700                                  | 1700                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø18x180 [42]                                    | 1-043д |
| Гелий-18/190-8,0/ОЦ               | 133,5                         | 8                                       | 1700                                  | 1700                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø18x190 [51]                                    | 1-044д |
| Гелий-30/150-5,0/ОЦ               | 80                            | 5                                       | 1600                                  | 2000                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,1 max                  | 95 min                                                                                               | -50 ÷ 60                        | $1 \times 10^{12}$                   | Ø30x150 [150]                                   | 1-045д |

Окончание таблицы 1.4д. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

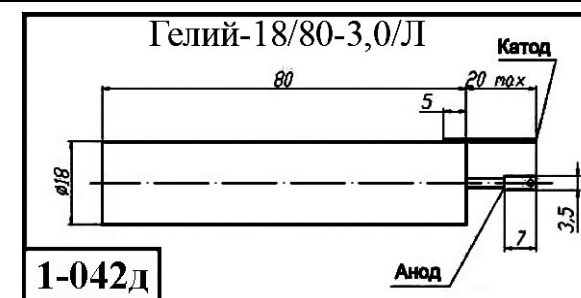
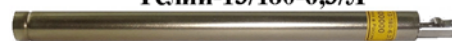
| Тип счетчика                    | Эффективная рабочая длина, мм | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Предельно допустимое рабочее напряжение, В | Ширина пика на половине высоты, % | Разброс положения пика от среднего значения в партии, % | Собственный фон, имп / с | Отношение чувствительности счетчика к медленным нейтронам к чувствительности образцового счетчика, % | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Сопротивление изоляции, Ом, не менее | Габаритные размеры без выводов, мм, [масса, г] | № рис. |
|---------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------|--------|
| Гелий-30/220-4,25/Л             | 180                           | 4,25                                    | 1450                                  | 1850                                       | 20 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 220$ [94]               | 1-046д |
| Гелий-30/250-3,0/БЦ             | 180                           | 3                                       | 1350                                  | 1750                                       | 20 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 250$ [150]              | 1-047д |
| Гелий-30/330-5,0/Л              | 286                           | 5                                       | 1550                                  | 1950                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 226$ [140]              | 1-048д |
| Гелий-30/360-4,0/БЦ             | 286                           | 4                                       | 1600                                  | 2000                                       | 10 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 360$ [200]              | 1-047д |
| Гелий-30/530-4,0/БЦ (Гелий-2-1) | 460                           | 4                                       | 1600                                  | 2000                                       | 10 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 530$ [290]              | 1-047д |
| Гелий-30/1020-2,75/ЛЦ           | 960                           | 2,75                                    | 1250                                  | 1650                                       | 15 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 1020$ [440]             | 1-049д |
| Гелий-30/1030-4,0/БЦ (Гелий-2)  | 960                           | 4                                       | 1600                                  | 2000                                       | 10 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 30 \times 1030$ [460]             | 1-047д |
| Гелий-50/430-3,25/К             | 340                           | 3,25                                    | 1450                                  | 1850                                       | 20 max                            | 20 max                                                  | 0,2 max                  | 95 min                                                                                               | $-50 \div 60$                                 | $1 \times 10^{12}$                   | $\varnothing 50 \times 530$ [460]              | 1-050д |



Гелий - 13/120 - 8,0/ОЦ



Гелий-13/180-6,3/Л



Гелий-18/80-3,0/Л



Рис 1.9д. Внешний вид и габаритные размеры детекторов нейтронов.

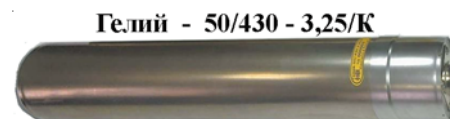
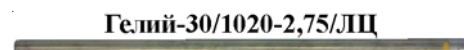
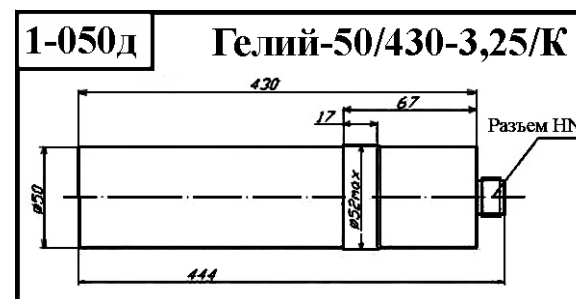
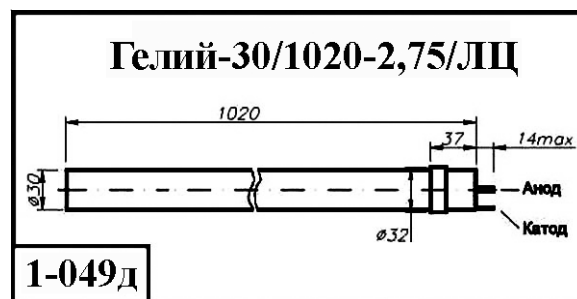
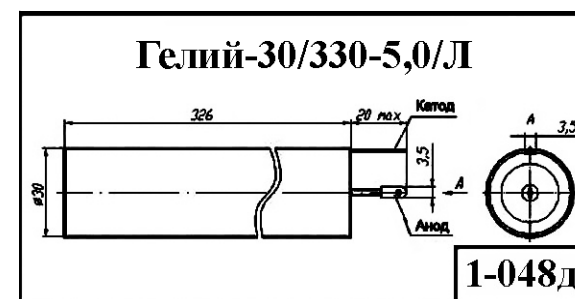
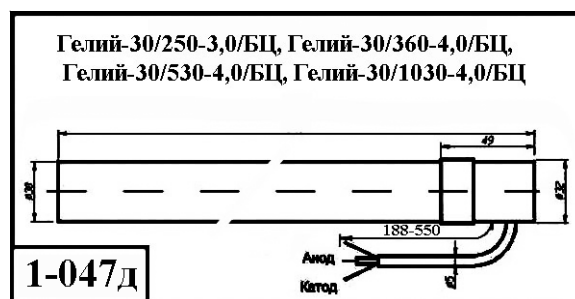
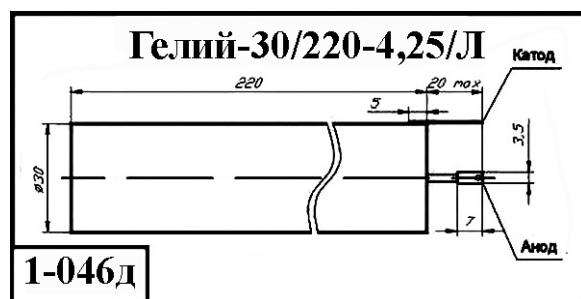
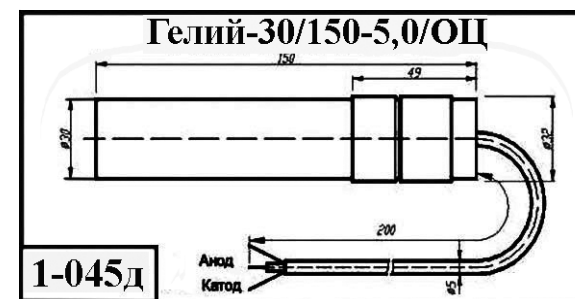
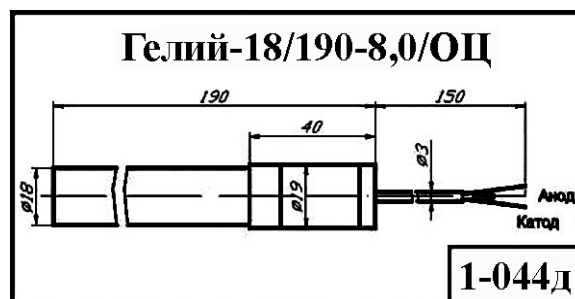
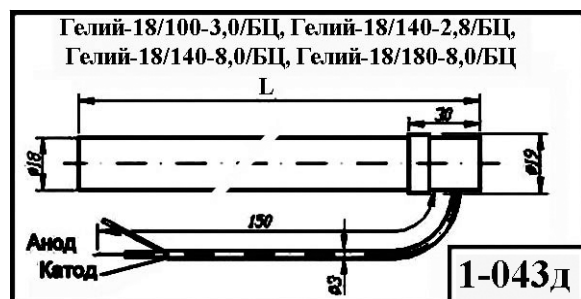


Рис 1.9д (а). Внешний вид детекторов нейтронов.

**1.1.4.4д. Счетчики медленных нейтронов СНК-18/120-9,0/ОМ, СНК-18/130-5,0/Л, СНК-18/210-9,0/ОМ, СНК-25/80-5,0/Л, СНК-25/160-5,0/Л, СНК-30/120-4,6/Л, СНК-30/130-4,6/ОМ, СНК-30/130-5,0/Л, СНК-30/170-4,6/ПУ, СНК-30/200-4,6/ОМЦ, СНК-30/220-4,6/ПУ, СНК-30/260-4,6/Л, СНК-30/260-4,6/ОМ, СНК-30/300-4,6/Л, СНК-30/310-4,6/ОМ, СНК-32/120-4,0/Л, СНК-32/130-4,0/ОМ, СНК-32/260-4,0/Л, СНК-32/200-4,0/ОМЦ, СНК-32/260-4,0/ОМ, СНК-32/300-4,0/Л, СНК-32/310-4,0/ОМ, СНК-38/240-4,0/ПУ, СНК-50/90-4,0/Л, СНК-50/240-4,0/Л, СНК-50/300-4,0/Л**

Счетчики медленных нейтронов серии СНК работают в режиме непрерывного коронного разряда.

Счётчики предназначены для высокоэффективной регистрации нейтронного излучения в физических и радиометрических устройствах, геофизической аппаратуре для исследования глубоких нефтегазовых скважин и др. при температуре окружающей среды до +150°C.

В корпусах счетчиков СНК-30/220-4,6/ПУ, СНК-30/170-4,6/ПУ и СНК-38/240-4,0/ПУ предусмотрено место для размещения предварительного усилителя.

Основные параметры приборов приведены в табл. 1.4е. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис.1.9д(в) и 1.9д(г).

**Таблица 1.4е. Основные параметры детекторов нейтронов серии СНК при температуре 20±5°C**

| Тип прибора                | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Напряжение зажигания коронного разряда, В | Протяженность плато счетной характеристики, В | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Средний ток коронного разряда, мкА | Собственный фон, имп / с | Разброс чувствительности относительно контрольного образца, % | Эффективность регистрации тепловых нейтронов, % | Рабочий диапазон температур, °C | Сопротивление изоляции, Ом | Гарантийная наработка, ч | Из них при максимальной температуре, ч | Габаритные размеры без выводов, мм [масса, г] | № рисунка |
|----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
| СНК-18/120-9,0/ОМ (СНМ-16) | 9                                       | 2300-2400                             | 1900 ч<br>2100                            | 400                                           | 0,03                                     | 25                                 | 0,08                     | 15 max                                                        | 70                                              | -50...+150                      | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø18x117 [33]                                  | 1-051д    |
| СНК-18/130-5,0/Л           | 5                                       | 1800 - 2000                           | 1400 ч<br>1600                            | 600                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...+150                      | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø18x130 [29]                                  | 1-052д    |
| СНК-18/210-9,0/ОМ (СНМ-17) | 9                                       | 2600                                  | 1900 ч<br>2100                            | 400                                           | 0,03                                     | 25                                 | 0,08                     | 15 max                                                        | 70                                              | -50...+150                      | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø18x210 [47]                                  | 1-051д    |
| СНК-25/80-5,0/Л            | 5                                       | 1900 - 2000                           | 1500 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...+150                      | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø25x75 [38]                                   | 1-053д    |

Таблица 1.4е. Основные параметры детекторов нейтронов серии СНК при температуре 20±5°C

| Тип прибора                | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Напряжение зажигания коронного разряда, В | Протяженность плато счетной характеристики, В | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Средний ток коронного разряда, мкА | Собственный фон, имп / с | Разброс чувствительности относительно контрольного образца, % | Эффективность регистрации тепловых нейтронов, % | Рабочий диапазон температур, °С | Сопротивление изоляции, Ом | Гарантийная наработка, ч | Из них при максимальной температуре, ч | Габаритные размеры без выводов, мм [масса, г] | № рисунка |
|----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
| СНК-25/160-5,0/Л           | 5                                       | 1900 - 2000                           | 1450 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø25x155<br>[62]                               | 1-054д    |
| СНК-30/120-4,6/Л           | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1450 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x121<br>[67]                               | 1-055д    |
| СНК-30/130-4,6/ОМ          | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1450 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x131<br>[84]                               | 1-057д    |
| СНК-30/130-5,0/Л           | 5                                       | 1900 - 2000                           | 1500 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x130<br>[80]                               | 1-058д    |
| СНК-30/170-4,6/ПУ          | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1450 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x165<br>[135]                              | 1-056д    |
| СНК-30/200-4,6/ОМЦ (СИ19Н) | 4,6                                     | 2400                                  | 1650 -<br>1850                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 8000                     | 500                                    | Ø30x198<br>[110]                              | 1-060д    |
| СНК-30/220-4,6/ПУ          | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1450 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x224<br>[156]                              | 1-056д    |
| СНК-30/260-4,6/Л           | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1500 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x256<br>[114]                              | 1-055д    |
| СНК-30/260-4,6/ОМ (СНМ-67) | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1500 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x276<br>[131]                              | 1-057д    |
| СНК-30/300-4,6/Л           | 4,6                                     | 2500                                  | 1450 ч<br>1700                            | 1000                                          | 0,1                                      | 25                                 | 0,08                     | 10 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | Ø30x300<br>[132]                              | 1-055д    |

Таблица 1.4е. Основные параметры детекторов нейтронов серии СНК при температуре 20±5°С

| Тип прибора                  | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Напряжение зажигания коронного разряда, В | Протяженность плато счетной характеристики, В | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Средний ток коронного разряда, мкА | Собственный фон, имп / с | Разброс чувствительности относительно контрольного образца, % | Эффективность регистрации тепловых нейтронов, % | Рабочий диапазон температур, °С | Сопротивление изоляции, Ом | Гарантийная наработка, ч | Из них при максимальной температуре, ч | Габаритные размеры без выводов, мм [масса, г] | № рисунка |
|------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
| СНК-30/310-4,6/ОМ (СНМ-18-1) | 4,6                                     | 2500                                  | 1450 ч<br>1700                            | 1000                                          | 0,1                                      | 25                                 | 0,08                     | 10 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø30x310<br>[148]                              | 1-057д    |
| СНК-32/120-4,0/Л             | 4                                       | 1900 -<br>2000                        | 1400 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø32x121                                       | 1-062д    |
| СНК-32/130-4,0/ОМ (СНМ-56)   | 4                                       | 1900 -<br>2000                        | 1400 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø32x130<br>[95]                               | 1-061д    |
| СНК-32/260-4,0/Л             | 4                                       | 1900 -<br>2000                        | 1400 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø32x256                                       | 1-062д    |
| СНК-32/200-4,0/ОМЦ (СИ19Н)   | 4                                       | 2400                                  | 1500 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03 max                                 | 15                                 | 0,1 max                  | 5 max                                                         |                                                 | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 8000                     | 500                                    | Ø32x198<br>[121]                              | 1-063д    |
| СНК-32/260-4,0/ОМ (СНМ-67)   | 4                                       | 1900 -<br>2000                        | 1400 ч<br>1700                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø32x265<br>[145]                              | 1-061д    |
| СНК-32/300-4,0/Л             | 4                                       | 2500                                  | 1600 ч<br>1800                            | 1000                                          | 0,1                                      | 25                                 | 0,08                     | 10 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø32x300                                       | 1-062д    |
| СНК-32/310-4,0/ОМ (СНМ-18-1) | 4                                       | 2500                                  | 1400 ч<br>1700                            | 1000                                          | 0,1                                      | 25                                 | 0,08                     | 10 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø32x310<br>[165]                              | 1-061д    |
| СНК-38/240-4,0/ПУ            | 4                                       | 1900 -<br>2000                        | 1400 ч<br>1600                            | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                  | 1*10 <sup>10</sup><br>min  | 5000                     | 500                                    | Ø38x244                                       | 1-056д    |

Окончание таблицы 1.4е. Основные параметры детекторов нейтронов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип прибора               | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Напряжение зажигания коронного разряда, В | Протяженность плато счетной характеристики, В | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Средний ток коронного разряда, мкА | Собственный фон, имп / с | Разброс чувствительности относительно контрольного образца, % | Эффективность регистрации тепловых нейтронов, % | Рабочий диапазон температур, $^\circ\text{C}$ | Сопротивление изоляции, Ом | Гарантийная наработка, ч | Из них при максимальной температуре, ч | Габаритные размеры без выводов, мм [масса, г] | № рисунка |
|---------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
| СНК-50/90-4,0/Л (СНМ-79)  | 4                                       | 1900 ч<br>2000                        | 1500 ч<br>1700                            | 700                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                                | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | $\varnothing 50 \times 90$<br>[111]           | 1-059д    |
| СНК-50/240-4,0/Л (СНМ-77) | 4                                       | 1900 ч<br>2000                        | 1500 ч<br>1700                            | 700                                           | 0,03                                     |                                    | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                                | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | $\varnothing 50 \times 240$<br>[213]          | 1-059д    |
| СНК-50/300-4,0/Л (СНМ-80) | 4                                       | 1900 ч<br>2000                        | 1500 ч<br>1700                            | 700                                           | 0,03 max                                 |                                    | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50...<br>+150                                | $1 \cdot 10^{10}$<br>min   | 5000                     | 500                                    | $\varnothing 50 \times 300$<br>[253]          | 1-059д    |

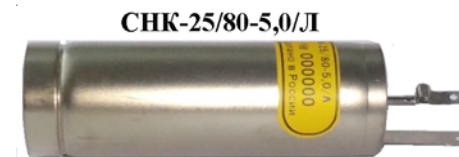
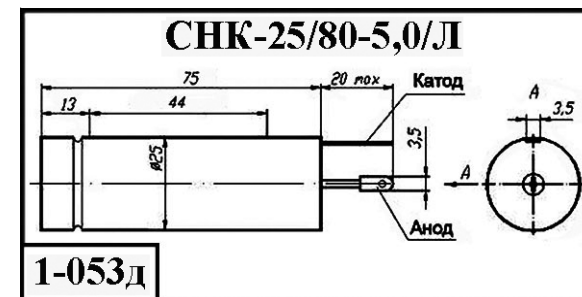
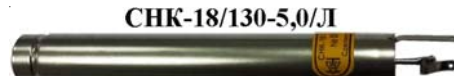
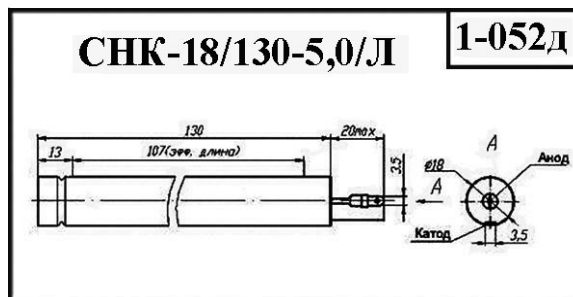
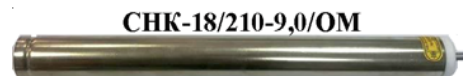
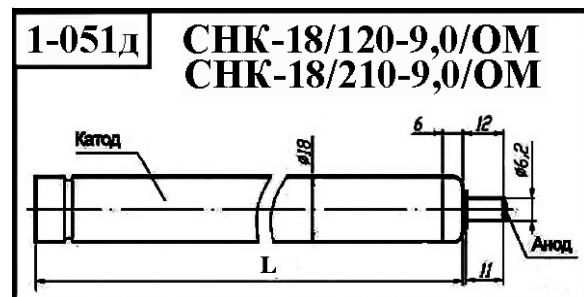


Рис.1.9д(в) Внешний вид и габаритные размеры нейтронных счетчиков серии СНК.

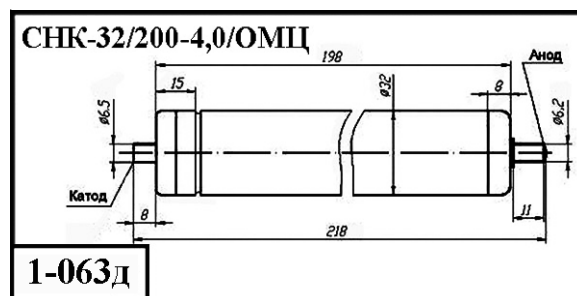
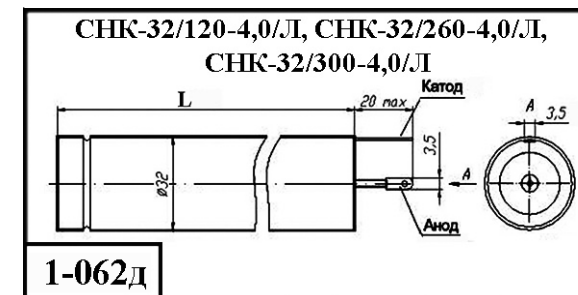
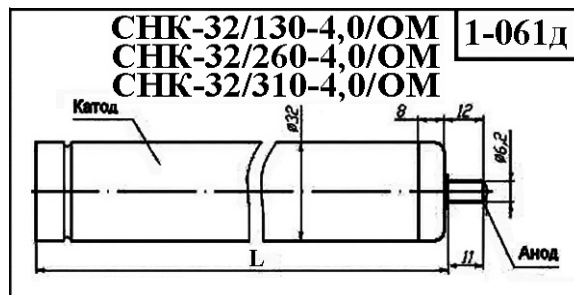
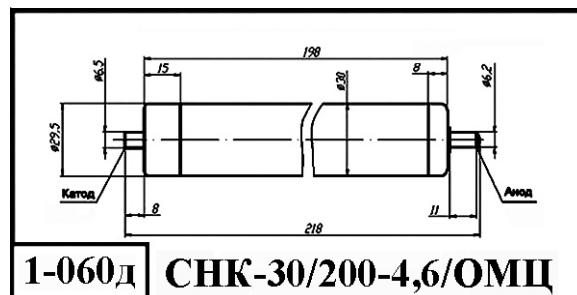
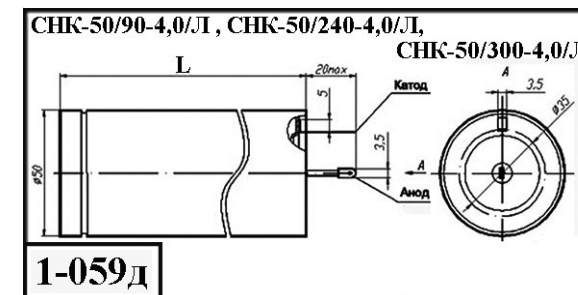
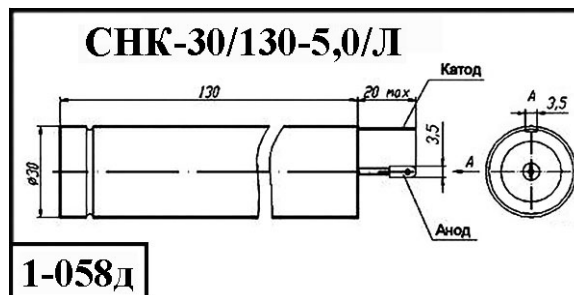
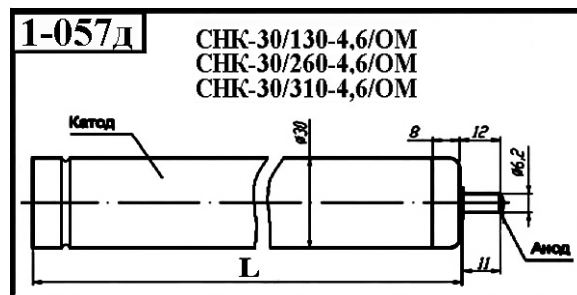
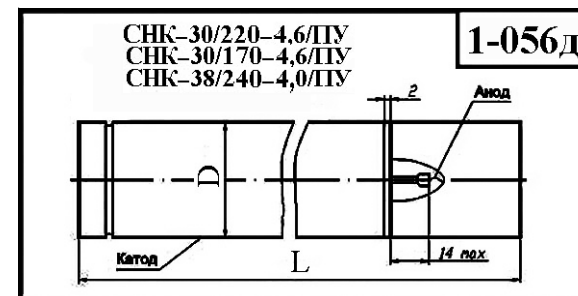
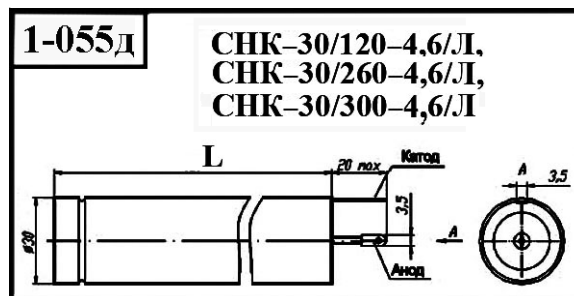
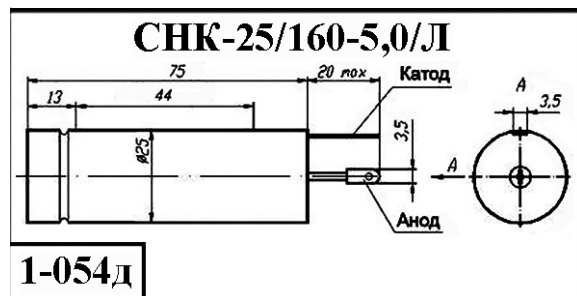


Рис.1.9д(г) Внешний вид и габаритные размеры нейтронных счетчиков серии СНК.

**1.1.4.5д. Счетчики медленных нейтронов с повышенной термостойкостью: СНК-Т-30/260-4,6/Л, СНК-Т-32/120-4,0/Л, СНК-Т-32/260-4,0/Л, СНК-Т-50/240-4,0/Л, СНК-Т-50/300-4,0/Л, СНМ56М, СНМ67Э, Гелий-Т-13/180-6,3/Л**

Все счетчики, кроме Гелий-Т-13/180-6,3/Л, работают в режиме непрерывного коронного разряда.

Счётчики предназначены для высокоэффективной регистрации нейтронного излучения в физических и радиометрических устройствах, геофизической аппаратуре нейтрон-нейтронного каротажа (для исследования глубоких нефтегазовых скважин) и др. при температуре окружающей среды до +230°C, (СНМ56М, СНМ67Э до.+150°C)

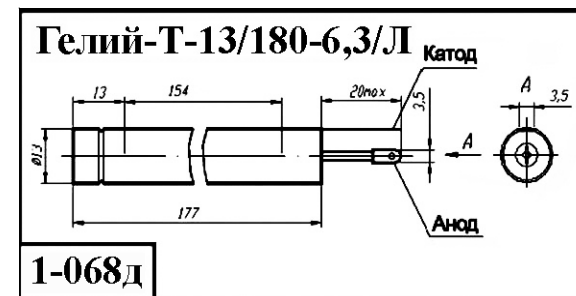
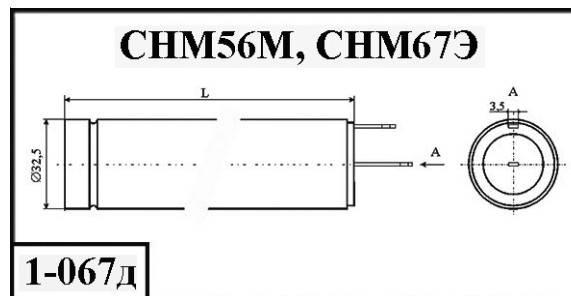
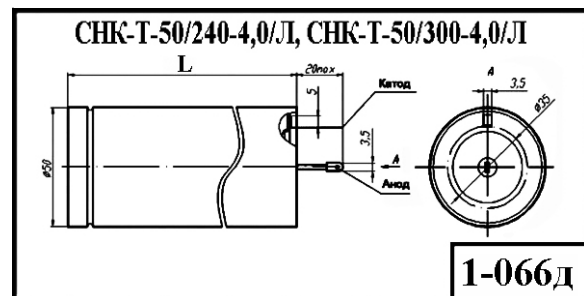
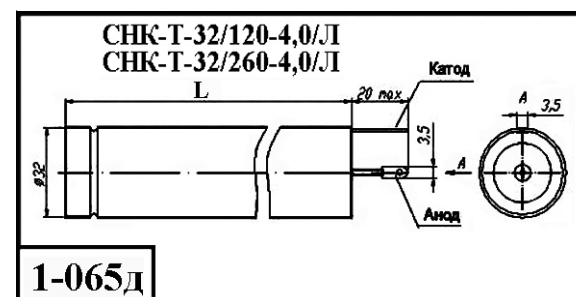
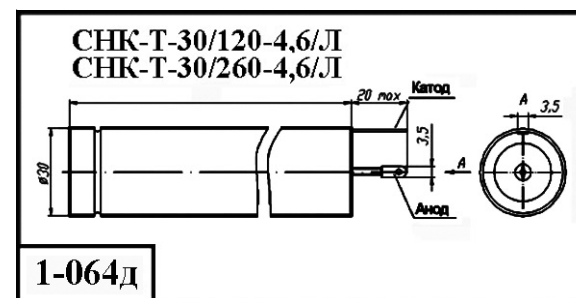
Основные параметры приборов приведены в табл. 1.4ж и 1.4з. Внешний вид и габаритные размеры на рис. 1.9д (д)

**Таблица 1.4ж. Основные параметры термостойчивых счетчиков нейтронов при температуре 20±5°C**

| Тип прибора                 | Давление наполняющей газовой смеси, атм | Рабочее напряжение (рекомендуемое), В | Напряжение зажигания коронного разряда, В | Протяженность плато счетной характеристики, В | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Средний ток коронного разряда, мкА | Собственный фон, имп / с | Разброс чувствительности относительно контрольного образца, % | Эффективность регистрации тепловых нейтронов, % | Рабочий диапазон температур, °C | Сопротивление изоляции, Ом        | Гарантийная наработка, ч | Из них при максимальной температуре, ч | Габаритные размеры без выводов, мм [масса, г] | № рисунка |
|-----------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------|
| СНК-Т-30/120-4,6/Л          | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1450 ÷ 1700                               | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50 ч +230                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 5000                     | 500                                    | Ø30x120 [73]                                  | 1-064д    |
| СНК-Т-30/260-4,6/Л          | 4,6                                     | 1900 - 2000                           | 1500 ч 1700                               | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50 ч +230                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 5000                     | 500                                    | Ø30x256 [118]                                 | 1-064д    |
| СНК-Т-32/120-4,0/Л          | 4                                       | 1900 - 2000                           | 1400 ч 1700                               | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50 ч +230                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 5000                     | 500                                    | Ø32x161 [82]                                  | 1-065д    |
| СНК-Т-32/260-4,0/Л          | 4                                       | 1900 - 2000                           | 1400 ч 1700                               | 800                                           | 0,03                                     | 10                                 | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50 ч +230                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 5000                     | 500                                    | Ø32x256 [132]                                 | 1-065д    |
| СНК-Т-50/240-4,0/Л (СНМ-77) | 4                                       | 1900 - 2000                           | 1500 ч 1700                               | 700                                           | 0,03                                     |                                    | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50 ч +230                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 5000                     | 500                                    | Ø50x240 [217]                                 | 1-066д    |
| СНК-Т-50/300-4,0/Л (СНМ-80) | 4                                       | 1900 - 2000                           | 1500 ч 1700                               | 700                                           | 0,03                                     |                                    | 0,1                      | 15 max                                                        | 70                                              | -50 ч +230                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 5000                     | 500                                    | Ø50x300 [255]                                 | 1-066д    |
| СНМ56М                      |                                         | 1620-1980                             | 1340 ... 1540                             | 800                                           | 0,02                                     |                                    | 0,083                    | ±15                                                           | 70                                              | -50 ч +150                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 2000                     | 200                                    | Ø32,5 Ч 140 [100]                             | 1-067д    |
| СНМ67Э                      |                                         | 1530-1870                             | <1450                                     | 800                                           | 0,02                                     |                                    | 0,07                     | ±6                                                            | 70                                              | -50 ч +150                      | 1Ч10 <sup>10</sup> <sub>min</sub> | 2000                     | 2000                                   | Ø32,5 Ч 276 [140]                             | 1-067д    |

Таблица 1.4з. Основные параметры счетчика Гелий-Т-13/180-6,3/Л при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                           | Значение параметра               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| Режим работы                                                                                         | пропорциональный                 |
| Эффективная рабочая длина, мм                                                                        | 154                              |
| Давление наполняющей газовой смеси, атм                                                              | 6,3                              |
| Рабочее напряжение (рекомендуемое), В                                                                | 1150                             |
| Предельно допустимое рабочее напряжение, В                                                           | 1450                             |
| Ширина пика на половине высоты, %                                                                    | 10 max                           |
| Разброс положения пика от среднего значения в партии, %                                              | 20 max                           |
| Собственный фон, имп/с                                                                               | 0,1 max                          |
| Отношение чувствительности счетчика к медленным нейтронам к чувствительности образцового счетчика, % | 5 max                            |
| Рабочий диапазон температур, $^\circ\text{C}$                                                        | $-50 \dots +120$                 |
| Сопротивление изоляции, Ом                                                                           | $1 \cdot 10^{12} \text{ min}$    |
| Габаритные размеры, мм [масса, г]                                                                    | $\varnothing 13 \times 177$ [20] |
| № рисунка                                                                                            | 1-068д                           |



**СНК-Т-50/90-4,0/Л**



Рис.1.9д(д) Внешний вид и габаритные размеры теплоустойчивых нейтронных счетчиков..

### 1.1.5. Газоразрядные счетчики фотонов

#### 1.1.5.1. Газоразрядные счетчики фотонов СИ1Ф, СИ4Ф, СИ5Ф, СИ6Ф, СФК-1, СИ-45Ф

Основные параметры счетчиков фотонов приводятся в табл. 1.5 и 1.5а. Внешний вид приборов приводится на рис. 1.10. На рис. 1.10а приведена схема гашения счетчика СФ45Ф.

Счетчик СИ5Ф, СИ6Ф, СИ45Ф используется в быстродействующих системах противопожарной сигнализации и автоматизированных системах пожаротушения, а также в устройствах для контроля открытого пламени.

Таблица 1.5. Основные характеристики счетчиков фотонов при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение                                    | Напряжение начала счета, В | Протяженность плато счетной характеристики, В, не менее | Наклон плато счетной характеристики, %/В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Темновой фон, имп/мин, не менее | Чувствительность счетчика, имп/мин, не менее | Срок службы, импульсов | Габаритные размеры, мм [масса, г] | № рис. |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|--------|
| СИ1Ф         | Стекланный, цилиндрический. Катод из меднобериллиевой бронзы. Счетчик фотонов | 1000                       | 150                                                     | 0,2                                      | 1150                                | 150                             | 15000                                        | $1 \cdot 10^7$         | $\varnothing 27 \times 220$       | 1-052а |
| СИ4Ф         |                                                                               | 700 - 850                  | 150                                                     | 0,2                                      | 975                                 | 100                             | 15000                                        | $5 \cdot 10^7$         | $\varnothing 34 \times 106$       | 1-052а |
| СИ5Ф         | Счетчик фотонов для регистрации ультрафиолетового излучения открытого пламени | 750-800                    | 100                                                     | 0,125                                    | 900                                 | 30                              | -                                            | $5 \cdot 10^7$         | 18,5x18,5x95 [27]                 | 1-052д |
| СИ6Ф         |                                                                               | 230-300                    |                                                         |                                          | 280                                 | 30                              | 17 исп/с                                     | -                      | $\varnothing 20 \times 95$ [40]   |        |
| СФК-1        |                                                                               | 700 - 950                  | 200                                                     | 0,05                                     | 1200                                | -                               | -                                            | $5 \cdot 10^7$         | $\varnothing 32 \times 180$       | -      |

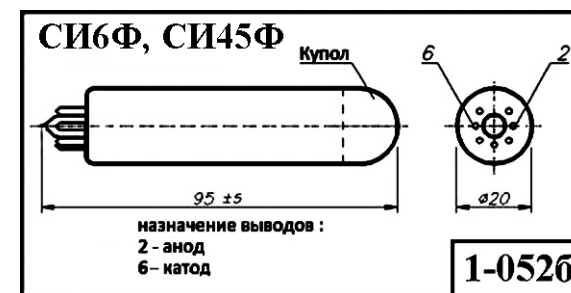
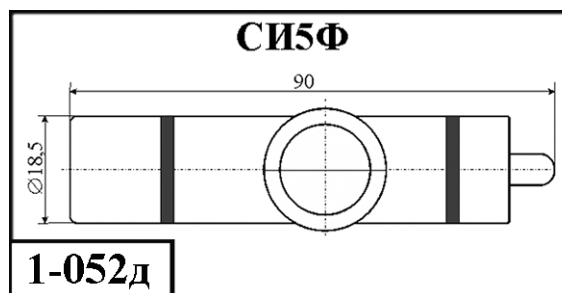
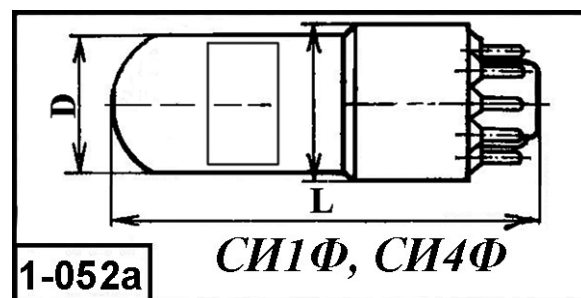


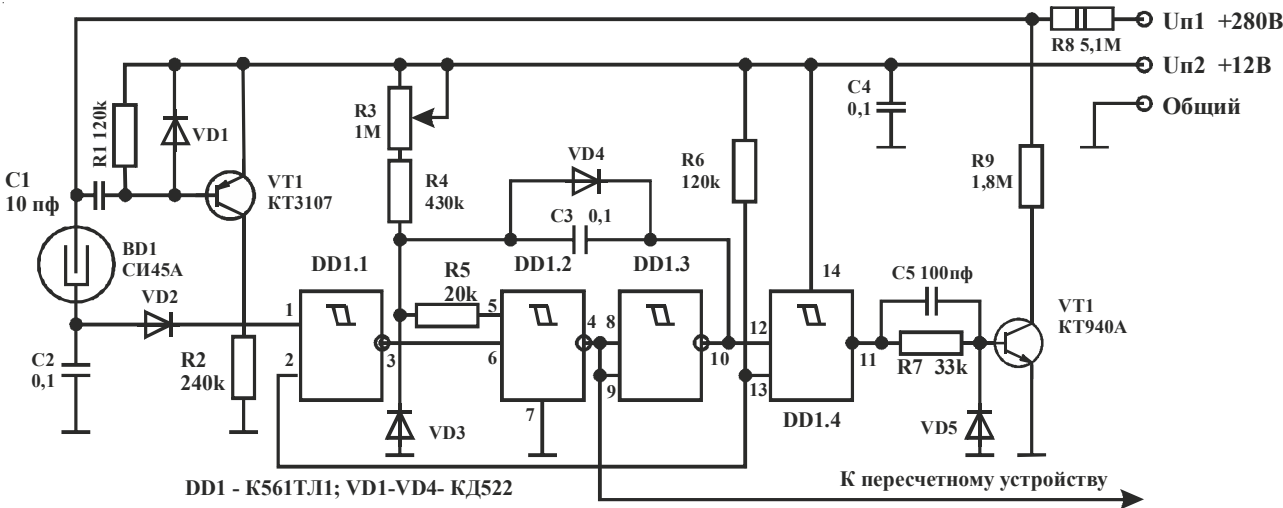
Рис. 1.10. Внешний вид и габаритные размеры счетчиков фотонов.

Таблица 1.5а. Основные характеристики при температуре 20±5°С

| Тип счетчика | Особенности конструкции, катод, назначение     | Рабочий интервал напряжений, В | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Собственный фон, имп/с, не более | Чувствительность к пламени свечи (на расстоянии 1 м), имп/с | Чувствительность к лампе накаливания (10000лк), имп/с, не более | Чувствительность к лампе накаливания (10000лк), чувствительность к рассеянному солнечному свету (50000лк), чувствительность к свету автомобильных фар (5000лк), чувствительность к свету люминесцентных ламп ДРЛ (1000лк), имп/с, не более | Угол обзора со стороны купола, град | Снижение чувствительности в пределах угла обзора, % | Срок службы, час, не менее | Диапазон рабочих температур, °С | Габаритные размеры, мм , [масса, г] | № рис. |
|--------------|------------------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|--------|
| СИ45Ф        | Торцевой. Стекланный. Регистрация УФ-излучения | 250 ÷ 300                      | 280                                 | 1                                | 12 min                                                      | 3                                                               | 3                                                                                                                                                                                                                                          | 90                                  | 35 max                                              | 10000                      | -50....100                      | Ø20х 95 [40 г]                      | 1-0526 |



Рис.1.10а. Принципиальная электрическая схема гашения для СИ45Ф.



### 1.1.6. Детекторы рентгеновского излучения

#### 1.1.6.1. Детекторы рентгеновского излучения МСТР-3, МСТР-4, МСТР-5, СИ2Р, СИЗР, СИ4Р, СИ5Р, СИ2П, СИ6Р, СРМ-1, СРТ-4, СРТ-5, СИ9Р, СИ10Р, СИ-11Р, СИ-12Р, СИ-13Р, СРМ19, СРМ20

Основные параметры детекторов рентгеновского излучения приводятся в табл. 1.6. и 1.6а. Внешний вид приборов приводится на рис. 1.11.

**Таблица 1.6.** Основные характеристики детекторов рентгеновского излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Конструкция, назначение                                                                       | Диапазон регистрации, кэВ | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики.                     | Относительная полуширина амплитудного распределения при $E=5,9$ кэВ, %, не более | Максимальная рабочая скорость счета, $\text{с}^{-1}$ , не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г] | № рис. |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|--------|
| МСТР-3       | Стеклянный. Торцевой. Катод-медная пленка. Регистрация РИ.                                    | 1,5...5,5Å                | 1500                                | $N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$                       | -                                                                                | -                                                               | -5...+40                                      | [20 г]                             | 1-071  |
| МСТР-4       | Стеклянный. Торцевой. Катод-медный. Регистрация РИ.                                           | 0,3...3Å                  | 1500                                | $N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$<br>$N_{\text{ф}}=65$  | -                                                                                | -                                                               | -5...+35                                      | Ø40x180<br>[50 г]                  | 1-071  |
| МСТР-5       | Стеклянный. Торцевой. Катод-медная пленка. Регистрация РИ.                                    | 0,5...2Å                  | 1500                                | $N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$                       | -                                                                                | -                                                               | -20...+50                                     | [70 г]                             | 1-071  |
| СИ2Р         | Стеклянный. Торцевой с бериллиевым окном. Катод-медь. Регистрация РИ.                         | 0,5...2Å                  | 1450                                | $N_{\text{max}}=3 \cdot 10^4$<br>$N_{\text{ф}}=90$  | -                                                                                | -                                                               | -20...+50                                     | Ø50x260<br>[70 г]                  | 1-071  |
| СИЗР         | Стеклянный. Торцевой с бериллиевым окном. Регистрация РИ.                                     | 1,2...3Å                  | 1650                                | $N_{\text{max}}=1 \cdot 10^5$<br>$N_{\text{ф}}=100$ | -                                                                                | -                                                               | -45...+55                                     | Ø26x125<br>[40 г]                  | 1-070  |
| СИ4Р         | Стеклянный. Торцевой с бериллиевым окном. Регистрация РИ.                                     | 1,2...2,5Å                | 1650                                | $N_{\text{max}}=1 \cdot 10^5$<br>$N_{\text{ф}}=100$ | -                                                                                | -                                                               | -20...+50                                     | Ø26x155<br>[50 г]                  | 1-070  |
| СИ5Р         | Стеклянный. Торцевой. Регистрация РИ.                                                         | 0,6...2,5Å                | 1000-1500                           | $t_{\text{г}}=15$ (0,7Å)<br>$\varepsilon=50$ (1,8Å) | -                                                                                | -                                                               | -20...+50                                     | Ø26x120<br>[70 г]                  | 1-070  |
| СИ2П         | Металлический. Катод-алюминиевая трубка. Регистрация РИ.                                      | 0,85...2,5Å               | 1250-1350                           | $N_{\text{max}}=6 \cdot 10^4$                       | -                                                                                | -                                                               | 0...+55                                       | -                                  | -      |
| СИ6Р         | Стеклянный. Торцевой. Регистрация рентгеновского излучения в устройствах широкого применения. | 0-30                      | 2000                                | -                                                   | -                                                                                | -                                                               | -20...+50                                     | Ø37x182<br>[95 г]                  | -      |
| СРМ-1        | Регистрация РИ.                                                                               | 5-60                      | 1400-2000                           | $\varepsilon=40$ (6,4 кэВ)                          | -                                                                                | -                                                               | 0...+55                                       | Ø64x270                            | 1-072  |

Окончание таблицы 1.6. Основные характеристики детекторов рентгеновского излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика | Конструкция, назначение                                                     | Диапазон регистрации, кэВ | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики.       | Относительная полуширина амплитудного распределения при $E=5,9$ кэВ, %, не более | Максимальная рабочая скорость счета, $\text{с}^{-1}$ , не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]  | № рис.  |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| СРТ-4        | Стекланный. Торцевой. Катод-стальной. Регистрация РИ.                       | 8...20Å                   | 800                                 | $\varepsilon=10$ (10Å)                | -                                                                                | -                                                               | -50...+50                                     | $\varnothing 15 \times 85$ [16 г]   | 1-070   |
| СРТ-5        | Металлический. Катод-алюминиевый. Регистрация РИ                            | 15-20                     | 3400-4000                           | -                                     | -                                                                                | -                                                               | -50...+50                                     | $\varnothing 60 \times 257$ [240 г] | 1-073   |
| СИ9Р         | Стекланный. Торцевой. Регистрация РИ.                                       | -                         | 2000-2500                           | -                                     | 21                                                                               | $5 \cdot 10^3$                                                  | -40...+50                                     | $\varnothing 55 \times 242$ [370 г] | -       |
| СИ10Р        | Стекланный. Торцевой. Регистрация РИ.                                       | -                         | 1700-2200                           | -                                     | 21                                                                               | $5 \cdot 10^3$                                                  | -40...+50                                     | $\varnothing 55 \times 242$ [370 г] | -       |
| СИ-11Р       | Регистрация рентгеновского излучения в медицине, геофизике, ядерной физике. | 2-40                      | 1700-2200                           | $\Delta E=18$ ;<br>$E_{\text{эф}}=90$ | -                                                                                | $1 \cdot 10^5$                                                  | -20...+50                                     | $\varnothing 35 \times 160$         | 1-073д  |
| СИ-12Р       |                                                                             | 2-40                      | 1700-2200                           | $\Delta E=29$ ;<br>$E_{\text{эф}}=75$ | -                                                                                | $1 \cdot 10^5$                                                  | -20...+50                                     | $\varnothing 23 \times 95$          | 1-073д1 |
| СИ-13Р       |                                                                             | 2-40                      | 1700-2200                           | $\Delta E=18$ ;<br>$E_{\text{эф}}=90$ | -                                                                                | $1 \cdot 10^5$                                                  | -20...+50                                     | $\varnothing 35 \times 160$         | 1-073д  |
| СРМ19        |                                                                             | -                         | 1700-2100                           | -                                     | 22                                                                               | $5 \cdot 10^3$                                                  | -20...+50                                     | $20 \times 20 \times 98$ [53 г]     | 1-074   |
| СРМ20        |                                                                             | -                         | 1700-2100                           | -                                     | 22                                                                               | $5 \cdot 10^3$                                                  | -20...+50                                     | $26 \times 26 \times 18$ [43 г]     | 1-075   |

Примечание:  $\Delta E$  - Энергетическое разрешение на линии  $\text{MnK}\alpha$ , %;  $E_{\text{эф}}$  - Эффективность регистрации на линии  $\text{MnK}\alpha$ , %.

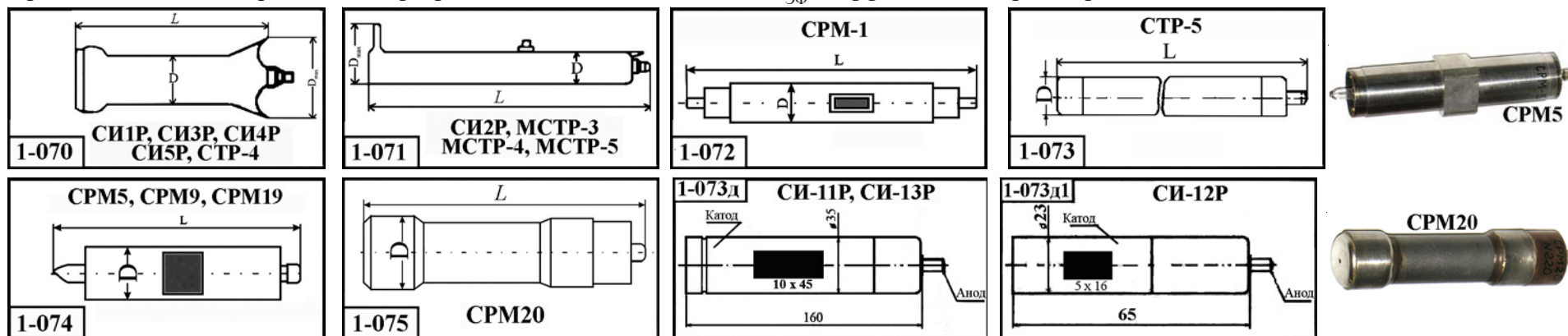


Рис. 1.11. Внешний вид и габаритные размеры рентгеновского излучения

### 1.1.6.2. Детекторы рентгеновского излучения АГ-1, АГ-2, АГ-3, АГ-4, АГ-5, АГ-6, СИ-1-13Р, СИ-2Р, СИ-3Р, СИ-4Р, СИ-5Р, СИ-6Р

Основные параметры детекторов рентгеновского излучения приводятся в табл. 1.6а. Внешний вид и энергетические характеристики детекторов приводятся на рис .1.12 и 1.12а.

**Таблица 1.6а.** Основные характеристики детекторов рентгеновского излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Тип счетчика     | Конструкция, назначение                                                                                                                                                                                         | Диапазон регистрации, кэВ | Рекомендуемое рабочее напряжение, В | Дозиметрические характеристики. | Относительная полуширина амплитудного распределения при $E=5,9$ кэВ, %, не более | Максимальная рабочая скорость счета, $\text{с}^{-1}$ , не менее | Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$ | Габаритные размеры, мм, [масса, г]     | № рис. |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------|--------|
| АГ-1<br>СИ-1-13Р | Для использования в аппаратуре рентгеновского анализа, для определения структуры и элементного состава материалов – рентгеновских дифрактометрах и спектрометрах, специализированных датчиках состава вещества. | 3-20                      | 1300-1700                           | $N_\Phi=60$                     | 16                                                                               | -                                                               | 0...+55                                       | $\varnothing 35 \times 160$<br>[150 г] | 1-076  |
| АГ-2<br>СИ-2Р    |                                                                                                                                                                                                                 | 1,2-15                    | 700-900                             | $N_\Phi=60$                     | 16                                                                               | -                                                               | 0...+55                                       | $\varnothing 10 \times 75$<br>[20 г]   | 1-077  |
| АГ-3<br>СИ-3Р    |                                                                                                                                                                                                                 | 3-20                      | 1300-1650                           | $N_\Phi=60$                     | 16-18                                                                            | -                                                               | 0...+55                                       | 22x22x88<br>[135 г]                    | 1-078  |
| АГ-4<br>СИ-4Р    |                                                                                                                                                                                                                 | 1-20                      | 1300-1600                           | $N_\Phi=60$                     | 16-18                                                                            | -                                                               | 0...+55                                       | 22x42x81<br>[150 г]                    | 1-079  |
| АГ-5<br>СИ-5Р    |                                                                                                                                                                                                                 | 1,5-15                    | 650-900                             | $N_\Phi=60$                     | 16-18                                                                            | -                                                               | 0...+55                                       | 22x22x82<br>[30 г]                     | 1-080  |
| АГ-6<br>СИ-6Р    |                                                                                                                                                                                                                 | 3-20                      | 1400-1700                           | $N_\Phi=60$                     | 17-19                                                                            | -                                                               | 0...+55                                       | 53 x 69 x 441<br>[150 г]               | 1-081  |

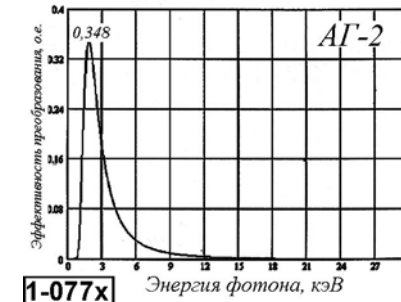
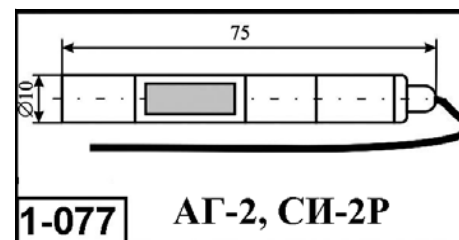
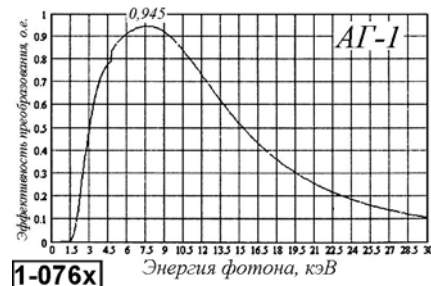
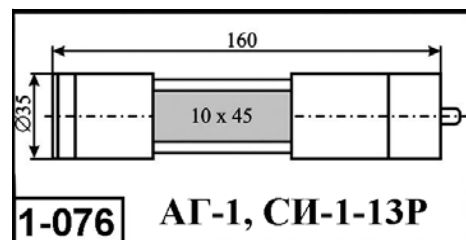


Рис. 1.12. Внешний вид, габаритные размеры и энергетические характеристики детекторов рентгеновского излучения

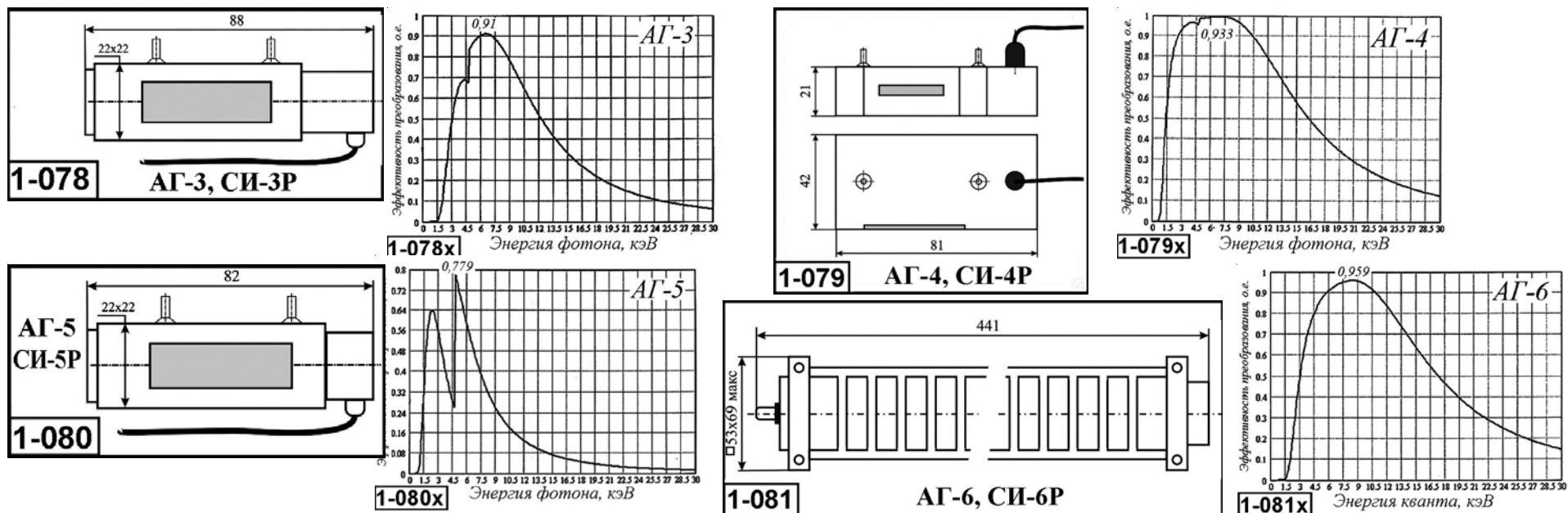


Рис. 1.12а. Внешний вид, габаритные размеры и энергетические характеристики детекторов рентгеновского излучения

#### 1.1.6.2д. Вакуумный рентгеновский датчик СДИ28

Вакуумный рентгеновский датчик СДИ28 предназначен для преобразования рентгеновского излучения в области спектра от 1 кэВ до 10 кэВ в электрический аналог. Используется в составе вакуумированного оборудования для измерения параметров рентгеновского излучения.

Особенности конструкции: катод из тантала (меди, хрома, алюминия, никеля); входное окно из бериллия толщиной 0,3 мм; коаксиальный анодный вывод. Датчик может помещаться в широкополосный корпус. Основные параметры рентгеновского датчика излучения приводятся в табл. 1.6д. Внешний вид на рис. 1.12д.

| Наименование параметра. Единица измерения.                         | Норма параметра     |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Чувствительность, А.с.см /квант                                    | $> 10^{-18}$        |
| Длительность импульсной характеристики на полувысоте, нс, не более | 0,5                 |
| Максимальный линейный выходной ток, А                              | $> 10$              |
| Темновой ток, А, не более                                          | $5 \times 10^{-12}$ |
| Напряжение питания, В                                              | 1800                |
| Диаметр катода, мм                                                 | 25                  |
| Габаритные размеры, мм                                             | Ж40 x 60            |

Таблица 1.6д.



Рис. 1.12д. Внешний вид датчика СДИ28

### 1.1.6.3д. Детекторы рентгеновские позиционно-чувствительные ЛКДО-1, ЛКДО-2, ИКД-1, ИКДО-1 и КОМБИ-1

Детекторы позиционно-чувствительные: линейные отпаянные (ЛКДО-1 и ЛКДО-2), изогнутые проточные и отпаянные (ИКД-1 и ИКДО-1). Предназначены для обеспечения позиционной и энергетической чувствительности рентгеновских аналитических аппаратов путем преобразования энергии рентгеновского излучения в электрические импульсы.

Детекторы имеют радиационно-стойкий резистивный нитевидный анод, который обеспечивает высокую надежность детекторов, а также устойчивость к кратковременному попаданию первичного пучка и повышенный ресурс работы.

Система регистрации КОМБИ-1 состоит из блока детектирования ЛКДО и блока обработки и согласования сигналов с выводом информации на ПЭВМ.

Позиционно-чувствительные детекторы применяются, в основном, в аппаратуре рентгеноструктурного анализа для экспрессного определения фазового состава веществ при высоких давлениях и температуре, для ускорения съемки слабых малоугловых дифрактограмм, в простых безгониометрических датчиках фазового состава веществ. В частности, линейный детектор блока "КОМБИ" использовался для оценки фазового состава цементов в технологическом процессе, ЛКДО-1, ЛКДО-2 применяются в приборах для оценки напряженного состояния материалов (РАКОН и др.). ИКДО-1 используется в простом безгониометрическом дифрактометре ЭФА. Благодаря использованию ЛКДО при изучении тонкой структуры спектров поглощения и эмиссии время измерения сокращается в сотни раз по сравнению с фотометрическим методом и использованием нуль-мерного детектора.

Основные параметры детекторов приведены в таблице 1.6д1, внешний вид на рис.1.12д.

**Таблица 1.6д1.** Основные характеристики детекторов рентгеновского излучения при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра.<br>Единица измерения        | Тип прибора    |                |                |                            |
|-----------------------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------------------|
|                                                     | ЛКДО-1         | ЛКДО-2         | ИКДО-1         | КОМБИ-1                    |
| Размер рабочего окна, мм                            | 25 x 10        | 50 x 10        |                | 50(25)x10                  |
| Диапазон одноврем. регистрации ( $2\Theta$ ), град. |                |                | 55             |                            |
| Пространств. разрешение на линии CuKa, мкм          | 90             | 130            | 220            | 150(120)                   |
| Энергетич. разрешение на линии CuKa, %, не более    | 21             | 21             | 25             | 21                         |
| Интегральная нелинейность, %                        | 0,5            | 0,5            | 0,5            | 0,5                        |
| Дифференциальная нелинейность, %                    | 2              | 2              | 3              | 3                          |
| Максимальная скорость счета, $\text{с}^{-1}$        | $5 \cdot 10^4$ | $5 \cdot 10^4$ | $5 \cdot 10^4$ | $2 \cdot 10^4$             |
| Габаритные размеры, мм                              | 100x50x95      | 100x50x95      | 180x110x40     | 145x120x80 и<br>254x189x85 |



Рис. 1.12д. Внешний вид позиционно-чувствительных детекторов КДО-1, ЛКДО-2, ИКД-1, ИКД-2.

### 1.1.6.4д. Блоки детектирования рентгеновского излучения БДР-2, БДР-2-01, БДР-3, БДР-4, БДР-5

Блоки детектирования рентгеновского излучения БДР-2, БДР-2-01, БДР-3, БДР-4, БДР-5 предназначены для преобразования рентгеновского излучения в электрический сигнал.

БДР-2, БДР-2-01 состоят из общего анода, выполненного в виде металлической пластины, 1024-х катодов, представляющих собой металлические полоски (стрипы) шириной 0,2 мм, расположенные в плоскости, параллельной плоскости анода, втянутые вдоль рентгеновских лучей и соединённые со входами модулей мультиплексоров (далее модулей).

Модули предназначены для предварительного усиления и коммутации сигналов со стрипов на общую выходную шину. Количество модулей 16. Каждый имеет 64 входа и один выход. Модули размещены на общем основании вдоль продольной оси детектора. Данные узлы размещены в металлическом герметичном корпусе с входным окном, прозрачным для рентгеновского излучения не менее 90%. Корпус заполняется одним или смесью инертных газов под давлением. Цепи питания и выходы модулей через кросс-плату подсоединены к разъёму, расположенному на торце корпуса.

БДР-3 является усовершенствованным аналогом БДР-1. Состоит из 16 модулей, содержащих по 256 рентгеночувствительных элементов. Модули размещены на общем основании в шахматном порядке и образуют вдоль продольной оси детектора две непрерывные линейки. Основание с модулями размещено в герметизированном корпусе с входным окном, прозрачным для рентгеновского потока. Корпус наполняется осушенным газом под давлением выше атмосферного.

Конструкция БДР-2, БДР-3 предусматривает возможность замены вышедшего из строя любого из 16 модулей в условиях изготовителя. Применяются в цифровых рентгенографических установках медицинского назначения.

Блок детектирования рентгеновского излучения БДР-5 отличается от своего аналога БДР-2 лучшей разрешающей способностью. Применяется в цифровых сканирующих рентгенографических системах медицинского назначения с низкой дозой облучения.

Блок детектирования рентгеновского излучения БДР-4 предназначен для преобразования рентгеновского излучения в электрический сигнал. Применяется в цифровых сканирующих рентгенографических системах контроля со сверхнизкой дозой облучения, не превышающей фоновых значений, позволяющих провести оснащение служб безопасности при досмотре пассажиров в аэропортах, на таможенных пунктах высокоэффективным безопасным рентгеновским оборудованием с целью обнаружения скрытых опасных предметов, оружия и наркотиков. По сравнению с системами аналогичного назначения, система на базе БДР-4 обеспечивает в 3-5 раз меньшее время сканирования и дозу облучения.

Основные параметры блоков детектирования рентгеновского излучения БДР-2, БДР-2-01, БДР-3, БДР-4, БДР-5 приведены в табл.1.6д2. Внешний вид детекторов приведен на рис. 1.12.2д.

**Таблица 1.6д2.** Основные характеристики детекторов БДР-2, БДР-2-01, БДР-3, БДР-4, БДР-5 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                               | Тип прибора       |          |                     |                    |                   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------|---------------------|--------------------|-------------------|
|                                                                          | БДР-2             | БДР-2-01 | БДР-3               | БДР-4              | БДР-5             |
| Количество катодов (стрипов)                                             | 1024              |          | 4096                | 768                | 2048              |
| Ширина катода, мм                                                        | 0,2               |          | 0,2                 | 0,2                | 0,2               |
| Расположение катодов катодов                                             | линия, шаг 0,4 мм |          | 2 линии, шаг 0,2 мм | линия, шаг 1,05 мм | линия, шаг 0,2 мм |
| Среднее квадратичное напряжение шума на выходе, мВ, не более             | 0,8               |          | -                   | 0,8                | -                 |
| Среднее значение темнового напряжения, В, не более                       | 0,15              |          | 0,3                 | 0,15               | -                 |
| Разброс значений темновых напряжений, %, не более                        | 30                |          | 40                  | 30                 | -                 |
| Напряжение выходного сигнала регистра, В, не менее                       | 6,5               |          | 6,5                 | 6,5                | -                 |
| Удельная рентгеночувствительность, нАмин/(см <sup>2</sup> · Р), не менее | -                 |          | 20                  | -                  | -                 |
| Время экспозиции на один снимок, с, не более                             | -                 |          | -                   | 5                  | -                 |
| Доза облучения на снимок, мкЗв, не более                                 | -                 |          | -                   | 5                  | -                 |
| Напряжение питания, В                                                    | 1000              |          |                     |                    |                   |
| Средняя наработка на отказ, ч                                            | 750               |          |                     |                    |                   |
| Рабочий диапазон температур, °С                                          | 25±10             |          | от -10 до 35        | 25±10              | 25±10             |
| Габаритные размеры, мм                                                   | 661x121x168       | ∅115x161 | 450x120x42          | 1601x121x168       | 695x111x91        |
| Масса, кг                                                                | 16                |          | 4                   | 20                 | 9                 |
| № рисунка                                                                | 1.12.2д           |          |                     |                    |                   |

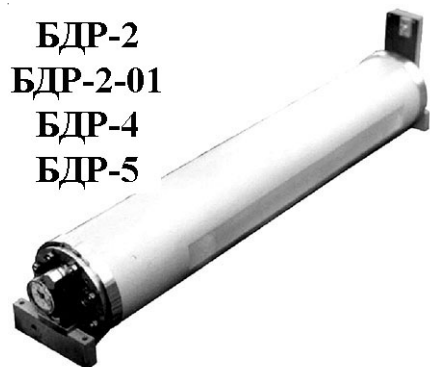


Рис. 1.12.2д. Основные характеристики детекторов БДР-2, БДР-2-01, БДР-3, БДР-4, БДР-5

## 1.1.7. Ионизационные камеры

## 1.1.7.1. Ионизационные камеры КНК3, КНК4, КНК15, КНК15-1, КНК53М, КНК56, КНК56М, КНК57М

Основные параметры ионизационных камер приводятся в табл. 1.7.

Таблица 1.7. Основные параметры ионизационных камер при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ 

| Тип<br>камеры | Конструкция,<br>назначение                                                                                                 | Абсолютная чувствительность       |                      |                                         |                                                    | Рекомен-<br>дуемое<br>рабочее<br>напряжение,<br>В | Собствен-<br>ный фон<br>(ЛВС),<br>А | Сопро-<br>тивление<br>изоляции,<br>Ом | Диапазон<br>рабочих<br>температур,<br>°С | Габаритные<br>размеры,<br>мм ,<br>[Масса, г.] |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|               |                                                                                                                            | к гамма-излучению                 |                      | к нейтронам                             |                                                    |                                                   |                                     |                                       |                                          |                                               |
|               |                                                                                                                            | А*Р <sup>-1</sup> *ч,<br>не более | кг, не более         | токовая                                 | импульсная                                         |                                                   |                                     |                                       |                                          |                                               |
|               |                                                                                                                            |                                   |                      | А*см <sup>2</sup> *с*нейтр,<br>не менее | см <sup>2</sup> *нейтр <sup>-1</sup> ,<br>не менее |                                                   |                                     |                                       |                                          |                                               |
| КНК3          | Корпус стальной.<br>Измерение потока                                                                                       | 1,3*10 <sup>-12</sup>             | 1,8*10 <sup>-5</sup> | (3,14-3,46)*10 <sup>-15</sup>           | -                                                  | +250;<br>-(225-275)                               | 1*10 <sup>-10</sup>                 | 1*10 <sup>11</sup>                    | н.д.                                     | Ø51x164<br>[500 г]                            |
| КНК4          | нейтронов с<br>компенсацией<br>сопутствующего<br>γ-излучения в<br>системах<br>управления и<br>защиты ядерных<br>реакторов. | 9*10 <sup>-14</sup>               | 1,2*10 <sup>-6</sup> | (0,95-1,05)*10 <sup>-13</sup>           | -                                                  | +500;<br>-(100-500)                               | 1,5*10 <sup>-10</sup>               | 1*10 <sup>12</sup>                    | н.д.                                     | Ø50x455<br>[1700 г]                           |
| КНК15         | Измерения<br>плотности потока                                                                                              | 1*10 <sup>11</sup>                | 1,4*10 <sup>-4</sup> | (1,57-2,62)*10 <sup>-13</sup>           | 0,76-1,38                                          | ±400                                              | 1*10 <sup>-8</sup>                  | 1*10 <sup>10</sup>                    | н.д.                                     | Ø51x260<br>[780 г]                            |
| КНК15-1       | нейтронов в<br>ядерных реакторах                                                                                           | 2*10 <sup>-10</sup>               | 2,8*10 <sup>-3</sup> | (2,47-2,73)*10 <sup>-13</sup>           | -                                                  | ±350                                              | 5*10 <sup>-10</sup>                 | 1*10 <sup>11</sup>                    | н.д.                                     | Ø51x260<br>[850 г]                            |
| КНК53М        | То-же, что КНК3                                                                                                            | 1,3*10 <sup>-12</sup>             | 1,8*10 <sup>-5</sup> | 1,61*10 <sup>-14</sup>                  | -                                                  | ±500                                              | 1*10 <sup>-10</sup>                 | 3*10 <sup>11</sup>                    | н.д.                                     | Ø50x512<br>[1900 г]                           |
| КНК56         |                                                                                                                            | 1*10 <sup>11</sup>                | 1,4*10 <sup>-4</sup> | 4*10 <sup>-13</sup>                     | -                                                  | +500;<br>-(200-500)                               | 1*10 <sup>-10</sup>                 | 1*10 <sup>11</sup>                    | н.д.                                     | Ø50x655<br>[1600 г]                           |
| КНК56М        |                                                                                                                            | 5*10 <sup>11</sup>                | 7*10 <sup>-4</sup>   | 4*10 <sup>-13</sup>                     | -                                                  | +500;<br>-(200-500)                               | 1*10 <sup>-10</sup>                 | 1*10 <sup>11</sup>                    | н.д.                                     | Ø50x655<br>[1600 г]                           |
| КНК57М        |                                                                                                                            | 1,3*10 <sup>-12</sup>             | 1,8*10 <sup>-5</sup> | 0,31*10 <sup>-14</sup>                  | -                                                  | ±500                                              | 1*10 <sup>-10</sup>                 | 3*10 <sup>11</sup>                    | н.д.                                     | Ø50x31<br>[600 г]                             |

### 1.1.7.2. Ионизационные камеры КНТ-7, КНТ-8, КНТ-9, КНТ-10, КНТ-31, КНТ31-1, КНТ-54, КНТ-54-1

Диапазон рабочих температур ионизационных камер от - 0 до +300°C. Основные параметры ионизационных камер приводятся в табл. 1.7а. Внешний вид и габаритные размеры камер приведены на рис. 1.13.

**Таблица 1.7а.** Основные параметры ионизационных камер при температуре 20±5°C

| Тип<br>камеры | Конструкция,<br>катод, назначение                                                                      | Абсолютная чувствительность       |                      |                                         |                                                    | Рекомен-<br>дуемое<br>рабочее<br>напряжение,<br>В | Собствен-<br>ный фон<br>(ЛВС),<br>А | Сопро-<br>тивление<br>изоляции,<br>Ом | Габаритные<br>размеры,<br>мм ,<br>[Масса, г.] | № рис |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------|-------|
|               |                                                                                                        | к гамма-излучению                 |                      | к нейтронам                             |                                                    |                                                   |                                     |                                       |                                               |       |
|               |                                                                                                        | А*Р <sup>-1</sup> *ч,<br>не более | кг, не более         | токовая                                 | импульсная                                         |                                                   |                                     |                                       |                                               |       |
|               |                                                                                                        |                                   |                      | А*см <sup>2</sup> *с*нейтр,<br>не менее | см <sup>2</sup> *нейтр <sup>-1</sup> ,<br>не менее |                                                   |                                     |                                       |                                               |       |
| КНТ-7         | Регистрация нейтронов с энергией выше 0,4 МэВ на фоне γ-излучения.                                     | -                                 | -                    | -                                       | 4*10 <sup>-6</sup>                                 | 400...800                                         | -                                   | 1*10 <sup>10</sup>                    | Ø7,5x71<br>[10 г]                             | 1-090 |
| КНТ-8         | Регистрация нейтронов с энергией выше 1,2 МэВ на фоне γ-излучения.                                     | -                                 | -                    | -                                       | 2*10 <sup>-6</sup>                                 | 500                                               | -                                   | 1*10 <sup>10</sup>                    | Ø7,5x71<br>[10 г]                             | 1-090 |
| КНТ-9         | Регистрация нейтронов на фоне -излучения.                                                              | -                                 | -                    | -                                       | 5*10 <sup>-4</sup>                                 | 400...800                                         | -                                   | 1*10 <sup>10</sup>                    | Ø7,5x71 [10 г]                                | 1-090 |
| КНТ-10        |                                                                                                        | -                                 | -                    | -                                       | 5*10 <sup>-4</sup>                                 | 500                                               | -                                   | 1*10 <sup>10</sup>                    | Ø7,5x71 [10 г]                                | 1-090 |
| КНТ-31        | Стальной цилиндрический корпус. Регистрация медленных нейтронов на фоне интенсивного γ-излучения.      | -                                 | -                    | -                                       | 0,25                                               | 400...800                                         | -                                   | 1*10 <sup>9</sup>                     | Ø32x239 [390 г]                               | 1-091 |
| КНТ31-1       |                                                                                                        | 3*10 <sup>-11</sup>               | 4,2*10 <sup>-4</sup> | (1,15-1,25)*10 <sup>-13</sup>           | 0,3                                                | 250                                               | 4*10 <sup>-9</sup>                  | 1*10 <sup>10</sup>                    | Ø32x239 [390 г]                               | 1-091 |
| КНТ-54        | Стальной корпус.                                                                                       | -                                 | -                    | -                                       | 0,5                                                | 500                                               |                                     | 1*10 <sup>9</sup>                     | Ø50x242 [650 г]                               | 1-092 |
| КНТ-54-1      | Высокотемпературная ионизационная камера для измерения плотности потоков нейтронов в ядерных ректорах. | 5*10 <sup>-11</sup>               | 7*10 <sup>-4</sup>   | 1*10 <sup>-13</sup>                     | 0,5                                                | 250                                               | 1*10 <sup>-8</sup>                  | 1*10 <sup>10</sup>                    | Ø50x191<br>[550 г]                            | 1-092 |

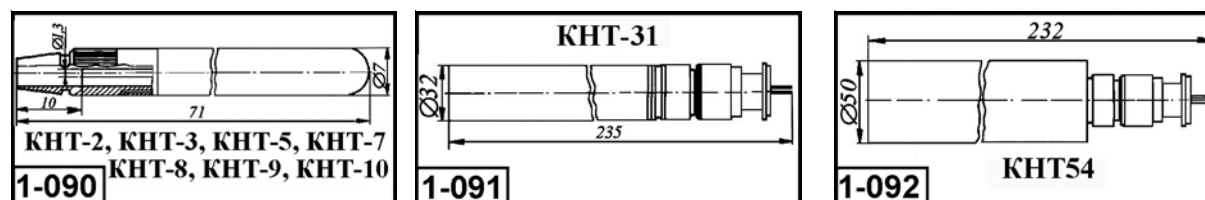


Рис. 1.13. Внешний вид и габаритные размеры ионизационных камер.

### 1.1.8. Блоки детектирования на основе газоразрядных счетчиков

В реальной практике широкое распространение получили, т.н. блоки детектирования на основе газоразрядных счетчиков в которые, кроме детектора излучения, могут входить предварительные зарядочувствительные усилители сигналов, сцинтилляторы, вторичные источники питания и др. элементы.

Более сложные блоки детектирования, кроме указанных узлов, могут содержать схемы обработки и преобразования сигналов, (например, АЦП), микроконтроллеры и устройства сопряжения, преобразующие сигнал в цифровой код (например, RS-232 или RS-485). Подобные устройства называют интеллектуальными детекторными блоками. Как правило, все эти элементы размещаются в общем защитном корпусе.

Отечественная промышленность выпускает широкую номенклатуры блоков детектирования различной конструкции и различного назначения. Ниже приводятся характеристики некоторых моделей устройств данного вида.

#### 1.1.8.1. Блоки детектирования гамма-излучения БДМГ-04-00, БДМГ-04-01, БДМГ-04-02, БДМГ-04-03 и БДМГ-04-04

Блоки детектирования БДМГ-04-00, БДМГ-04-01, БДМГ-04-02, БДМГ-04-03 и БДМГ-04-04 предназначены для регистрации и преобразования энергии гамма-излучения в соответствующие по амплитуде электрические сигналы для их последующей обработки. В качестве чувствительного элемента используются счетчики Гейгера.

Блоки детектирования БДМГ-04-00, БДМГ-04-01, БДМГ-04-02, БДМГ-04-03 и БДМГ-04-04 предназначены для измерения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения. Блок детектирования БДМГ-04-02Б предназначен для измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения в воздухе.

БДМГ-04-00 содержит два измерительных канала: №1 (со счетчиком высокой чувствительности) и №2 (со счетчиком низкой чувствительности). БДМГ-04-01- содержит два измерительных канала: №1 (со счетчиком средней чувствительности) и №2 (со счетчиком низкой чувствительности). БДМГ-04-02 – содержит один канал (со счетчиком высокой чувствительности). БДМГ-04-03 содержит один канал (со счетчиком низкой чувствительности). БДМГ-04-04 содержит один канал (со счетчиком средней чувствительности). БДМГ-04-02Б содержит один канал (со счетчиком высокой чувствительности), измеряет МПД гамма-излучения.

Основные параметры блоков детектирования гамма-излучения серии БДМГ-04 приведены в табл. 1.8. Внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рис. 1.14.



Рис. 1.14. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования гамма-излучения серии БДМГ-04

## Глава 1.1. Газоразрядные детекторы ионизирующих излучений

**Таблица 1.8.** Основные параметры блоков детектирования гамма-излучения серии при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                                                                                                         | БДМГ-04-00                        | БДМГ-04-01                        | БДМГ-04-02                        | БДМГ-04-03                        | БДМГ-04-04                  | БДМГ-АТ2343                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Тип детектора                                                                                                                                                                                      | Счетчик Гейгера                   |                                   |                                   |                                   |                             | счетчики Гейгера-Мюллера (6 шт.)    |
| Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы, мкЗв/час                                                                                                                                           | 0,04 мкЗв/ч - 10 Зв/ч             | 1 мкЗв/ч - 10 Зв/ч                | 0,05 мкЗв/ч - 2 мЗв/ч             | 0,1 мЗв/ч - 10 Зв/ч               | 1 мкЗв/ч - 50 мЗв/ч         | $2,5 \cdot 10^{-8}$ - 10, Гр/ч      |
| Чувствительность, имп/чГр                                                                                                                                                                          | -                                 | -                                 | -                                 | -                                 | -                           | 9000                                |
| Энергетическая зависимость чувствительности блока детектирования относительно энергии 662 кэВ гамма-излучения радионуклида $^{137}\text{Cs}$ в диапазоне энергий от 0,05 до 1,25 МэВ в пределах, % | $\pm 25$                          | $\pm 25$                          | $\pm 25$                          | $\pm 25$                          | $\pm 25$                    | не более +30                        |
| Диапазон регистрируемых энергий, МэВ                                                                                                                                                               | -                                 | -                                 | -                                 | -                                 | -                           | 50 - 1500 кэВ                       |
| Диапазон измерения мощности поглощенной дозы гамма-излучения в воздухе, Гр/ч                                                                                                                       | -                                 | -                                 | -                                 | -                                 | -                           | $2,5 \cdot 10^{-8}$ - 10            |
| Нестабильность показаний за время непрерывной работы 24 ч, %, не более                                                                                                                             | $\pm 5$                           | $\pm 5$                           | $\pm 5$                           | $\pm 5$                           | $\pm 5$                     | $\pm 5$                             |
| Рабочий диапазон температур, $^\circ\text{C}$                                                                                                                                                      | -40 ... +70                       |                                   |                                   |                                   |                             | -30...+50                           |
| Напряжение питания, В                                                                                                                                                                              | 8 – 42                            |                                   |                                   |                                   |                             | от 8 до 25                          |
| Потребляемая мощность, Вт, не более                                                                                                                                                                | 2,0                               |                                   |                                   |                                   |                             | 1,0                                 |
| Габаритные размеры, мм [масса, кг]                                                                                                                                                                 | $\varnothing 50 \times 420$ [800] | $\varnothing 50 \times 320$ [800] | $\varnothing 50 \times 360$ [800] | $\varnothing 50 \times 200$ [500] | $\varnothing 50 \times 230$ | $\varnothing 127 \times 503$ [2700] |
| № рисунка                                                                                                                                                                                          | 1-100                             | 1-100                             | 1-100                             | 1-100                             | 1-100                       | 1-101                               |



Рис. 1.14д. Внешний вид блоков детектирования серии БДМГ-04.

### 1.1.8.2. Блоки детектирования гамма излучения БДМГ-101, БДМГ-101М

Блоки детектирования БДМГ-101, БДМГ-101М предназначены для измерения мощности дозы гамма-излучения.

Каждый блок состоит из модуля ионизационной камеры и модуля электрометра, соединенных специальным электрометрическим кабелем.

Основные параметры детектирования БДМГ-101, БДМГ-101М приведены в табл. 1.9. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования приведены на рис.1.15.

**Таблица 1.9.** Основные параметры блоков детектирования БДМГ-101, БДМГ-101М при температуре 20±5°C



| Наименование параметра, ед. измерения                                 | БДМГ-101             | БДМГ-101М             |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Тип детектора                                                         | ионизационная камера |                       |
| Диапазон измерения мощности эквивалентной дозы мкЗв/час               | $10^{-4}$ - 200 Зв/ч | $10^{-3}$ - 1000 Зв/ч |
| Диапазон регистрируемых энергий, МэВ                                  | 0,05 ÷ 3,0           | 0,05 ÷ 3,0            |
| Чувствительность, мЗв/нКл, не менее                                   | 0,3                  | 1,7                   |
| Энергетическая зависимость, %, не более                               | ±25                  | ±25                   |
| Нестабильность показаний за время непрерывной работы 8 ч, %, не более | ±10                  | ±10                   |
| Напряжение питания, В                                                 | 12                   | 12                    |
| Ток потребления, мА, не более                                         | 100                  | 100                   |
| Диапазон рабочих температур, °С                                       | -30...+120           | -30...+60             |
| Габаритные размеры, мм                                                | Ø85×190              | Ø45×137               |
| Масса (без кабеля), г, не более                                       | 1000                 | 300                   |
| № рисунка                                                             | 1-102                | 1-103                 |

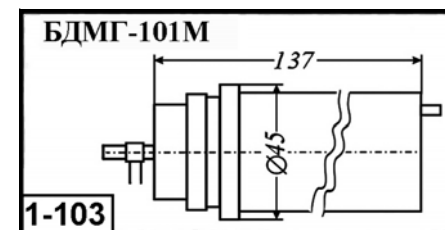
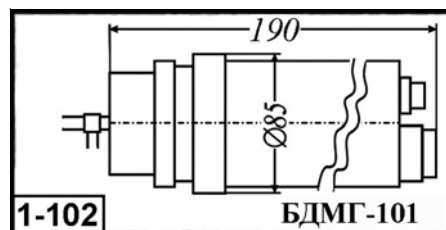


Рис. 1.15. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования БДМГ-101, БДМГ-101М

## 1.1.8.3. Интеллектуальные блоки детектирования нейтронного излучения БДКН-04, БДКН-96, БДМН-96

Интеллектуальные блоки детектирования нейтронного излучения БДКН-04, БДКН-96 и БДМН-96 предназначены для проведения контроля радиационной обстановки на территории радиационно-опасных помещений и объектов, а также для проведения радиационного мониторинга окружающей среды. В качестве чувствительного элемента в блоках используются счетчик медленных нейтронов с гелиевым наполнением и полиэтиленовым замедлителем толщиной до 10 см.

Основные параметры блоков детектирования приведены в табл.1.10. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 1.16.и 1.17.

**Таблица 1.10.** Основные параметры блоков детектирования БДКН-04, БДКН-96 и БДМН-96 при температуре 20±5°C

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                                                 | БДКН-04                    | БДКН-96                    | БДМН-96                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Диапазон измерения мощности амбиентной эквивалентной дозы нейтронного излучения, мЗв/ч                                                     | 0,1 - 10                   | от 0,1 мкЗв/ч до 0,1 Зв/ч. | от 0,1 мкЗв/ч до 0,1 Зв/ч. |
| Диапазон измерения амбиентной эквивалентной дозы нейтронного излучения                                                                     | 0,1 мкЗв - 10 Зв           | 0,1 мкЗв - 10 Зв           | 0,1 мкЗв - 1 Зв            |
| Диапазон измерения плотности потока нейтронов, нейтр/(мин*см <sup>2</sup> )                                                                | 0,1 - 10 <sup>4</sup>      |                            |                            |
| Диапазон измерения флюенса нейтронов, см <sup>2</sup>                                                                                      | (1 - 3)*10 <sup>6</sup>    |                            |                            |
| Диапазон измерения скорости счета импульсов, с <sup>-1</sup>                                                                               | 0,01 – 1,5*10 <sup>5</sup> |                            |                            |
| Диапазон энергии регистрируемого нейтронного излучения                                                                                     | 0,025 эВ - 14 МэВ          | 0,025 эВ - 14 МэВ          | 0,025 эВ - 14 МэВ          |
| Диапазон измерения плотности потока нейтронов, нейрон/(с*см <sup>2</sup> ).                                                                |                            | 0,1 - 10 <sup>4</sup>      | 0,1 - 10 <sup>4</sup>      |
| Основная погрешность измерения,% не более                                                                                                  | ± 20                       | ± 30                       |                            |
| Чувствительность к нейтронному излучению от Pu-Be источников, имп*с <sup>-1</sup> /мкЗв*ч <sup>-1</sup>                                    | 1,5                        |                            |                            |
| Энергетическая зависимость блока в диапазоне энергий нейтронов типовых нейтронных спектров (по отношению к Pu-б-Ве источнику), %, не более |                            | ± 40                       | ± 40                       |
| Рабочий диапазон температур, °C                                                                                                            | от -30 до +50              | от -50 до +40              | от -50 до +40              |
| Напряжение питания, В                                                                                                                      |                            | 7                          | 7                          |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                     | 315x235x264                | Ø100x300                   | Ø54x200                    |
| Масса, г                                                                                                                                   | 8000                       | 2000                       | 350                        |
| № рисунка                                                                                                                                  | 1-105                      | 1-104                      | 1-104                      |

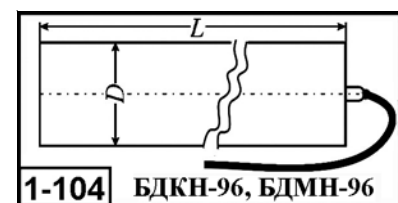


Рис. 1.16. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования БДКН-96 и БДМН-96

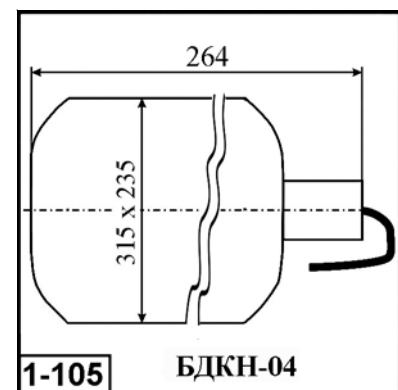


Рис. 1.17. Внешний вид и габаритные размеры блока детектирования БДКН-04

## Глава 1.2. Сцинтилляционные детекторы излучений

Сцинтилляционные детекторы являются весьма распространенными приборами, используемыми для регистрации и контроля ионизирующего излучения.

Сцинтилляционный детектор представляет собой устройство, состоящее из сцинтиллятора и оптически соединенного с ним фотоприемника. В качестве фотоприемников могут использоваться, как вакуумные фотоэлектронные приборы (фотоумножители), так и полупроводниковые приборы - обычно р-і-п фотодиоды.

Сцинтилляционные детекторы позволяют регистрировать все виды радиоактивного излучения, причем в отличие от газоразрядных счетчиков эффективность регистрации высокоэнергетичных  $\gamma$ -квантов может быть в таких детекторах очень большой (50 или даже 100%).

Высокая временная разрешающая способность позволяет использовать сцинтилляционные детекторы при высоких скоростях счета и проводить измерения коротких интервалов вплоть до десятых долей секунды.

Сцинтилляционный детектор может быть не только счетным прибором, регистрирующим число частиц, но и спектрометром - прибором для измерения энергии,

Сцинтилляционные детекторы и счетчики нашли широкое применение в составе аппаратуры контроля в атомной энергетике, производстве радиоактивных материалов, в системах экологического контроля и системах контроля за хранением и перемещением ядерных материалов, в металлургической, химической промышленности и в других областях науки и техники, где требуется обнаружение радионуклидов естественного и искусственного происхождения.

### 1.2.1. Сцинтилляциляторы

**Сцинтиллятор** это элемент детектора, в котором происходит преобразование энергии ИИ в оптическое излучение.

Сцинтиллятор изготавливается из вещества, обладающего способностью излучать (сцинтиллировать) свет при поглощении ионизирующего излучения (гамма-квантов, электронов, альфа-частиц и т. д.).

Излучение сцинтиллятора представляет собой непрерывный спектр с явно выраженным максимумом. В зависимости от материала спектр излучения сцинтилляторов лежит в диапазоне от 220 до 1000 нм. Для большей части сцинтилляторов спектр испускания лежит в сине-зеленой области.

В качестве исходного вещества для изготовления сцинтиллятора могут использоваться: неорганические материалы; органические кристаллы, специальные пластмассы; жидкие органические материалы, инертные газы.

Основными параметрами, определяющими качество сцинтиллятора являются: Световой выход, (относительная сцинтилляционная эффективность), спектр высвечивания (или максимум спектральной характеристики), время высвечивания, радиационная прочность, квенчинг-фактор

(Отношение световых выхода данного типа частиц к световыходу гамма-квантов с равной энергией называется квенчинг-фактором (от англ. quenching - "тушение"). Квенчинг-фактор электронов (бета-частиц) обычно близок к единице. Квенчинг-фактор для альфа-частиц называют  $\alpha/\beta$ -отношением; для многих органических сцинтилляторов он близок к 0,1.)

**Неорганические сцинтилляторы** представляют собой кристаллы неорганических солей. Практическое применение в сцинтилляционной технике имеют главным образом галоидные соединения некоторых щелочных металлов: (NaJ(Tl), CsJ(Tl), LiJ (Sn), ZnS(Ag), CdS(Ag),

Кроме указанных используются неорганические кристаллы: ZnS (Tl), CsJ (Tl), CdS (Ag), CaWO<sub>4</sub>, CdWO<sub>4</sub> и др.

**Органические кристаллические сцинтилляторы.** Для регистрации ионизирующих излучений наибольшее распространение получили следующие органические кристаллы: антрацен, стильбена, и нафталина.

**Пластмассовые сцинтилляторы** представляют собой твердые растворы флуоресцирующих органических соединений в подходящем прозрачном веществе. Например, растворы антрацена или стильбена в полистироле, или плексигласе.

**Жидкие органические сцинтилляторы** - это растворы органических сцинтиллирующих веществ в жидких органических растворителях. Из жидких веществ наиболее подходящими растворителями оказались ксилол, толуол и фенилциклогексан, а сцинтиллирующими веществами р-терфенил, дифенилоксазол и тетрафенилбутадиен.

**Газовые сцинтилляторы** применяются главным образом для регистрации сильно ионизирующих короткопробежных частиц (осколков деления тяжелых ядер). В качестве газовых сцинтилляторов используются в основном чистые инертные газы (гелий, аргон, криптон, ксенон) и их смеси. Световой выход в газовых сцинтилляторах в силу их низких плотностей сравнительно невысок. Однако в качестве газовых сцинтилляторов могут также применяться сжиженные инертные газы.

Каждое из указанных веществ обладает определенными свойствами и особенностями. Применение их в качестве сцинтилляторов определяется конкретными задачами и условиями эксплуатации.

### 1.2.1.1. Материалы, используемые для изготовления сцинтилляторов

Спектр материалов, используемых для в настоящее время изготовления сцинтилляторов, весьма широк. Основные параметры некоторых материалов, используемых для изготовления сцинтилляторов, приведены в табл. 1.11д. Спектральные характеристики приведены на рис. 1.18д.

**Таблица 1.11д.** Основные параметры некоторых материалов, используемых для изготовления сцинтилляторов.

| Тип сцинтиллятора                                  | Максимум полосы люминесценции, нм | Значение конверсионной эффективности относительно кристалла NaI(Tl) | Время нарастания сцинтилляционного импульса, нс | Время высвечивания, нс | Послесвечение после 3 мс, % | Коэффициент преломления | Эффективный атомный номер $Z_{эф}$ | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Гигроскопичность | Твердость по Моосу |
|----------------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------|
| <b>Неорганические сцинтилляторы</b>                |                                   |                                                                     |                                                 |                        |                             |                         |                                    |                              |                  |                    |
| NaI(Tl)                                            | 410                               | 100                                                                 | 5                                               | 250                    | 0,5+5                       | 1,78                    | 50                                 | 3,67                         | Да               | 2                  |
| CsI(Tl)                                            | 550                               | 45                                                                  | 22                                              | 700                    | 0,5+5                       | 1,8                     | 54                                 | 4,51                         | Нет              | 2                  |
| CsI(Na)                                            | 420                               | 85                                                                  | -                                               | 630                    | 0,5+6                       | 1,84                    | 54                                 | 4,51                         | Да               | -                  |
| CsF                                                | 390                               | 5                                                                   | 0,35                                            | 5                      | 0,005                       | 1,48                    | 53                                 | 4,11                         | Да               | -                  |
| KI(Tl)                                             | 420                               | 20                                                                  | 50                                              | 1000                   | -                           | 1,71                    | 49                                 | 3,13                         | Нет              | -                  |
| LiI(Eu)                                            | 440                               | 70                                                                  | -                                               | 1200                   | -                           | -                       | 52                                 | 4,06                         | Да               | -                  |
| CaF <sub>2</sub> (Eu)                              | 435                               | 50                                                                  | 5                                               | 940                    | 0,3                         | 1,47                    | 16                                 | 3,18                         | Нет              | -                  |
| Bi <sub>4</sub> Ge <sub>3</sub> O <sub>12</sub>    | 480                               | 8+16                                                                | 2,8                                             | 300                    | <0,005                      | 2,15                    | 74                                 | 7,13                         | Нет              | 5                  |
| Bi <sub>4</sub> Si <sub>3</sub> O <sub>12</sub>    | 480:570                           | 2                                                                   | 10                                              | 100                    | -                           | 2,06                    | 74                                 | 6,8                          | Нет              | -                  |
| BaF <sub>2</sub>                                   | 325                               | 10                                                                  | 1                                               | 630                    | -                           | 1,49                    | 54                                 | 4,88                         | Нет              | -                  |
| CdWO <sub>4</sub>                                  | 490                               | 40                                                                  | -                                               | 5000                   | <0,005                      | 2,2                     | 65                                 | 7,9                          | Нет              | 6                  |
| ZnWO <sub>4</sub>                                  | 480                               | 28                                                                  | -                                               | 21800                  | -                           | -                       | 61                                 | 7,87                         | Нет              | -                  |
| CaWO <sub>4</sub>                                  | 430                               | 32+50                                                               | -                                               | 3800                   | -                           | 1,92                    | 62                                 | 6,06                         | Нет              | -                  |
| CdS(Te)                                            | 730                               | 100+150                                                             | -                                               | 300                    | -                           | -                       | 48                                 | 4,8                          | Нет              | -                  |
| CdS(Te)*                                           | 1020                              | 100+150                                                             | -                                               | 3000                   | -                           | -                       | 48                                 | 4,8                          | Нет              | -                  |
| YAlO <sub>3</sub> :Ce                              | 370                               | 30                                                                  | 2,7                                             | 24                     | -                           | 1,97                    | 15                                 | 5,35                         | Нет              | 6                  |
| Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> :Ce | 520                               | 8                                                                   | 4,5                                             | 70                     | -                           | 1,823                   | 14                                 | 4,55                         | Нет              | 6                  |
| Y <sub>3</sub> Al <sub>5</sub> O <sub>12</sub> :Sc | 300                               | 8                                                                   | 4,5                                             | 130                    | -                           | 1,82                    | 14                                 | 4,55                         | Нет              | 6                  |
| CdJ <sub>2</sub>                                   | 550                               | <1                                                                  | 0,23                                            | 0,96                   | -                           | -                       | 51                                 | 5,6                          |                  | -                  |

Окончание таблицы 1.11д. Основные параметры некоторых материалов, используемых для изготовления сцинтилляторов.

| Тип сцинтиллятора                        | Максимум полосы люминесценции, нм | Значение конверсионной эффективности относительно кристалла NaI(Tl) | Время нарастания сцинтилляционного импульса, нс | Время высвечивания, нс | Послесвечение после 3 мс, % | Коэффициент преломления | Эффективный атомный номер $Z_{эф}$ | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Гигроскопичность | Твердость по Моосу |
|------------------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------------------|------------------------------|------------------|--------------------|
| Органические сцинтилляторы               |                                   |                                                                     |                                                 |                        |                             |                         |                                    |                              |                  |                    |
| C <sub>14</sub> H <sub>10</sub> антрацен | 447                               | 48                                                                  | 2                                               | 30                     | -                           | 1.62                    | 5,8                                | 1,25                         | Да               | -                  |
| C <sub>14</sub> H <sub>12</sub> антрацен | 410                               | 22                                                                  | 0,1                                             | 6                      | -                           | 1.63                    | 5,7                                | 1,16                         | Да               | -                  |
| C <sub>10</sub> H <sub>8</sub> нафталин  | 345                               | 9                                                                   | 2                                               | 75                     | -                           | 1.58                    | 5.8                                | 1,15                         | Да               | -                  |
| ПС-111                                   | 430                               | 20                                                                  | 0,4                                             | 2,1                    | -                           | 1.62                    | 5                                  | 1,05                         | Нет              | -                  |

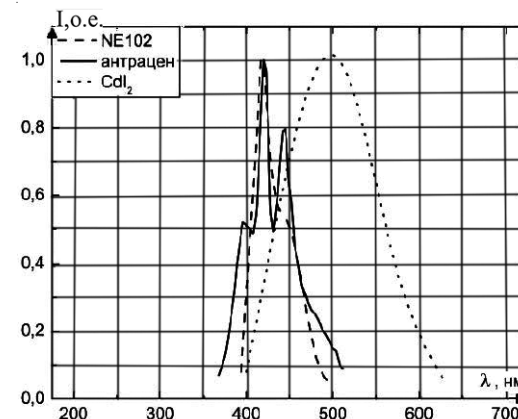
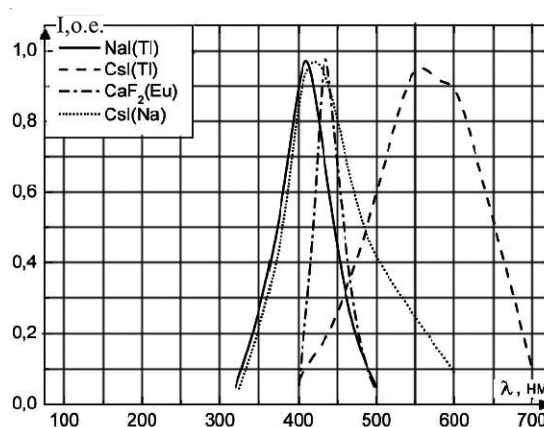
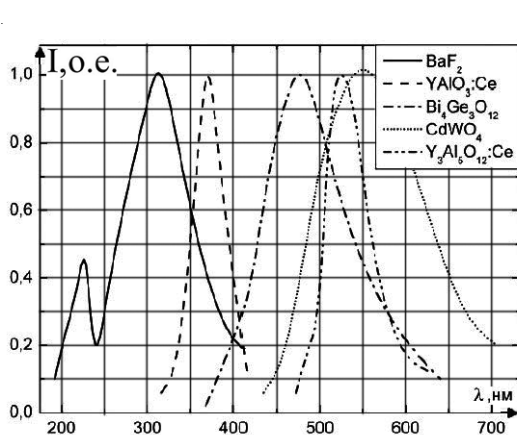


Рис.1.18д. Спектральные характеристики некоторых материалов, используемых для изготовления сцинтилляторов.

**Примечание:** Таблица параметров (1.11д и спектральные характеристики (рис.1.18д) приведены из учебного пособия: Савелов А.С., Салахутдинов Г.Х. Сцинтилляционные кристаллы для плазмозического эксперимента: М.: НИЯУ МИФИ, 2015. - с.8.

### 1.2.1.2. Конструктивное оформление сцинтилляторов

Сцинтилляторы, в зависимости от характеристик исходного материала и назначения могут изготавливаться различной формы и размеров. Размеры сцинтилляторов цилиндрической формы в детекторах общего назначения – имеют диаметр от 3 до 200 мм, высоту от 1 до 200 мм.

Обычно сцинтиллятор упаковывают в герметический металлический контейнер, закрываемый с одного конца плоским стеклом.

Особое внимание обращается на упаковку гигроскопичных сцинтилляторов. Так, например, наиболее часто используемый фосфор NaJ (Tl) очень гигроскопичен и при проникновении в него влаги желтеет и теряет свои сцинтилляционные свойства. Между контейнером и сцинтиллятором размещается слой материала, отражающего свет и способствующего наиболее полному его выходу. Наибольшей отражательной способностью обладают окись магния (0,96), двуокись титана (0,95), гипс (0,85—0,90), используется также алюминий (0,55—0,85).

Пластмассовые сцинтилляторы нет необходимости упаковывать в герметические контейнеры, но для увеличения светосбора используют отражатели.

В месте сочленения сцинтиллятора с фотоприемником могут быть значительные потери интенсивности света сцинтилляции. Для избежания этих потерь между сцинтиллятором и приемником вводятся специальные материалы, например канадский бальзам, минеральные или силиконовые масла..

Варианты конструкций и внешний вид некоторых сцинтилляторов приведены на рис. 1.19.

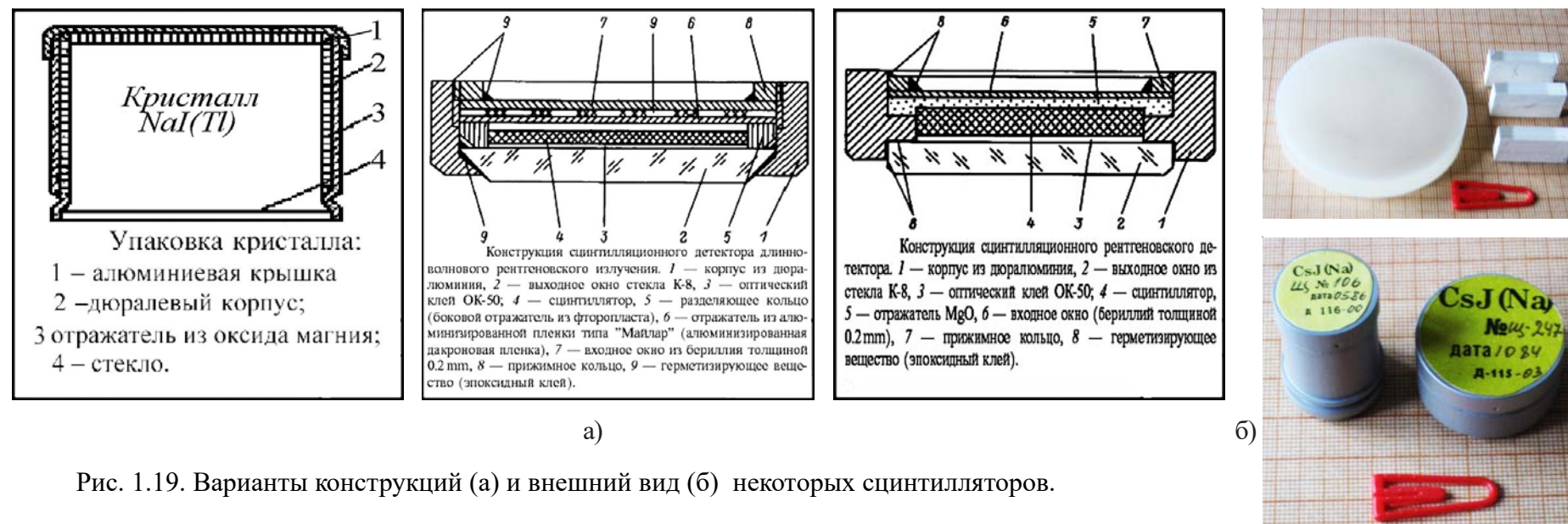


Рис. 1.19. Варианты конструкций (а) и внешний вид (б) некоторых сцинтилляторов.

### 1.2.1.3. Типовые конструкции контейнеров для упаковки сцинтилляторов

В обычной практике для упаковки сцинтилляторов используют типовые конструкции контейнеров, которые рекомендуются различными нормативно-техническими документами (ГОСТами, ОСТами, ТУ и т.п.). На рис. 1.20 приводятся несколько вариантов типовых конструкций контейнеров, а в табл. 1.12. приводятся габаритные размеры некоторых сцинтилляторов и контейнеров к ним.

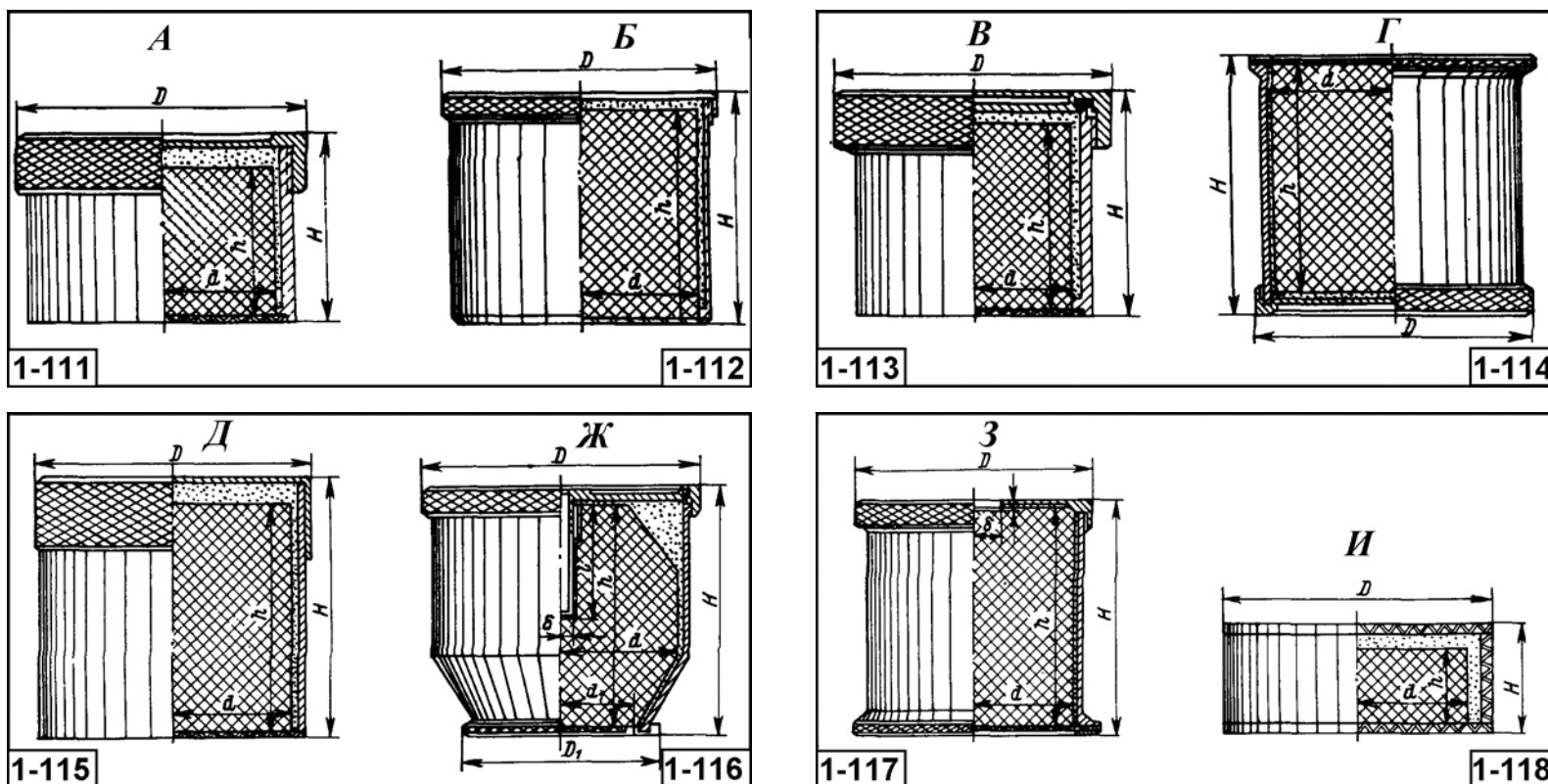


Рис.1.20. Типы контейнеров для упаковки сцинтилляционных детекторов.

## Глава 1.2. Сцинтилляционные детекторы излучения

Таблица 1.12. Типовые размеры некоторых сцинтилляторов и контейнеров к ним.

| Тип контейнера    | Особенности конструкции                                            | Материал сцинтиллятора | Размеры сцинтиллятора, мм |                    | Размеры контейнера, мм |                              | № рис. |
|-------------------|--------------------------------------------------------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|--------|
|                   |                                                                    |                        | d                         | h                  | D                      | H                            |        |
| А                 | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 0,5 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 30                        | 10; 15; 20; 40     | 40                     | 15; 20; 25; 45               | 1-111  |
|                   |                                                                    | CsJ (Tl)               | 30                        | 10; 15; 20         | 40                     | 15; 20; 25                   |        |
|                   |                                                                    | KJ(Tl)                 | 30                        | 10; 15; 20         | 40                     | 15; 20; 25                   |        |
| Б                 | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 0,8 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 40                        | 20; 25; 30; 40; 50 | 48                     | 25; 30; 35; 45; 55           | 1-112  |
|                   |                                                                    | CsJ (Tl)               | 40                        | 40                 | 48                     | 15; 25; 35; 45               |        |
| В                 | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 0,5 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 30                        | 15; 20; 25; 30     | 43                     | 22; 27; 32; 42               | 1-113  |
|                   |                                                                    | NaJ(Tl)                | 35                        | 25; 35             | 48                     | 32; 42                       |        |
|                   |                                                                    | NaJ(Tl)                | 40                        | 20; 30; 40         | 53                     | 27; 37; 47                   |        |
| Г                 | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 0,5 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 60                        | 30; 40; 60         | 72 - 68                | 37; 47; 67                   | 1-114  |
|                   |                                                                    |                        | 70                        | 35; 50; 70         | 82 - 78                | 42; 57; 77                   |        |
|                   |                                                                    |                        | 80                        | 40; 60; 80         | 92 - 88                | 47; 67; 87                   |        |
|                   |                                                                    |                        | 90                        | 45; 60; 90         | 102 - 98               | 47; 67; 97                   |        |
|                   |                                                                    |                        | 100                       | 50; 80             | 112-108                | 57; 87                       |        |
|                   |                                                                    |                        | 120                       | 40; 60; 90         | 132-128                | 47; 67; 97                   |        |
|                   |                                                                    |                        | 150                       | 50; 80; 100        | 162-158                | 57; 87; 107                  |        |
|                   |                                                                    | CsJ (Tl)               | 40                        | 20; 30             | 72 - 68                | 27; 37                       |        |
|                   |                                                                    |                        | 70                        | 30                 | 82 - 78                | 37                           |        |
| Д                 | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 1,5 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 70                        | 40; 50; 60; 70; 80 | 82,5                   | 48,5; 58,5; 68,5; 78,7; 88,5 | 1-115  |
|                   |                                                                    | Антрацен               | 20                        | 5; 10; 20          | 40                     | 6; 11; 21                    |        |
|                   |                                                                    |                        | 40                        | 10                 | 60                     | 11                           |        |
|                   |                                                                    |                        |                           | 20; 30; 40         |                        | 11; 21; 31; 41               |        |
| Ж<br>(с колодцем) | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 0,5 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 80                        | 80                 | 68 - 92                | 87                           | 1-116  |
|                   |                                                                    |                        | 120                       | 80                 | 92 - 132               | 87                           |        |
| З<br>(с лункой)   | Корпус-дюраль, крышка алюминиевый толщиной 0,5 мм, окно стекло №23 | NaJ(Tl)                | 80                        | 80                 | 98                     | 83                           | 1-117  |
|                   |                                                                    |                        | 70                        | 70                 |                        |                              |        |
|                   |                                                                    |                        | 120                       | 80                 | 138                    | 73                           |        |
|                   |                                                                    |                        | 150                       | 100                | 168                    | 103                          |        |
| И                 | Корпус из стекла №23                                               | CsJ (Tl)               | 30                        | 10; 20             | 37                     | 15; 26                       | 1-118  |
|                   |                                                                    | Стильбен               | 30                        | 10; 15; 20; 30     | 37                     | 15; 20; 26; 36               |        |
|                   |                                                                    |                        | 35                        | 15                 | 40                     | 20                           |        |

### 1.2.1.4. Детекторы ионизирующих излучений сцинтилляционные СДН.64, СДН.69, СДН.83

Детекторы ионизирующих излучений СДН.64, СДН.69, СДН.83.сцинтилляционные на основе кристаллов натрия йодистого, активированных таллием. Предназначены для спектрометрии и регистрации мягкого гамма-излучения в диапазоне энергий от 15 до 300 кэВ.

Детекторы применяют для комплектации средств измерений ионизирующего излучения.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.13, а внешний вид и габаритные размеры приведены на рис.1.21.

**Таблица 1.13.** Основные параметры детекторов СДН.64, СДН.69, СДН.83

| Тип детектора         | Применение                                                                                | для спектрометрии (СПС)                 |                                   | для регистрации (СЧ)              | Относительная сцинтилляционная эффективность регистрации гамма-излучения $I^{125}$ в диапазоне энергий от 15 до 90 кэВ, %, не менее | Собственный фон, имп/мин, не более | Номинальные габаритные размеры, мм |     |     |       | Диапазон рабочих температур, °С | № рис. |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-----|-----|-------|---------------------------------|--------|
|                       |                                                                                           | Амплитудное разрешение, Ра, %, не более | Световой выход, С, УЕСВ, не менее | Световой выход, С, УЕСВ, не менее |                                                                                                                                     |                                    | Дз                                 | Д4  | Нз  | Н     |                                 |        |
| СДН.64.30.40-17.38    | Предназначены для регистрации мягкого гамма-излучения в диапазоне энергий от 15 до 90 кэВ | 11,5                                    | 2,5                               | 2,5                               | 80                                                                                                                                  | 10                                 | 36                                 | 33  | 2,5 | 46,5  | -50...+35                       | 1-119  |
| СДН.69.40.40-20.38    | Предназначены для регистрации гамма-излучения в диапазоне энергий от 50 до 90 кэВ         | 12                                      | 2,6                               | 2,4                               | 80                                                                                                                                  | 10                                 | 47                                 | 43  | 2,5 | 48,5  | -50...+35                       | 1-120  |
| СДН.83.40.40-12,5.27  | Предназначены для регистрации гамма-излучения в диапазоне энергий от 50 до 3000 кэВ.      | 11                                      | 3,5                               | 3                                 | -                                                                                                                                   | -                                  | 47                                 | 43  | 2,5 | 48,5  | -50...+35                       | 1-120  |
| СДН.83.40.50-12,5.37  |                                                                                           | 10,5                                    | 3,5                               | 3                                 | -                                                                                                                                   | -                                  | 47                                 | 43  | 2,5 | 58,5  | -50...+35                       |        |
| СДН.83.63.6 3-10.37   |                                                                                           | 10,5                                    | 3,5                               | 3                                 | -                                                                                                                                   | -                                  | 72                                 | 66  | 2,5 | 71,5  | -50...+35                       |        |
| СДН.83.80.50-18.27    |                                                                                           | 11                                      | 3,5                               | 3                                 | -                                                                                                                                   | -                                  | 90                                 | 83  | 2,5 | 59    | -50...+35                       |        |
| СДН.83.80.80-18.47    |                                                                                           | 11                                      | 3,5                               | 3                                 | -                                                                                                                                   | -                                  | 90                                 | 83  | 2,5 | 89    | -50...+35                       |        |
| СДН.83.100.100-35.70  |                                                                                           | 11                                      | 3,3                               | 3                                 | -                                                                                                                                   | -                                  | 111                                | 104 | 4   | 109,5 | +5...+35                        |        |
| СДН.83.160.160-57.100 |                                                                                           | 12,5                                    | 3                                 | 2,8                               | -                                                                                                                                   | -                                  | 172                                | 165 | 4   | 171   | +5...+35                        |        |
| СДН.83.200.200-75.150 |                                                                                           | 13                                      | 3                                 | 2,8                               | -                                                                                                                                   | -                                  | 212                                | 205 | 4   | 213   | +5...+35                        |        |

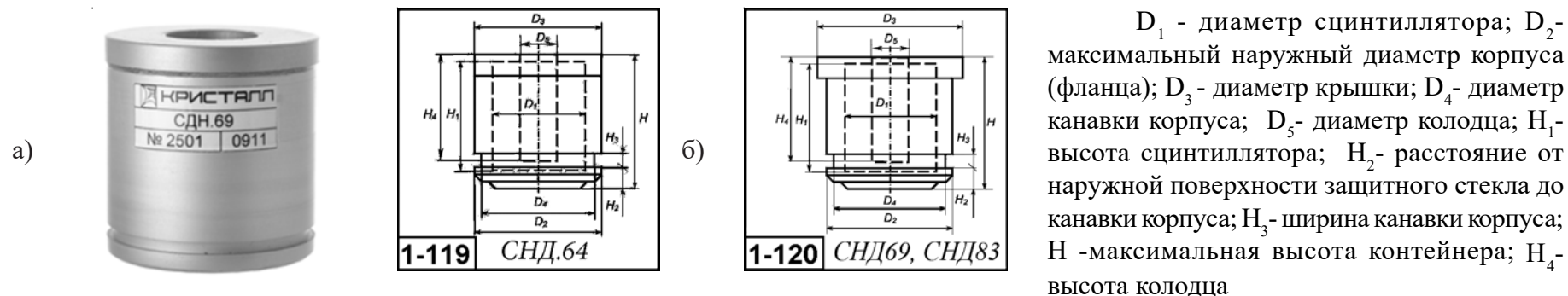


Рис.1.21. Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) отдельных типов сцинтилляционных детекторов СД64, СД68 и СД83.

### 1.2.1.5. Детекторы ионизирующего излучения сцинтилляционные пластмассовые ПС-Н1, ПС-Н2, ПС-Н3

Детекторы ионизирующего излучения сцинтилляционные пластмассовые ПС-Н1, ПС-Н2, ПС-Н3 предназначены для регистрации потока нейтронов, бета и гамма-излучений. Детекторы представляют собой твердый раствор люминесцирующих добавок в полистироле, плотность материала -  $1,05 \text{ г/см}^3$ . Максимум спектра люминесценции -  $0,42 \text{ мкм}$ . Длительность сцинтилляционного импульса на половине высоты -  $2,8 \text{ нс}$ .

Детекторы эксплуатируются при температуре окружающего воздуха от  $-30^\circ\text{C}$  до  $+40^\circ\text{C}$  и относительной влажности до 95% они остаются прочными и сохраняют свои параметры после воздействия температуры окружающей среды от  $-40^\circ\text{C}$  до  $+50^\circ\text{C}$  и относительной влажности 98%. Срок службы, не менее 10 лет.

Сцинтилляционные детекторы выпускаются в виде дисков, цилиндров и блоков. Детекторы применяют для комплектации средств измерений ионизирующего излучения. Основные параметры детекторов ионизирующего излучения ПС-Н1, ПС-Н1, ПС-Н3 приведены в табл. 1.14.

Таблица 1.14. Основные параметры детекторов ионизирующего излучения ПС-Н1, ПС-Н1, ПС-Н3.

| Тип сцинтиллятора/Норма параметра |                |                                      |                                                                                                                                                                                                      |                |                                      |            |            |             |                                      |
|-----------------------------------|----------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------|------------|------------|-------------|--------------------------------------|
| ПС-Н1                             |                |                                      | ПС-Н2                                                                                                                                                                                                |                |                                      | ПС-Н3      |            |             |                                      |
| Диаметр, мм                       | Высота, мм     | Световой выход, УЕСВ, о.е., не менее | Диаметр, мм                                                                                                                                                                                          | Высота, мм     | Световой выход, УЕСВ, о.е., не менее | Длина, мм  | Ширина, мм | Толщина, мм | Световой выход, УЕСВ, о.е., не менее |
| $50,4^{-0,5}$                     | $50,4^{-0,5}$  | 0,1                                  | $50,4^{-0,5}$                                                                                                                                                                                        | $100,4^{-0,5}$ | 0,42                                 | $250^{-5}$ | $250^{-5}$ | $120^{-3}$  | 0,31                                 |
| $63,4^{-0,5}$                     | $63,4^{-0,5}$  |                                      | $150,4^{-0,5}$                                                                                                                                                                                       | $150,4^{-0,5}$ | 0,39                                 | $500^{-5}$ | $500^{-5}$ | $120^{-3}$  | 0,28                                 |
| $79,9^{-0,5}$                     | $2,0^{-0,06}$  |                                      | $150,4^{-0,5}$                                                                                                                                                                                       | $400,0^{-1,0}$ | 0,29                                 |            |            |             |                                      |
| $79,9^{-0,5}$                     | $100,4^{-0,5}$ |                                      | Параметры исходного материала: плотность - $1,05 \text{ г/см}^3$ ; максимум спектра излучения - $0,42 \text{ мкм}$ ; длительность сцинтилляционного импульса на половине высоты - $2,8 \text{ нс}$ . |                |                                      |            |            |             |                                      |
| $150,4^{-0,5}$                    | $150,4^{-0,5}$ |                                      |                                                                                                                                                                                                      |                |                                      |            |            |             |                                      |

### 1.2.1.6д. Блочные полистирольные сцинтилляторы ИФВЭ СЦ-201, ИФВЭ СЦ-201, ИФВЭ СЦ-202, ИФВЭ СЦ-203, ИФВЭ СЦ-204, ИФВЭ СЦ-205, ИФВЭ СЦ-206, ИФВЭ СЦ-207, ИФВЭ СЦ-221, ИФВЭ СЦ-222, ИФВЭ СЦ-223, ИФВЭ СЦ-231

Блочные полистирольные сцинтилляторы ИФВЭ СЦ-201, ИФВЭ СЦ-201, ИФВЭ СЦ-202, ИФВЭ СЦ-203, ИФВЭ СЦ-204, ИФВЭ СЦ-205, ИФВЭ СЦ-206, ИФВЭ СЦ-207, ИФВЭ СЦ-221, ИФВЭ СЦ-222, ИФВЭ СЦ-223, ИФВЭ СЦ-231. предназначены для регистрации потока нейтронов, бета и гамма-излучений. Сцинтилляторы представляют собой твердый раствор люминесцирующих добавок в полистироле, плотность материала - 1,05 г/см<sup>3</sup>. Показатель преломления 1,59. Максимум спектра люминесценции - 0,38 - 0,49 мкм. Длительность сцинтилляционного импульса на половине высоты - 1,8 - 5 нс.

Сцинтилляторы производятся в форме листов, блоков, стержней. Листы могут достигать до 4 метров в длину при ширине 20-300 мм и толщине от 5 до 25 мм. Блоки могут достигать размеров 200 x 50 x 10 см<sup>3</sup>.

Сцинтилляторы применяют для комплектации средств измерений ионизирующего излучения.

Основные параметры литевых полистирольных сцинтилляторов приведены в табл. 1.15д.

Внешний вид показан на рис. 1.22д.

**Таблица 1.15д.** Основные параметры блочных полистирольных сцинтилляторов

| Марка сцинтиллятора | Световыход от антрацена, % | Время высвечивания, нс | Максимум полосы люминесценции, нм | Длина затухания, см | Основные применения                       | Примечание                  |
|---------------------|----------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|
| ИФВЭ СЦ-201         | 55                         | 2,4                    | 420                               | 200                 | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ быстрые п   |                             |
| ИФВЭ СЦ-201         | 52                         | 3                      | 420                               | 200                 | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п |                             |
| ИФВЭ СЦ-202         | 52                         | 4,6                    | 465                               | 200                 | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п |                             |
| ИФВЭ СЦ-203         | 52                         | 4,5                    | 480                               | >200                | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п |                             |
| ИФВЭ СЦ-204         | 52                         | 5                      | 490                               | >200                | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п |                             |
| ИФВЭ СЦ-205         | 66                         | 2,4                    | 420                               | 200                 | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п |                             |
| ИФВЭ СЦ-206         | 67                         | 1,8                    | 430                               | 200                 | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п | Для время-пролетной техники |
| ИФВЭ СЦ-207         | 44                         | 1,8                    | 380                               | 50                  | $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ , быстрые п | Для время-пролетной техники |
| ИФВЭ СЦ-221         | 32                         | 2,4                    | 430                               | 50                  | 1.7% Sn                                   | для $\gamma$ низких энергий |
| ИФВЭ СЦ-222         | 59                         | 2,4                    | 430                               | 50                  | 1.7% Sn                                   | для $\gamma$ низких энергий |
| ИФВЭ СЦ-223         | 52                         | 2,4                    | 430                               | 50                  | 2.4% Pb                                   | для $\gamma$ низких энергий |
| ИФВЭ СЦ-231         | 56                         | 2,4                    | 430                               | 100                 | 0.6% B <sup>10</sup>                      | для п тепловых энергий      |



рис. 1.22д. Внешний вид блочного полистирольного сцинтиллятора.

### 1.2.2. Сцинтилляционные блоки детектирования

Сцинтилляционные блоки детектирования, в общем виде, представляют собой пару «сцинтиллятор-фотоприемник, заключенную в общий герметический металлический корпус. При этом диаметр сцинтиллятора, как правило, должен соответствовать диаметру фоточувствительной поверхности используемого фотоприемника (ФП), а спектр испускания его спектральной характеристики. Устройства подобного типа, сокращенно называют сцинтиблоками.

#### 1.2.2.1. Сцинтиблоки на основе фотоэлектронных умножителей

Устройства этого типа состоят из сцинтиллятора и сочлененного с ним фотоумножителя (ФЭУ), преобразующего световую энергию в электрический импульс. В конструкцию сцинтиблока может быть встроен высоковольтный источник питания ФЭУ. Один из возможных вариантов конструкции сцинтиблока с использованием фотоумножителя приведен на рис.1.22.

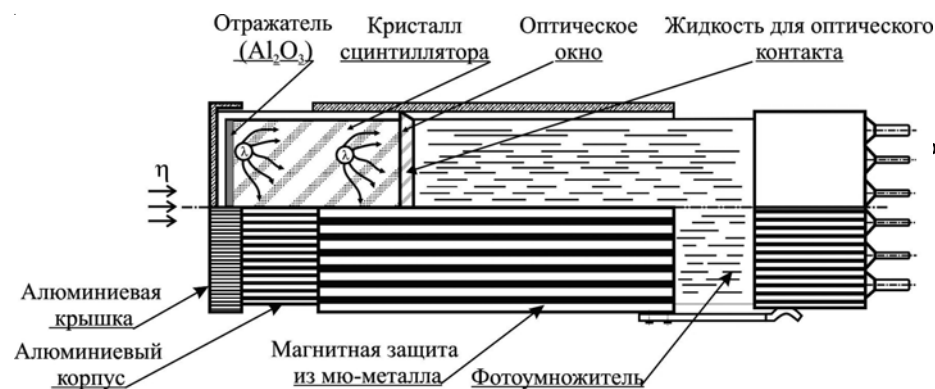


рис. 1.22. Один из возможных вариантов конструкции сцинтиблока с использованием фотоумножителя.

Коэффициент усиления ФЭУ составляет  $10^5$ - $10^6$ , (но может достигать и  $10^9$ ), что позволяет получить на выходе ФЭУ легко регистрируемый электрический импульс. Временное разрешение ФЭУ составляет  $10^{-8}$ - $10^{-9}$  с.

Энергетическое разрешение сцинтилляционных детекторов обычно составляет нескольких процентов. Временное разрешение определяется главным образом длительностью световой вспышки и меняется в пределах  $10^{-6}$ - $10^{-9}$  с.

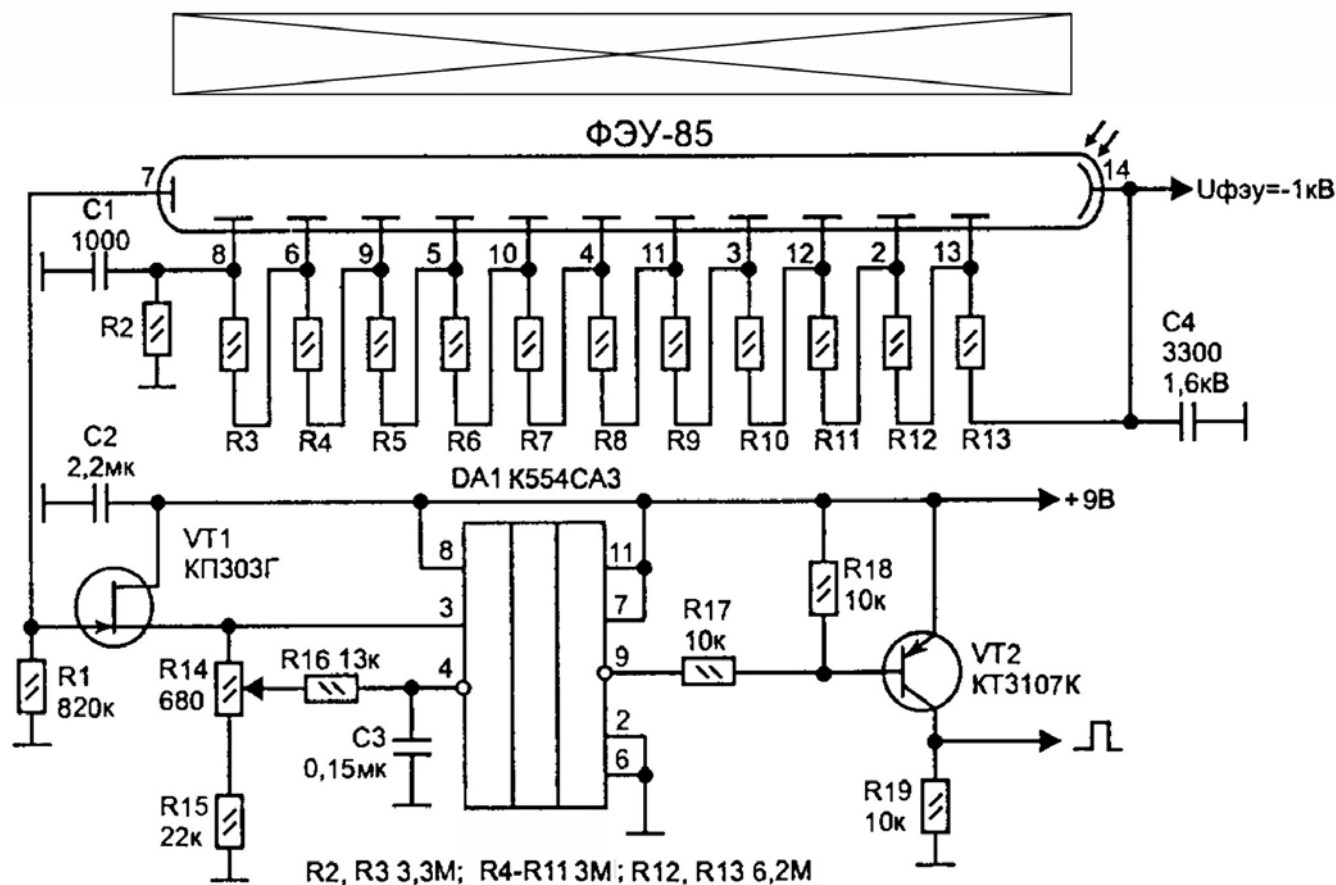
В сцинтиблоках используются фотоумножители следующих типов: ФЭУ-30, ФЭУ-31, ФЭУ-35, ФЭУ-35А, ФЭУ-39А, ФЭУ-54, ФЭУ-58, ФЭУ-60, ФЭУ-67Б, ФЭУ-70, ФЭУ-74А, ФЭУ-78, ФЭУ-81, ФЭУ-82, ФЭУ-83, ФЭУ-84, ФЭУ-85, ФЭУ-91, ФЭУ-92, ФЭУ-93, ФЭУ-97, ФЭУ-108, ФЭУ-110, ФЭУ-110, ФЭУ-112, ФЭУ-114, ФЭУ-118, ФЭУ-119, ФЭУ-125, ФЭУ-139, ФЭУ-143, ФЭУ-1431, ФЭУ-148-1, ФЭУ-153, ФЭУ-158, ФЭУ-159, ФЭУ-165, ФЭУ-167, ФЭУ-172, ФЭУ-173, ФЭУ-176, ФЭУ-181, ФЭУ-183, ФЭУ-184Ст, ФЭУ-184Тд, ФЭУ-190, ФЭУ-200, СДФ20, СДФ21, СНФТ3, СНФТ3-01, СНФТ5, СНФТ8, СНФТ18М, СНФТ22 и др.

Основные параметры фотоэлектронных умножителей приведены в главе 3.2.1.

.Сцинтилляционные детекторы с ФЭУ, наряду с несомненными достоинствами, обладают серьезными недостатками:

- невысокая квантовая эффективность фотокатода;
- необходимость стабильного высоковольтного (600 – 1200 В) питания;
- чувствительность к магнитным полям;
- относительно большие габаритные размеры.

На рис.1.22д. в качестве примера, приведена принципиальная электрическая схема сцинтилляционной головки с ФЭУ.



1.2.2.2 Сцинтиблоки на основе кремниевых фотодиодов

Альтернативой фотоэлектронным умножителям в некоторых случаях могут служить высокочувствительные кремниевые р-і-п фотодиоды, которые, свободны от перечисленных выше недостатков ФЭУ.

Несмотря на то, что максимум спектральной чувствительности кремниевых р-і-п диодов находится в красной области видимого спектра, а для большей части сцинтилляторов спектр испускания лежит в сине-зеленой области, квантовая эффективность составляет 0.4 - 0.6, что заметно выше, чем для ФЭУ. Большая, чем у ФЭУ, квантовая эффективность фотодиодов, создает принципиальную возможность получения лучшего энергетического разрешения.

Вариант конструкции сцинтиблока с использованием кремниевого фотодиода приведен на рис.1.23. Внешний вид некоторых вариантов приборов приведен на рис. 1.23д.

Для повышения разрешающей способности аппаратуры используются многоканальные сцинтиблоки, представляющие собой конструкцию, состоящую из набора сцинтилляторов и многоэлементного кремниевых р-і-п фотодиода. Функциональная схема многоканального сцинтиблока приведена на рис. 1.24.

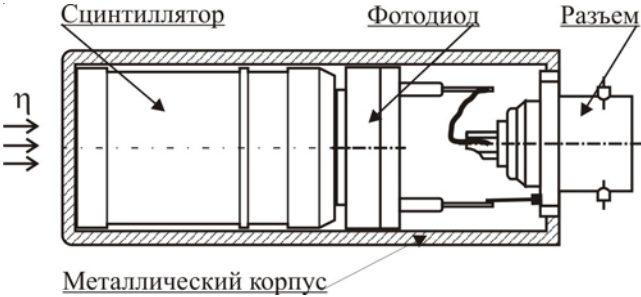


Рис. 1.23. Вариант конструкции сцинтиблока с использованием кремниевых фотодиодов.



Рис. 1.23д. Внешний вид сцинтилляционных гамма-детекторов.

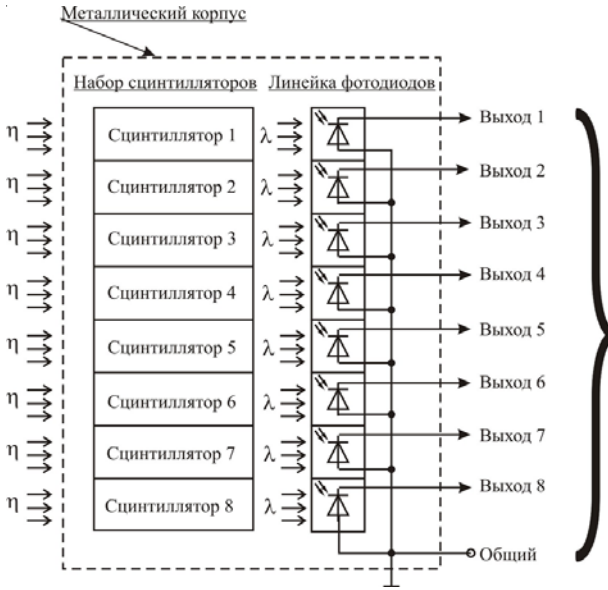


Рис. 1.24. Функциональная схема многоканального сцинтиблока с использованием многоэлементных кремниевых фотодиодов.

Для подобных устройств могут использоваться 16-ти и 32-х элементные кремниевые фотодиоды, например, серии ФД321М.

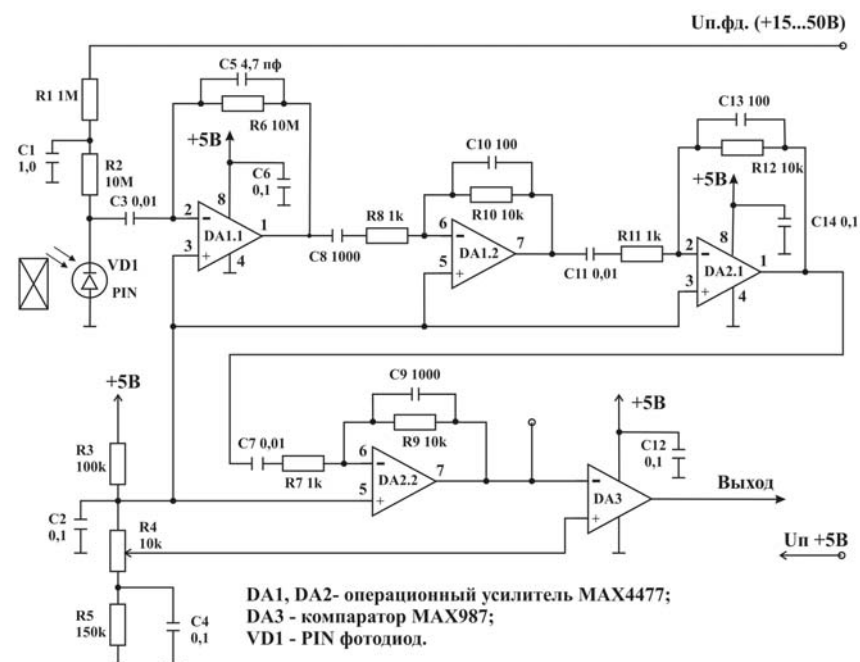
| № варианта | Сцинтиллятор CsJ(Tl), размеры, мм | Фотодиод Si, P-I-N, размер ф.ч.э., мм |
|------------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1          | 10 x 10 x 40                      | 5 x 5                                 |
| 2          | 10 x 10 x 10                      | 5 x 5                                 |
| 3          | Ø40 x 30                          | 10 x 10                               |

Основными достоинствами сцинтилляционных блоков детектирования с кремниевыми р-і-п фотодиодами относительно аналогичных блоков с ФЭУ, являются: существенно меньшие габариты и вес; отсутствие высоковольтного источника питания; долговременная стабильность коэффициента усиления, позволяющая отказаться от периодической калибровки; нечувствительность к магнитным полям.

В то же время, эти блоки детектирования существенно проигрывают по быстродействию, энергетическому диапазону регистрируемых квантов и температурной стабильности.

В качестве фотоприемников в сцинтилляционных детекторах могут использоваться кремниевые р-і-п фотодиоды, например, ФД-321М, ФД-327М, ФДУК-100УВ и др. На рис. 1.24д. в качестве примера приведена принципиальная электрическая схема сцинтилляционной головки с использованием р-і-п фотодиода.

Рис.1.24д. Принципиальная электрическая схема сцинтилляционной головки с р-і-п фотодиодом.



Современными конкурентами сцинтиллоблоков на ФЭУ служат аналогичные устройства с использованием многоэлементных высокочувствительных кремниевых лавинных фотодиодов, которые способны регистрировать отдельные фотоны. В этом случае, отдельный детектор представляет собой совокупность большого числа лавинных фотодиодов (пикселей), функционирующих в гейгеровском режиме, при котором регистрация даже одного фотона дает на выходе стандартный сигнал достаточно большой амплитуды. Каждый пиксель содержит токоограничивающий резистор, в результате чего гейгеровский разряд в ячейке ограничен.

Весьма эффективным и перспективным является использование микропиксельных лавинных фотодиодов со структурой металл-резистор-полупроводник, например, СРТА 140-17, СРТА 140-40, СРТА 143-30, СРТА 149б-26, СРТА 149-35, СРТА 150-50, СРТА 151-30.

### 1.2.3 Интегрированные сцинтилляционные блоки детектирования

Интегрированные сцинтилляционные блоки детектирования, кроме сцинтиллятора, детектора излучений и фотоприемника - могут содержать предварительные усилители сигналов, вторичные источники питания, схемы преобразования сигнала (например, АЦП), микроконтроллеры и устройства сопряжения, преобразующие сигнал в цифровой код (например, RS-232, RS-485). Подобные устройства называют интеллектуальными детекторными блоками.

Отечественная промышленность выпускает широкую номенклатуры сцинтилляционных блоков детектирования различной конструкции и различного назначения. Ниже приводятся характеристики некоторых моделей устройств данного вида.

#### 1.2.3.1 Блоки детектирования альфа излучения БДПА-01, БДЗА-96, БДЗА-96м, БДЗА-96с, БДЗА-96т, БДЗА-100Б, БДЗА-96б

Блоки детектирования БДПА-01, БДЗА-96, БДЗА-96м, БДЗА-96с, БДЗА-96т, БДЗА-100Б, БДЗА-96б предназначены для регистрации и преобразование энергий альфа-частиц в соответствующие по амплитуде электрические сигналы для их последующей обработки.

Высококчувствительный интеллектуальный сцинтилляционный интеллектуальный блок детектирования БДПА-01 предназначен для измерения плотности потока альфа-частиц с загрязненных поверхностей в диапазоне от 0,1 част./(мин·см<sup>2</sup>). Блок оснащен встроенной системой светодиодной стабилизации и интерфейсом (RS232).

Блоки детектирования альфа-излучения БДЗА-96 и БДЗА-96с используются при измерении плотности потока альфа-излучения источников с радионуклидом <sup>239</sup>Pu. БДЗА-96м - используется при измерении плотности потока альфа-излучения источников с радионуклидом <sup>239</sup>Pu в стандартных условиях. БДЗА-96т – используется при измерении плотности потока альфа-излучения источников с радионуклидом <sup>239</sup>Pu, находящихся в труднодоступных местах, трубах, емкостях. БДЗА-96б - используется при измерении загрязненности ладоней альфа-активными веществами.

Основные параметры блоков детектирования альфа-излучения приведены в табл. 1.15. Внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рис. 1.25.

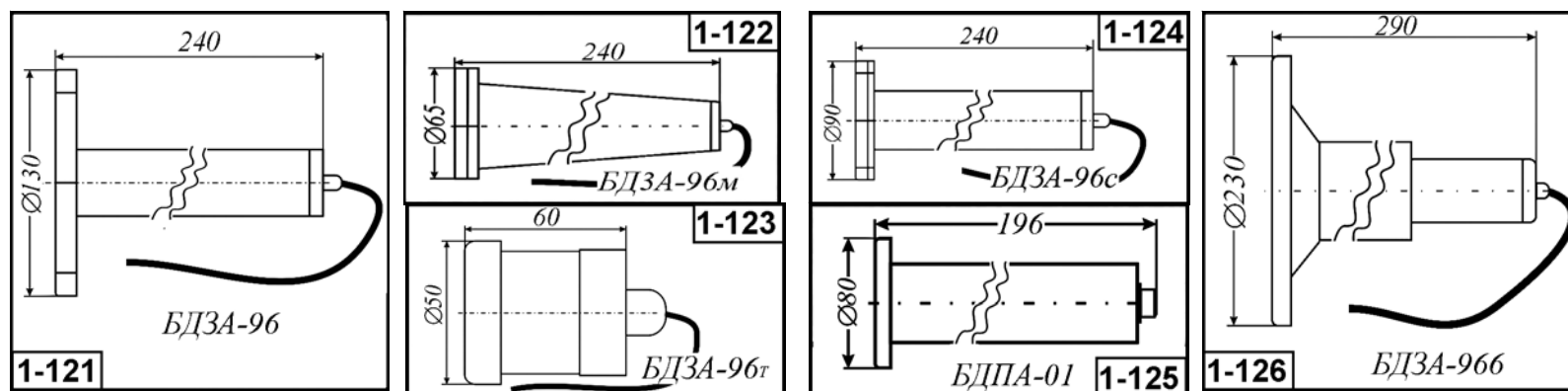


Рис. 1.25. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования БДПА-01, БДЗА-96, БДЗА-96м, БДЗА-96с, БДЗА-96т, БДЗА-96б

## Глава 1.2. Сцинтилляционные детекторы излучения

**Таблица 1.15.** Основные параметры блоков детектирования БДПА-01, БДЗА-96, БДЗА-96м, БДЗА-96с, БДЗА-96т, БДЗА-100Б, БДЗА-96Б

| Наименование параметра. Единица измерения                                                 | БДПА-01                                    | БДЗА-96                             | БДЗА-96м                            | БДЗА-96с                            | БДЗА-96т                           | БДЗА-96Б                             | БДЗА-100Б                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| Тип детектора                                                                             | люминофор<br>ZnS(Ag),<br>Ø60 мм.           | сцинтиллятор,<br>70 мм <sup>2</sup> | сцинтиллятор,<br>10 см <sup>2</sup> | сцинтиллятор,<br>30 см <sup>2</sup> | сцинтиллятор,<br>5 см <sup>2</sup> | сцинтиллятор,<br>300 мм <sup>2</sup> | люминофор<br>ZnS(Ag),<br>300 см <sup>2</sup> |
| Тип фотоприемника                                                                         | Si фотодиод                                | ФЭУ                                 | ФЭУ                                 | ФЭУ                                 | ФЭУ                                | ФЭУ                                  | ФЭУ                                          |
| Диапазон измерения плотности потока альфа-частиц,<br>част./(мин*см <sup>2</sup> )         | 0,1...10 <sup>5</sup>                      | 0,1...1*10 <sup>4</sup>             | 0,1...1*10 <sup>5</sup>             | 0,1...5*10 <sup>4</sup>             | 0,1...3*10 <sup>6</sup>            | 0,1...2*10 <sup>3</sup>              | 0,1 ...2*10 <sup>3</sup>                     |
| Собственный фон, мин <sup>-1</sup> *см <sup>-2</sup>                                      | -                                          | 0,3                                 | 1,0                                 | 0,2                                 | 0,2                                | 0,1                                  | 0,2                                          |
| Диапазон энергии регистрируемых альфа-частиц, МэВ                                         | 3 ... 7                                    | -                                   | -                                   | -                                   | -                                  | -                                    | -                                            |
| Диапазон измерения флюенса альфа-частиц <sup>239</sup> Pu, см <sup>-2</sup>               | (1 ..3)*10 <sup>6</sup>                    | -                                   | -                                   | -                                   | -                                  | -                                    | -                                            |
| Диапазон измерения поверхностной активности <sup>239</sup> Pu,<br>Бк*см <sup>-2</sup>     | 3,4*10 <sup>-3</sup> ... 3*10 <sup>3</sup> | -                                   | -                                   | -                                   | -                                  | -                                    | -                                            |
| Чувствительность по <sup>239</sup> Pu, имп*с <sup>-1</sup> /(част/(мин*см <sup>2</sup> )) | 0,15                                       | 0,5                                 | 0,1                                 | 0,2                                 | 0,05                               | 1,0                                  | 0,2                                          |
| Эффективность регистрации по <sup>239</sup> Pu, %                                         | -                                          | 42                                  | 20                                  | 50                                  | 45                                 | 50                                   |                                              |
| Напряжение питания, В                                                                     | н.д.                                       | 7                                   | 7                                   | 7                                   | 7                                  | 7                                    | 7...12                                       |
| Диапазон рабочих температур, °С                                                           | -30...+50                                  | +10...+35                           | +10...+35                           | +10...+35                           | +10...+35                          | +10...+35                            | -40...+50                                    |
| Габаритные размеры, мм                                                                    | Ø80x196                                    | Ø130x240                            | Ø65x240                             | Ø90x240                             | Ø50x60                             | Ø230x290                             | Ø230x225                                     |
| Масса (без кабеля), г, не более                                                           | 500                                        | 1100                                | 900                                 | 1000                                | 150                                | 4000                                 | 4000                                         |
| № рисунка                                                                                 | 1-125                                      | 1-121                               | 1-122                               | 1-124                               | 1-123                              | 1-123                                | 1-123д                                       |



Рис. 1.25д. Внешний вид блоков детектирования.

### 1.2.3.2 Сцинтилляционные блоки детектирования бета-излучения БДС-Б, БДС-Б-150

Сцинтилляционные блоки детектирования БДС-Б, БДС-Б-150 предназначены для регистрации и преобразования энергии бета-частиц в соответствующие по амплитуде электрические сигналы для их последующей обработки.

Детекторы выполнены на основе сборки “пластический сцинтиллятор - ФЭУ” и имеют в своем составе: предусилитель, усилитель - формирователь, с параметрами выходных импульсов, позволяющими подавать их непосредственно на вход амплитудно-цифрового преобразователя многоканального анализатора; - источник высоковольтного напряжения; систему стабилизации измерительного тракта на основе специального светодиода с функцией температурной коррекции характеристики преобразования.

Основные параметры блоков детектирования бета-излучения приведены в табл. 1.16. Внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рис. 1.26.

Таблица 1.16. Основные параметры блоков детектирования серии БДС-Б

| Наименование параметра. Единица измерения                                             | БДС-Б                             | БДС-Б-150                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Детектор (сцинтиллятор)                                                               | пластический сцинтиллятор, Ø70 x7 | пластический сцинтиллятор, Ø150 x 7 |
| Тип фотоприемника                                                                     | ФЭУ                               | ФЭУ                                 |
| Диапазон энергии регистрируемых бета-частиц, МэВ                                      | 0,2...3                           | 0,2...3                             |
| Относительное энергетическое разрешение по линии 662 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ), %     | 15                                | 20                                  |
| Энергетический эквивалент среднеквадратичного шума выходного сигнала, кэВ, не более   |                                   | 1                                   |
| Диапазон измерения поверхностной активности $^{239}\text{Pu}$ , Бк*см <sup>-2</sup>   | 1                                 |                                     |
| Максимальная неискаженная амплитуда выходных спектрометрических сигналов, В, не менее | 4,8                               | 4,8                                 |
| Нестабильность показаний за время непрерывной работы 24 ч, %, не более                | ±5                                | ±5                                  |
| Напряжение питания, В                                                                 | от 6 до 15                        | от 6 до 15                          |
| Ток потребления, мА, не более                                                         | 70                                | 70                                  |
| Диапазон рабочих температур, °С                                                       | +10...+35                         | +10...+35                           |
| Габаритные размеры, мм                                                                | Ø90 x 250                         | Ø185 x 281                          |
| Масса (без кабеля), г, не более                                                       | 1300                              | 4800                                |
| № рисунка                                                                             | 1-127                             | 1-128                               |

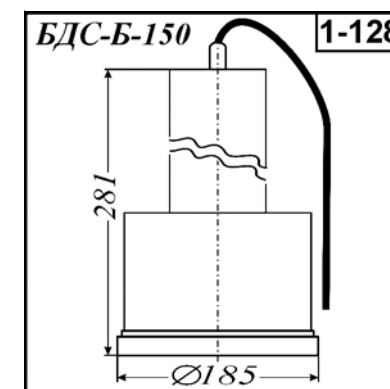
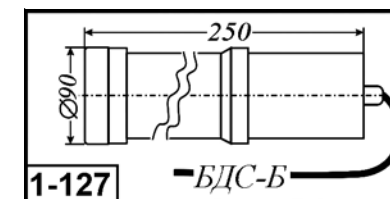


Рис. 1.26. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования БДС-Б и БДС-Б-150.

### 1.2.3.3 Сцинтилляционные блоки детектирования гамма-излучения БДС-Г, БДС-Г-100х100, БДС-Г-150х150

Сцинтилляционные блоки детектирования БДС-Г, БДС-Г-100х100, БДС-Г-150х150 предназначены преобразования энергии гамма-излучения в соответствующие по амплитуде электрические сигналы для их последующей обработки.

Блоки детектирования выполнены на основе сборки “сцинтилляционный кристалл NaI(Tl)-ФЭУ” и имеют в своем составе: предусилитель, усилитель-формирователь с параметрами выходных импульсов, позволяющими подавать их непосредственно на вход амплитудно-цифрового преобразователя (многоканального анализатора); источник высоковольтного напряжения; систему стабилизации измерительного тракта на основе специального светодиода с функцией температурной коррекции характеристики преобразования.

Основные параметры блоков детектирования гамма-излучения приведены в табл. 1.17. Внешний вид и габаритные размеры приборов приведены на рис. 1.27.

Таблица 1.17. Основные параметры блоков детектирования серии БДС-Г

| Наименование параметра. Единица измерения.                                            | Тип детектора/Норма параметра |                  |                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
|                                                                                       | БДС-Г                         | БДС-Г-100х100    | БДС-Г-150х100    |
| Детектор (сцинтиллятор)                                                               | NaI(Tl). 63х63 мм             | NaI(Tl), 100х100 | NaI(Tl), 150х100 |
| Тип фотоприемника                                                                     | ФЭУ                           |                  |                  |
| Диапазон регистрируемых энергий, МэВ                                                  | 0,03 – 3                      |                  |                  |
| Относительное энергетическое разрешение по линии 662 кэВ ( $^{137}\text{Cs}$ ), %     | 8                             | 9,5              | 10,5             |
| Интегральная нелинейность, % не более                                                 | 1                             |                  |                  |
| Температурная нестабильность, %/°С, не более                                          | 0,1                           |                  |                  |
| Временная нестабильность за 24 ч непрерывной работы, % не более                       | ±1                            |                  |                  |
| Максимальная неискаженная амплитуда выходных спектрометрических сигналов, В, не менее | 4,8                           |                  |                  |
| Рабочий диапазон температур, °С                                                       | от +10 до +35                 |                  |                  |
| Напряжение питания, В, (ток потребления, мА, не более                                 | 6 – 15 (250 мА)               |                  |                  |
| Масса, г                                                                              | 1400                          | 6500             | 9300             |
| Габаритные размеры, мм                                                                | Ø 88 х 315                    | Ø 125 х 375      | Ø 180 х 387      |
| № рисунка                                                                             | 1-129                         | 1-130            | 1-131            |

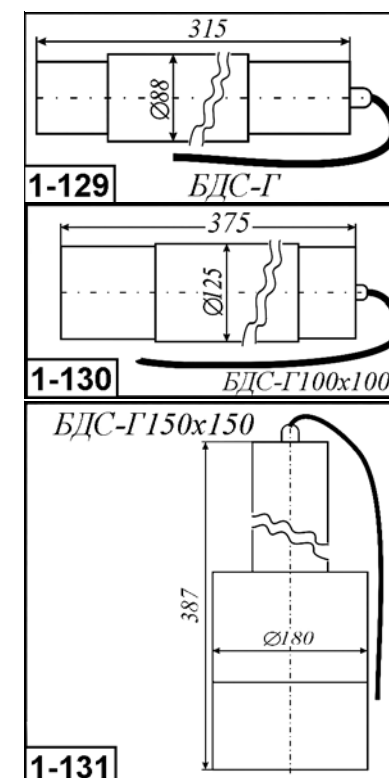


Рис. 1.27. Внешний вид и габаритные размеры блоков детектирования БДС-Г, БДС-Г-100х100, БДС-Г-150х150

### 1.2.3.4 Блоки детктирования импульсного нейтронного и гамма-излучения типа ССДИ8М, ССДИ8М-01, ССДИ29, СЧДИ1М

Блоки детектирования импульсного нейтронного и гамма-излучения типа ССДИ8М, ССДИ8М-01, ССДИ29, СЧДИ1М предназначены для регистрации импульсных потоков излучения и преобразования их в электрический аналог - импульс тока на выходе детектора.

Основные параметры блоков детектирования ССДИ8М, ССДИ8М-01, ССДИ29, СЧДИ1М приведены в табл. 1.18.

**Таблица 1.18.** Основные параметры блоков детектирования ССДИ8М, ССДИ8М-01, ССДИ29, СЧДИ1М

| Наименование параметра, ед. измерения                                                                                                                    | Типа блока детекторов         |                               |                                 |                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|
|                                                                                                                                                          | ССДИ8М                        | ССДИ8М-01                     | ССДИ29                          | СЧДИ1М                                      |
| Тип детектора                                                                                                                                            | Сцинтиллятор ПС-Н2, 50x100 мм | Сцинтиллятор ПС-Н2, 50x100 мм | Быстрый сцинтиллятор, 50x100 мм | Твердотельный радиатор Черенкова, 50x100 мм |
| Тип фотоприемника                                                                                                                                        | ФЭУ СНФТ3                     | ФЭУ СНФТ5                     | ФЭУ СНФТ8                       | ФЭУ СНФТ8                                   |
| Максимальная чувствительность к гамма-излучению $^{60}\text{Co}$ ( $E_\gamma=1,25$ МэВ), $\text{А}\cdot\text{см}^2\cdot\text{с}/\text{квант}$ , не менее | $1\cdot 10^{-10}$             | $1\cdot 10^{-10}$             | $1,7\cdot 10^{-12}$             | $7,7\cdot 10^{-14}$                         |
| Максимальная чувствительность к нейтронам с энергией 14 МэВ, не менее                                                                                    | $4\cdot 10^{-10}$             | $4\cdot 10^{-10}$             | $4\cdot 10^{-11}$               | -                                           |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз                                                                                                               | $1\cdot 10^2$                 | $1\cdot 10^2$                 | $1\cdot 10^4$                   | $1\cdot 10^4$                               |
| Предел линейности в импульсном режиме, А, не менее                                                                                                       | 3                             | 3                             | 1,3                             | 1,3                                         |
| Длительность импульсной характеристики на полувысоте, нс                                                                                                 | 10                            | 10                            | 3                               | 2                                           |
| Напряжение питания, В                                                                                                                                    | -4000                         | -3300                         | -5000                           | -5000                                       |
|                                                                                                                                                          |                               |                               | 1800                            | 1800                                        |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                                   | 110x420                       | 110x420                       | 140x1120                        | 140x1120                                    |
| Масса, г                                                                                                                                                 | 2100                          | 2100                          | 5000                            | 5000                                        |

Рис. 1. 27д. Внешний вид блока детектирования ССДИ8М



### 1.2.3.5 Блок детектирования рентгеновского излучения БДКР-01

Высокочувствительный сцинтилляционный интеллектуальный блок детектирования рентгеновского излучения, предназначенный для контроля дозовых нагрузок на хрусталик, слизистые оболочки и кожу.

В качестве детектора рентгеновского излучения в блоке детектирования использован сцинтиллятор NaI(Tl) с бериллиевым окном. В состав блока входят аналого-цифровой преобразователь на 256 каналов и интерфейс RS232

Используется метод измерения мощности направленной эквивалентной дозы основан на измерении аппаратного спектра и его поинтервальном взвешивании с нормировкой на единицу мощности дозы. При этом обеспечивается корректировка энергетической зависимости, свойственной режиму счёта импульсов.

Основные параметры блока детектирования рентгеновского излучения БДКР-01 приведены в табл. 1.19. Внешний вид и габаритные размеры блока приведены на рис. 1.28.

**Таблица 1.19.** Основные параметры блока детектирования рентгеновского излучения БДКР-01

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                   | Норма параметра                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Тип детектора                                                                                                | NaI(Tl) Ø9x2 мм с бериллиевым окном |
| Тип фотоприемника                                                                                            | ФЭУ                                 |
| Диапазон измерения мощности направленной эквивалентной дозы, мкЗв/ч                                          | 0,05 - 100                          |
| Диапазон измерения направленной эквивалентной дозы                                                           | 0,05 мкЗв - 5 мЗв                   |
| Диапазон энергии, кэВ                                                                                        | 5 - 160                             |
| Основная погрешность измерения, %, не более                                                                  | ±20                                 |
| Энергетическая зависимость чувствительности, %                                                               |                                     |
| - в диапазоне от 5 до 60 кэВ                                                                                 | ±35                                 |
| - в диапазоне от 60 до 160 кэВ                                                                               | ±30                                 |
| Погрешность калибровки <sup>57</sup> Co, <sup>109</sup> Cd, <sup>55</sup> Fe, <sup>241</sup> Am, %, не более | ±5                                  |
| Максимальная статистическая загрузка, с <sup>-1</sup>                                                        | 6*10 <sup>4</sup>                   |
| Обнаруживаемая активность <sup>241</sup> Am на расстоянии 0,5 м. за время 1-2 с.                             | 1000 Бк (27 мкКи)                   |
| Чувствительность по <sup>241</sup> Am, имп·с <sup>-1</sup> /мкЗв·ч <sup>-1</sup>                             | 400                                 |
| Диапазон рабочих температур, °С                                                                              | -20...+50                           |
| Габаритные размеры, мм.                                                                                      | Ø54x255                             |
| Масса, г.                                                                                                    | 500                                 |
| № рисунка                                                                                                    | 1-132                               |

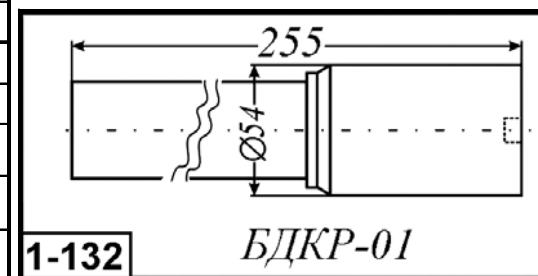


Рис. 1.28. Внешний вид и габаритные размеры блока детектирования БДКР-01.

### 1.2.3.6 Блок детектирования рентгеновского излучения БДС-Р5

Блок детектирования рентгеновского излучения БДС-Р5 предназначен для регистрации и определения спектрального состава рентгеновского излучения в диапазоне от 2 кэВ до 30 кэВ

В состав блока входят: сцинтилляционный детектор на основе NaI(Tl) , ФЭУ, усилитель сигнала, источник высокого напряжения и низковольтные преобразователи напряжения. Все элементы размещены в едином металлическом защитном корпусе.

Основные параметры блока детектирования рентгеновского излучения БДС-Р5 приведены в табл. 1.20. Внешний вид и габаритные размеры блока приведены на рис. 1.29.

**Таблица 1.20.** Основные параметры блока детектирования рентгеновского излучения БДС-Р5

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                                           | Норма параметра                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Тип детектора                                                                                                                        | Сцинтиллятор NaI(Tl),<br>32 x 3 |
| Тип фотоприемника                                                                                                                    | ФЭУ                             |
| Диапазон регистрируемых энергий, кэВ                                                                                                 | 2 – 30                          |
| Относительное энергетическое разрешение по линии Fe - 55, %, не более                                                                | 50                              |
| Амплитуда выходного аналогового сигнала, соответствующая линии Fe - 55, В                                                            | 1±0,1                           |
| Диаметр рабочего окна, мм                                                                                                            | 32                              |
| Толщина защитного алюминиевого покрытия сцинтиллятора, мм                                                                            | 0,05                            |
| Постоянная составляющая на выходе детектора, мВ, не более                                                                            | 10                              |
| Интегральная нелинейность характеристики преобразования, %, не более                                                                 | 1                               |
| Температурная нестабильность, %/°С, не более                                                                                         | 0,1                             |
| Временная нестабильность за 24 часа непрерывной работы, %, не более                                                                  | 1                               |
| Дополнительная нестабильность характеристики преобразования при изменении загрузки от фоновой до 50000 с <sup>-1</sup> , %, не более | 1                               |
| Время установления рабочего режима, мин, не более                                                                                    | 30                              |
| Напряжение питания, В                                                                                                                | 6...16                          |
| Потребляемая мощность, Вт, не более                                                                                                  | 1,3                             |
| Масса, кг                                                                                                                            | 0,8                             |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                               | 76 x 76 x 260                   |
| Длина соединительного кабеля, м                                                                                                      | 2                               |
| № рисунка                                                                                                                            | 1-133                           |

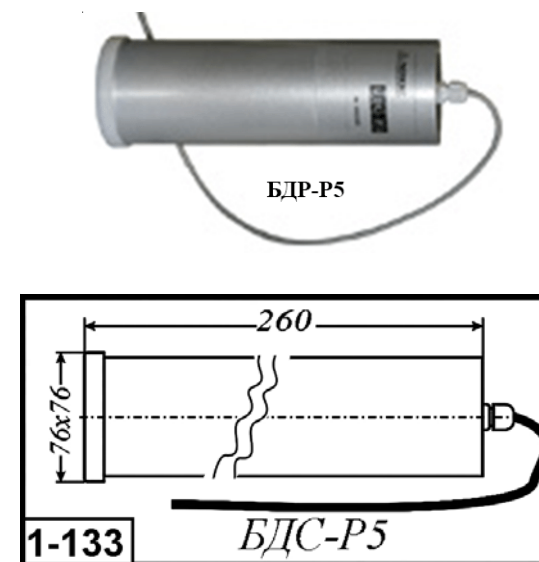


Рис. 1.29. Внешний вид и габаритные размеры блока детектирования БДС-Р5.

### 1.2.3.7д. Детекторы импульсных излучений ССДИ8М

Детекторы ССДИ8М (ССДИ8М-01, ССДИ8М-02, ССДИ8М-03) предназначены для регистрации импульсного гамма-излучения с плотностью потока от  $10^7$  до  $10^{14}$  квант/см<sup>2</sup>·с.

В состав детекторов входят: умножитель фотоэлектронный СНФТЗ (для исполнений ССДИ8М и ССДИ8М-02) или СНФТ5 (для исполнений ССДИ8М-01 и ССДИ8М-03); пластмассовый сцинтиллятор размером  $\varnothing 50 \times 100$  мм<sup>2</sup>; комплект ЗИП. Регулировка чувствительности детекторов осуществляется с помощью светофильтров из комплекта ЗИП.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.21д. Внешний вид показан на рис. 1.30д.

**Таблица 1.21д.** Основные параметры детекторов ССДИ8М при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                                                    | Тип прибора                  |                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                                                                                                                               | ССДИ8М<br>(ССДИ8М-02)        | ССДИ8М-01<br>(ССДИ8М-03)     |
| Тип фотоприемника                                                                                                                             | СНФТЗ                        | СНФТ5                        |
| Максимальная чувствительность к гамма-излучению $E_{\gamma}=1,25$ МэВ,<br>$\text{А} \cdot \text{см}^2 \cdot \text{с}/\text{квант}$ , не менее | $10^{-10}$                   | $10^{-12}$                   |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                                                                          | 100                          |                              |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                                                                             | 2,5                          |                              |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                                                                              | 10                           |                              |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                                                                          | 3 (20)                       |                              |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ),<br>не более                                                       | $\pm 30$                     |                              |
| Напряжение питания, кВ                                                                                                                        | минус 4,0                    | минус 3,3                    |
| Полярность выходного сигнала                                                                                                                  | отрицательная                |                              |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                                                                                 | $-30 \dots +50$              |                              |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                                                                              | $\varnothing 110 \times 420$ | $\varnothing 110 \times 400$ |
| Масса, кг, не более                                                                                                                           | 2,6                          | 2,5                          |



Рис.1.30д. Внешний вид детектора ССДИ8М

### 1.2.3.8д. Двухканальный высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИЗ4

Детектор ССДИЗ4 предназначен для регистрации импульсного гамма- нейтронного излучений в диапазоне плотностей потока от  $10^5$  до  $10^{10}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: два умножителя фотоэлектронных ФЭУ-139; пластмассовый сцинтиллятор размером  $\varnothing 150 \times 400$  мм<sup>2</sup>. Регулировка чувствительности детектора осуществляется изменением напряжения питания ФЭУ-139 и с помощью набора светофильтров из комплекта ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.22 д. Внешний вид показан на рис.1.31д

**Таблица 1.22д.** Основные параметры детектора ССДИЗ4 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                            | Норма параметра              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                    | ФЭУ-139                      |
| Максимальная чувствительность, А·см <sup>2</sup> ·с/част., не менее:                 |                              |
| - к гамма-излучению $E_g=1,25$ МэВ                                                   | $4 \cdot 10^{-9}$            |
| - к нейтронному излучению $E_n=14,5$ МэВ                                             | $1,5 \cdot 10^{-8}$          |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                 | 200 x 2                      |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                    | 0,3                          |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                     | 35                           |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                 | 100                          |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более | $\pm 25$                     |
| Напряжение питания, кВ                                                               | минус (1,6-2,0)              |
| Полярность выходного сигнала                                                         | отрицательная                |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                        | -10...+40                    |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                     | $\varnothing 170 \times 810$ |
| Масса, кг, не более                                                                  | 13                           |



Рис.1.31д Внешний вид детектора ССДИЗ4

### 1.2.3.9д. Высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИЗ5

Детектор ССДИЗ5 предназначен для регистрации импульсных потоков гамма-, нейтронного излучений в диапазоне плотностей потока от  $10^6$  до  $10^{11}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: умножитель фотоэлектронный СНФТЗ-01; пластмассовый сцинтиллятор размером Ø63 x 63 мм<sup>2</sup>; съемный свинцовый колпак. Регулировка чувствительности детектора осуществляется шунтированием динодов СНФТЗ-01 и с использованием набора светофильтров из ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.23д. Внешний вид показан на рис.1.32д.

**Таблица 1.23д.** Основные параметры детектора ССДИЗ5 при температуре 20±5°С

| Наименование параметра. Единица измерения.                                        | Норма параметра               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                 | СНФТЗ-01                      |
| Максимальная чувствительность, А·см <sup>2</sup> ·с/част., не менее:              |                               |
| - к гамма-излучению E <sub>г</sub> =1,25 МэВ                                      | 10 <sup>-9</sup>              |
| - к нейтронному излучению E <sub>н</sub> =14,5 МэВ                                | 2·10 <sup>-9</sup>            |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                              | 100                           |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                 | 1                             |
| Временное разрешение (t <sub>0,5</sub> ), нс, не более                            | 25                            |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                              | 30                            |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при P=0,95), не более | ±30                           |
| Напряжение питания, кВ                                                            | минус 4,0                     |
| Полярность выходного сигнала                                                      | отрицательная и положительная |
| Диапазон рабочих температур, оС                                                   | -10...+40                     |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                  | Ø115 x 475                    |
| Масса, кг, не более                                                               | 2,5                           |

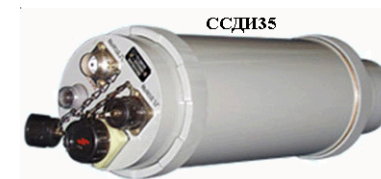


Рис.1.32д. Внешний вид детектора ССДИЗ5

### 1.2.3.10д. Трехканальный высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИЗ6

Детектор ССДИЗ6 предназначен для регистрации импульсного гамма-, нейтронного излучений в диапазоне плотностей потока от  $10^5$  до  $10^{11}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: три умножителя фотоэлектронных ФЭУ-97; пластмассовый сцинтиллятор размером  $\varnothing 120 \times 100$  мм<sup>2</sup>; встроенный светодиод для проверки функционирования детектора и съемный свинцовый колпак. Регулировка чувствительности детектора осуществляется шунтированием динодов ФЭУ-97 и с помощью набора светофильтров из комплекта ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.24д. Внешний вид показан на рис.1.33д.

**Таблица 1.24д.** Основные параметры детектора ССДИЗ6 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                            | Норма параметра              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                    | ФЭУ-97                       |
| Максимальная чувствительность, А·см <sup>2</sup> ·с/част., не менее:                 |                              |
| - к гамма-излучению $E_g=1,25$ МэВ                                                   | $2 \cdot 10^{-9}$            |
| - к нейтронному излучению $E_n=14,5$ МэВ                                             | $7 \cdot 10^{-9}$            |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                 | 150 x 3                      |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                    | 0,4                          |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                     | 25                           |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                 | 30                           |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более | $\pm 25$                     |
| Напряжение питания, кВ                                                               | минус 2,3                    |
| Полярность выходного сигнала                                                         | отрицательная                |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                        | -10...+40                    |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                     | $\varnothing 140 \times 300$ |
| Масса, кг, не более                                                                  | 4                            |

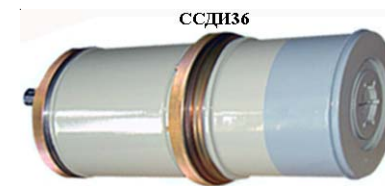


Рис.1.33д. Внешний вид детектора ССДИЗ6

### 1.2.3.11д. Малогабаритный высокочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИЗ7

Детектор ССДИЗ7 предназначен для регистрации импульсного гамма-, нейтронного излучений в диапазоне плотностей потока от  $10^6$  до  $10^{11}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: умножитель фотоэлектронный ФЭУ-97; пластмассовый сцинтиллятор размером  $\varnothing 63 \times 63$  мм<sup>2</sup>; встроенный светодиод для проверки функционирования детектора и съемный свинцовый колпак. Регулировка чувствительности детектора осуществляется шунтированием динодов ФЭУ-97 и с помощью набора светофильтров из комплекта ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.25д. Внешний вид показан на рис.134д.

**Таблица 1.25д.** Основные параметры детектора ССДИЗ7 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                           | Норма параметра               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                    | ФЭУ-97                        |
| Максимальная чувствительность, А·см <sup>2</sup> ·с/част., не менее:                 |                               |
| - к гамма-излучению $E_{\gamma}=1,25$ МэВ                                            | $5 \cdot 10^{-10}$            |
| - к нейтронному излучению $E_n=14,5$ МэВ                                             | $1,5 \cdot 10^{-9}$           |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                 | 200                           |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                    | 0,4                           |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                     | 20                            |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                 | 30                            |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более | $\pm 25$                      |
| Напряжение питания, кВ                                                               | минус 2,0                     |
| Полярность выходного сигнала                                                         | отрицательная и положительная |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                        | -10...+40                     |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                     | $\varnothing 85 \times 260$   |
| Масса, кг, не более                                                                  | 1,6                           |



Рис.1.34д. Внешний вид детектора ССДИЗ7

### 1.2.3.12д. Детекторы высокочувствительные быстродействующие ССДИЗ8

Детекторы ССДИЗ8 (с волновым сопротивлением выходного тракта 75 Ом) и ССДИЗ8-01 (с волновым сопротивлением выходного тракта 50 Ом) предназначены для регистрации импульсного гамма-, нейтронного излучений в диапазоне плотностей потока от  $10^8$  до  $10^{14}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детекторов входят: умножитель фотоэлектронный СНФТ18М; сменные чувствительные элементы - два пластмассовых сцинтиллятора (с различным световыходом и быстродействием) и черенковский радиатор размерами Ø63 x 63 мм<sup>2</sup>; комплект ЗИП. Регулировка чувствительности детекторов осуществляется шунтированием динодов СНФТ18М, с помощью светофильтров и заменой чувствительного элемента из комплекта ЗИП.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.26д. Внешний вид показан на рис.1.35д.

**Таблица 1.26д.** Основные параметры детекторов ССДИЗ8 при температуре 20±5°С

| Наименование параметра. Единица измерения.                                           | Тип прибора          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
|                                                                                      | ССДИЗ8               | ССДИЗ8-01 |
| Тип фотоприемника                                                                    | СНФТ18М              |           |
| Максимальная чувствительность, А·см <sup>2</sup> ·с/част., не менее:                 |                      |           |
| - к гамма-излучению $E_g=1,25$ МэВ                                                   | $5 \cdot 10^{-12}$   |           |
| - к нейтронному излучению $E_n=14,5$ МэВ                                             | $1,5 \cdot 10^{-11}$ |           |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                 | 50                   |           |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                    | 0,5                  |           |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более:                                    |                      |           |
| - со сцинтилляторами                                                                 | 5 (2,5)              | 4,5 (2)   |
| - с черенковским радиатором                                                          | 1,5                  | 1,3       |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                 | 1,5                  |           |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более | ±25                  |           |
| Напряжение питания, кВ                                                               | минус 5,0 и плюс 1,8 |           |
| Полярность выходного сигнала                                                         | отрицательная        |           |
| Диапазон рабочих температур, °С                                                      | -40...+50            |           |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                     | Ø150 x 400           |           |
| Масса, кг, не более                                                                  | 7,5                  |           |



Рис.1.35д. Внешний вид детектора ССДИЗ8

### 1.2.3.13д. Низкочувствительный сцинтилляционный детектор ССДИЗ9

Детектор ССДИЗ9 предназначен для регистрации высокоинтенсивного импульсного гамма-, нейтронного излучений в диапазоне плотностей потока от  $10^{12}$  до  $10^{18}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: фотоэлемент СДФ20; два сменных пластмассовых сцинтиллятора (с различным световыходом и быстродействием) размером  $\varnothing 63 \times 63$  мм<sup>2</sup>; съемный свинцовый колпак. Регулировка чувствительности детектора осуществляется с помощью светофильтров и заменой сцинтиллятора из комплекта ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.27д. Внешний вид детектора на рис. 1.36д.

**Таблица 1.27д.** Основные параметры детектора ССДИЗ9 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                           | Норма параметра              |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                    | СДФ20                        |
| Максимальная чувствительность, А·см <sup>2</sup> ·с/част., не менее:                 |                              |
| - к гамма-излучению $E_g=1,25$ МэВ                                                   | $2 \cdot 10^{-16}$           |
| - к нейтронному излучению $E_n=14,5$ МэВ                                             | $7 \cdot 10^{-16}$           |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                 | 100                          |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                    | 8                            |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                     | 5,5 (1,5)                    |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                 | 1                            |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более | $\pm 15$                     |
| Напряжение питания, кВ                                                               | минус 1,8                    |
| Полярность выходного сигнала                                                         | положительная                |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                        | -10...+40                    |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                     | $\varnothing 110 \times 170$ |
| Масса, кг, не более                                                                  | 1,6                          |



Рис.1.36д. Внешний вид детектора ССДИЗ9

### 1.2.3.14д. Детектор сцинтилляционный ССДИ40

Детектор ССДИ40 сцинтилляционный предназначен для регистрации импульсного гамма-излучения в диапазоне плотностей потока от  $10^{10}$  до  $10^{16}$  част./см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: умножитель фотоэлектронный СНФТ22; два сменных пластмассовых сцинтиллятора (с различным световыходом) размером  $\varnothing 63 \times 63$  мм<sup>2</sup>; комплект ЗИП. Регулировка чувствительности детектора осуществляется с помощью светофильтров и заменой сцинтиллятора из комплекта ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.28д. Внешний вид показан на рис.1.37д.

**Таблица 1.28д.** Основные параметры детектора ССДИ40 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                          | Норма параметра              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                                  | СНФТ22                       |
| Максимальная чувствительность к гамма-квантам $E_g=1,25$ МэВ, А·см <sup>2</sup> ·с/квант, не менее | $10^{-14}$                   |
| Диапазон регулировки чувствительности, раз, не менее                                               | 50                           |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                                  | 2,5                          |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                                   | 10                           |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                               | 20                           |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более               | $\pm 25$                     |
| Напряжение питания, кВ                                                                             | минус 4,0                    |
| Полярность выходного сигнала                                                                       | отрицательная                |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                                      | -10...+50                    |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                                   | $\varnothing 110 \times 350$ |
| Масса, кг, не более                                                                                | 2,5                          |

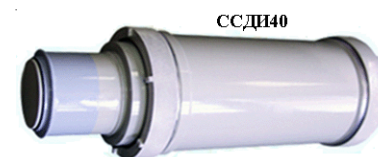


Рис.1.37д. Внешний вид детектора ССДИ40

### 1.2.3.15д. Субнаносекундный черенковский детектор СЧДИЗ

Детектор СЧДИЗ предназначен для регистрации высокоинтенсивного импульсного гамма-излучения в диапазоне плотностей потока от  $10^{16}$  до  $10^{20}$  квант/см<sup>2</sup>·с.

В состав детектора входят: фотоэлемент СДФ21, черенковский радиатор из кварцевого стекла размером  $\varnothing 25 \times 50$  мм<sup>2</sup> и светодиодное устройство для проверки функционирования детектора из комплекта ЗИП.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.29д. Внешний вид показан на рис.1.38д.

**Таблица 1.29д.** Основные параметры детектора СЧДИЗ при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                            | Норма параметра             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Тип фотоприемника                                                                     | СДФ21                       |
| Чувствительность к гамма-квантам $E_g=1,25$ МэВ, А·см <sup>2</sup> ·с/квант, не менее | $5 \cdot 10^{-20}$          |
| Максимальный линейный ток в импульсе, А, не менее                                     | 2,5                         |
| Временное разрешение ( $t_{0,5}$ ), нс, не более                                      | 0,25                        |
| Длительность регистрируемого импульса, мкс, не более                                  | 1                           |
| Суммарная погрешность преобразования в рабочих условиях, % (при $P=0,95$ ), не более  | $\pm 15$                    |
| Напряжение питания, кВ                                                                | минус 1,5                   |
| Полярность выходного сигнала                                                          | положительная               |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                         | $-30 \dots +50$             |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                      | $\varnothing 50 \times 100$ |
| Масса, кг, не более                                                                   | 0,25                        |

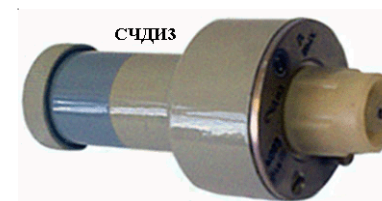


Рис.1.38д. Внешний вид детектора СЧДИЗ.

## Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

Полупроводниковые детекторы (ППД) и счетчики являются альтернативой газоразрядным и сцинтилляционным приемникам ионизационного излучения.

В качестве исходного материала для изготовления чувствительных элементов датчиков ионизирующего излучения в разное время, рассматривались различные полупроводниковые материалы: кремний, германий, карбид кремния, теллурид кадмия, арсенид галлия, йодид ртути, сульфид свинца, селенид кадмия и др.

Однако основными материалами для изготовления ППД являются кремний и германий, легированные определенными примесями. Как правило, это р-п или р-и-п структуры.

Кремниевые детекторы, как правило, работают при комнатной температуре. Германиевые детекторы необходимо охлаждать до температуры 80 °K и ниже.

ППД имеют несомненные достоинства по отношению к прочим видам детектирующих устройств, в частности:

- позволяют регистрировать частицы в широком энергетическом диапазоне одновременно, что обеспечивает меньшее время накопления статистически достоверной информации:

- широкий диапазон размеров от 10 мм<sup>2</sup> до 100 см<sup>2</sup> и конфигураций чувствительной площади;
- возможность выполнения в виде одно- или двухкоординатных матриц, что обеспечивает позиционную чувствительность;
- высокая технологичность изготовления детекторов и сопутствующей электроники;
- компактность и малый вес.

Несмотря на перечисленные достоинства, существует ряд причин, сдерживающих их использование как анализаторов электронов низких энергий (в диапазоне кэВ), таких как:

- наличие энергетического порога регистрации, ниже которого не обеспечивается достоверность передачи спектра энергий или наблюдается полная потеря чувствительности;
- шумы детектора и регистрирующей электроники, интерферирующие со спектром электронов в области энергий ниже нескольких кэВ.

Применительно к задаче спектрометрии фотоэлектронов с энергиями в диапазоне, начинающемся от единиц эВ полупроводниковыми детекторами, отмеченные недостатки являются принципиальными, а их преодоление важно для расширения областей применения детекторов.

Основные параметры некоторых типов ППД приведены в главах 1.3.1...1.3.3. На рис. 1.30 приведена типовая схема включения ППД.

Параметры предусилителей для ППД стандартизованы и определяются ГОСТ 18229-81. (см. таб. 1.21.д2.)

Для совместной работы с ППД в СССР выпускалась специальная микросхема зарядового усилителя (К1432ИП1). Параметры микросхемы приведены в главе 1.3.1д..

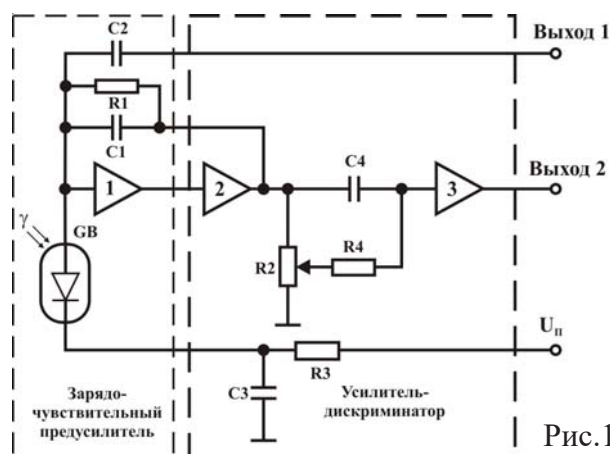


Рис.1.30. Одна из типовых схем включения ППД.

## 1.3.1д. Микросхема зарядочувствительного усилителя К1432УП1, К1432УП1Б

Отечественной промышленностью выпускалась специальная монолитная микросхема зарядочувствительного усилителя К1432УП1, обеспечивающая возможность измерения малых зарядов детекторов в ядерной электронике при большой скорости нарастания и широкой полосе пропускания и большим выходным током с комплементарным выходом. Основные параметры микросхемы приведены в табл.1.21д1, внешний вид и габаритные размеры на рис.1.30д.

**Таблица 1.21д1.** Основные параметры м/с К1432КП1 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра.<br>Единица измерения.     | Режимы<br>измерений   | КМ1432УП1 |       |                 | КМ1432УП1Б |     |                 |
|---------------------------------------------------|-----------------------|-----------|-------|-----------------|------------|-----|-----------------|
|                                                   |                       | мин       | тип   | макс            | мин        | тип | макс            |
| Динамические характеристики                       |                       |           |       |                 |            |     |                 |
| Частота единичного усиления, МГц                  |                       |           | 650   |                 |            |     |                 |
| Скорость нарастания выходного<br>напряжения В/мкс | U <sub>вых</sub> =10В |           | 100   |                 |            | -   |                 |
| Время нарастания, нс                              |                       |           | 20    |                 |            | -   |                 |
| Входные характеристики                            |                       |           |       |                 |            |     |                 |
| Шумовой заряд, электрон (+11,2 эл/пФ)             | *)                    |           | 275   |                 |            | -   |                 |
| Входная емкость, пФ                               |                       |           | 2     |                 |            | -   |                 |
| Зарядовая чувствительность, мВ/МэВ                | Si - детектор         |           | 22    |                 |            | -   |                 |
| Передаточные характеристики                       |                       |           |       |                 |            |     |                 |
| Коэффициент усиления по напряжению<br>В/В         |                       |           | 25000 |                 |            | -   |                 |
| Выходные характеристики                           |                       |           |       |                 |            |     |                 |
| Максимальное выходное напряжение, В               |                       |           | ±8    |                 |            | -   |                 |
| Выходной ток, мА, не более                        |                       |           | ±30   |                 |            | -   |                 |
| Режим эксплуатации                                |                       |           |       |                 |            |     |                 |
| Напряжение питания, В                             |                       |           | ±12   |                 |            | ±5  |                 |
| Ток потребления, мА                               |                       |           | 47    |                 |            | -   |                 |
| Предельные режимы эксплуатации                    |                       |           |       |                 |            |     |                 |
| Напряжение питания, В                             |                       | ±4,5      |       | ±16,5           | ±4,5       |     | ±7              |
| Входное напряжение, В                             |                       |           |       | ±U <sub>п</sub> |            |     | ±U <sub>п</sub> |
| Температура перехода, °С                          |                       |           |       | 150             |            |     | 150             |
| Диапазон температур, °С                           |                       | -60       |       | 85              | -60        |     | 85              |
| Тепловое сопротивление, °С/Вт                     | корп. 402.16-34       |           | 100   |                 |            | 100 |                 |

Примечание: \*) С транзистором КП341 на входе, ( $t_{\text{ф}}=1\text{мкс}$ ,  $CR-(RC)_2$ ,  $S_{\text{дет}}=0$ )

Микросхема функционировала с внешним полевым транзистором, (например КП341), что позволяло адаптировать усилитель к конкретному типу детектора.

Малое выходное сопротивление и большой выходной ток обеспечивает работу усилителя на кабель или емкостные нагрузки, что обеспечивает дистанционное измерение заряда.

Усилитель выпускался в корпусе 402.16-34

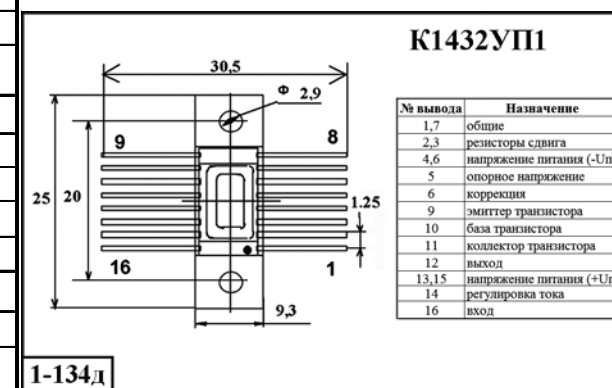


Рис. 1.30д. Внешний вид и габаритные размеры микросхемы К1432.

**Таблица 1.21.д2.** Основные параметры усилителей сигнала ППД, регламентируемые ГОСТ 18229-81.  
 [ПУ-Г - усилитель для спектрометрии фотонного излучения в диапазоне энергий от 50 до 6500 кэВ.]  
 [ПУ-Л - усилитель для спектрометрирования альфа-излучения в диапазоне энергий от 3,5 до 10 МэВ.]

**Примечание.** Параметры напряжения питания — по ГОСТ 18953, при этом.- допуская отклонения напряжения питания - не более 0,5 % от номинального значения;- пульсация напряжения питания — не более 2 мВ;- номинальное значение тока нагрузки — не менее 100 мВ.

| Наименование основного параметра                                                                         | Норма для типа                     |                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------|
|                                                                                                          | ПУ-Г                               | ПУ-Л                   |
| Коэффициент преобразования, мВ/МэВ                                                                       | 50±10                              | 10±2                   |
|                                                                                                          | 100±20                             | 20±4                   |
|                                                                                                          | 200±40                             | 50±10                  |
|                                                                                                          | 500±100                            | 100±20                 |
| Энергетический эквивалент шумов (при Свх = 0). кэВ. не более                                             | 0.1; 0.2; 0.3; 0.5; 0.8; 1.0; 1.25 | 2.0;3.0; 5.0;8.0; 10,0 |
| Наклон шумовой характеристики, эВ/пФ, не более,                                                          | при Спид до 40 пФ                  | 10; 20; 30; 50         |
|                                                                                                          | при Сплл до 2000 пФ                | 5; 8; 10; 20;30        |
| Время нарастания выходного импульса (при Свх=0). нс. не более                                            | 20. 30; 50                         | 10; 20; 30             |
| Наклон времени нарастания выходного импульса, нс/пФ, нс более,                                           | при Спид до 40 пФ                  | 0.5                    |
|                                                                                                          | при Сплл до 2000 пФ                | —                      |
| Динамическая входная емкость, пФ. не менее,                                                              | при Спид до 40 пФ                  | 10000                  |
|                                                                                                          | при Сплл до 2000 пФ                | —                      |
| Интегральная нелинейность. %. не более                                                                   | ±0,05;                             | ±0,025                 |
| Максимальная линейная амплитуда выходного импульса. В                                                    | от —3 до +3;                       |                        |
|                                                                                                          | от —8 до +8                        |                        |
| Выходное сопротивление, Ом                                                                               | 50, 100                            |                        |
| Дополнительная погрешность коэф фииента преобразования при изменении температуры. %/ К. (%/*С), нс более | ±0,005; ±0.01; ±0,02               |                        |
| Нестабильность коэффициента преобра-зования за 8 ч непрерывной работы. %. не более                       | ±0.01;±0,02; ±0.05                 |                        |
| Максимальное рабочее электрическое постоянное напряжение на входе для питания ППД, В                     |                                    |                        |
| Максимальное рабочее электрическое почтойнное напряжение на входе для питания ППД, В                     | 2000; 4000                         | 500; 1000              |
| Постоянная времени спада выходного импульса, мкс                                                         | 50±15; 100±30                      |                        |
| Максимальная нагрузка по входу, имп/с, не менее                                                          | 5*10 <sup>4</sup> ;                | 5*10 <sup>3</sup> ;    |
|                                                                                                          | 2*10 <sup>5</sup> ;                | 5*10 <sup>4</sup>      |
|                                                                                                          | 1*10 <sup>6</sup>                  |                        |
| Напряжение питания, В                                                                                    | ±12; ±24                           |                        |

### 1.3.1. Кремниевые полупроводниковые детекторы

#### 1.3.1.1 Поверхностно-барьерные детекторы ДКПс-25, ДКПс-35, ДКПс-50, ДКПс-100, ДКПс-200, ДКПс-350, ДКПс-500

Поверхностно-барьерные кремниевые детекторы серии ДКПс предназначены для спектроскопии и регистрации короткопробежных заряженных частиц.

ДКПс - круглые, квадратные и прямоугольные, без корпуса с двумя гибкими выводами, общей толщиной 5 мм, с габаритной площадью на 20-40% больше конкретной рабочей площади детектора. Приборы залиты эпоксидной смолой. Не рекомендуется использовать при температуре окружающей среды ниже -60 °С. При охлаждении детектора до температуры -60°С энергетическое разрешение и энергетический эквивалент шума уменьшаются более чем в два раза.

В основном используются в лабораторных экспериментах.

Основные параметры детекторов серии ДКПс приведены в табл. 1.21а,б,в. Внешний вид и габаритные размеры - на рис. 1.31.

**Таблица 1.21а.** Основные параметры поверхностных барьерных детекторов типа ДКПс-25 - ДКПс-50 при температуре 20±5°С

| Наименование параметра. Единица измерения                                               | ДКПс-25              |        |         | ДКПс-35          |        |         | ДКПс-50            |        |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|---------|------------------|--------|---------|--------------------|--------|---------|
|                                                                                         | гр. I                | гр. II | гр. III | гр. I            | гр. II | гр. III | гр. I              | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                      | 25                   |        |         | 35               |        |         | 50                 |        |         |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15$ МэВ <sup>239</sup> Pu) | 20                   | 30     | 50      | 25               | 35     | 60      | 30                 | 50     | 80      |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                          | 3 - 50               | 3 - 40 | 3 - 35  | 3 - 50           | 3 - 40 | 3 - 35  | 3 - 50             | 3 - 40 | 3 - 35  |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; А                                               | 25 - 200             |        |         |                  |        |         |                    |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; Б                                               | >200                 |        |         |                  |        |         |                    |        |         |
| Емкость, С, пф, не более                                                                | 100                  | 135    | 136     | 100              | 135    | 136     | 210                | 270    | 270     |
| Энергетический эквивалент шума, Q <sub>ш</sub> , кэВ, не более                          | 15                   | 20     | 35      | 15               | 20     | 35      | 17                 | 25     | 40      |
| Обратный ток, I <sub>обр</sub> , мкА, не более                                          | 1                    | 2      | 3       | 1                | 2      | 3       | 1                  | 2      | 3       |
| Габаритные размеры, круглый корпус, мм                                                  | d=5,6; D8 x 5        |        |         | d=6,7; D9 x 5    |        |         | d=8; D11 x 5       |        |         |
| Габаритные размеры, прямоугольный корпус, мм                                            | 5 x 5; 7,5 x 7,5 x 5 |        |         | 6 x 6; 9 x 9 x 5 |        |         | 7 x 7; 10 x 10 x 5 |        |         |
| № рисунка                                                                               | 1-134; 1-135         |        |         | 1-134; 1-135     |        |         | 1-134; 1-135       |        |         |

Отечественная промышленность выпускала также детекторы типа ДКПс, с герметично укрепленными на приемной поверхности полиэтиленовыми радиаторами (конверторами). Такие детекторы предназначались для измерения плотности нейтронного потока быстрых нейтронов. Рекомендуемый диапазон плотности нейтронного потока составляет  $10^2 - 10^8$  нейтронов/(см<sup>2</sup> \*с).

Маркировка нейтронных детекторов состоит из обозначения ДКП-Н и индексов, соответствующих значениям площади и группы по разрешению и толщине чувствительной области, как у детекторов типа ДКПс. Например, ДКП-Н-350-2гр.Б, что расшифровывается следующим образом: детектор кремниевый поверхностно-барьерный, смоляной конструкции с полиэтиленовым радиатором для измерения плотности потока быстрых нейтронов, площадь чувствительной поверхности 300 мм<sup>2</sup> и энергетическое разрешение по альфа-частицам 5,15 МэВ в пределах 55-70 кэВ, толщина чувствительной области более 200 мкм.

### Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

**Таблица 1.21б.** Основные параметры поверхностных барьерных детекторов типа ДКПс-100 - ДКПс-350 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                       | ДКПс-100                             |        |         | ДКПс-200                              |        |         | ДКПс-350                                  |        |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|--------|---------|---------------------------------------|--------|---------|-------------------------------------------|--------|---------|
|                                                                                                 | гр. I                                | гр. II | гр. III | гр. I                                 | гр. II | гр. III | гр. I                                     | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{мм}^2$                                                | 100                                  |        |         | 200                                   |        |         | 350                                       |        |         |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15 \text{ МэВ } ^{239}\text{Pu}$ ) | 30                                   | 50     | 80      | 40                                    | 60     | 100     | 55                                        | 70     | 100     |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                  | 3 - 45                               | 3 - 30 | 3 - 20  | 3 - 35                                | 3 - 30 | 3 - 25  | 3 - 35                                    | 3 - 30 | 3 - 25  |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мкм; А                                                    | 25 - 200                             |        |         |                                       |        |         |                                           |        |         |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мкм; Б                                                    | >200                                 |        |         |                                       |        |         |                                           |        |         |
| Емкость, $C$ , пф, не более                                                                     | 670                                  | 670    | 670     | 900                                   | 900    | 900     | 1500                                      | 1500   | 1500    |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{\text{ш}}$ , кэВ, не более                                  | 20                                   | 20     | 50      | 35                                    | 40     | 70      | 45                                        | 55     | 85      |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}$ , мкА, не более                                                  | 2                                    | 3      | 4       | 4                                     | 5      | 6       | 5                                         | 6      | 7       |
| Габаритные размеры, круглый корпус, мм                                                          | $d=11; D15 \times 5$                 |        |         | $d=16; D21 \times 5$                  |        |         | $d=21; D30 \times 5$                      |        |         |
| Габаритные размеры, прямоугольный корпус, мм                                                    | $7 \times 14; 14 \times 14 \times 5$ |        |         | $14 \times 14; 20 \times 20 \times 5$ |        |         | $18,7 \times 18,7; 26 \times 26 \times 5$ |        |         |
| № рисунка                                                                                       | 1-134; 1-135                         |        |         | 1-134; 1-135                          |        |         | 1-134; 1-135                              |        |         |

**Таблица 1.21в.** Основные параметры поверхностных барьерных детекторов типа ДКПс-500 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                       | ДКПс-500                                  |        |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------|---------|
|                                                                                                 | гр. I                                     | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{мм}^2$                                                | 500                                       |        |         |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15 \text{ МэВ } ^{239}\text{Pu}$ ) | 55                                        | 70     | 100     |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                  | 3 - 30                                    | 3 - 25 | 3 - 20  |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мкм; А                                                    | 25 - 200                                  |        |         |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мкм; Б                                                    | >200                                      |        |         |
| Емкость, $C$ , пф, не более                                                                     | 2200                                      | 2200   |         |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{\text{ш}}$ , кэВ, не более                                  | 45                                        | 55     | 85      |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}$ , мкА, не более                                                  | 6                                         | 7      |         |
| Габаритные размеры, круглый корпус, мм                                                          | $d=12,5; D35 \times 5$                    |        |         |
| Габаритные размеры, прямоугольный корпус, мм                                                    | $22,4 \times 22,4; 31 \times 31 \times 5$ |        |         |
| № рисунка                                                                                       | 1-134; 1-135                              |        |         |

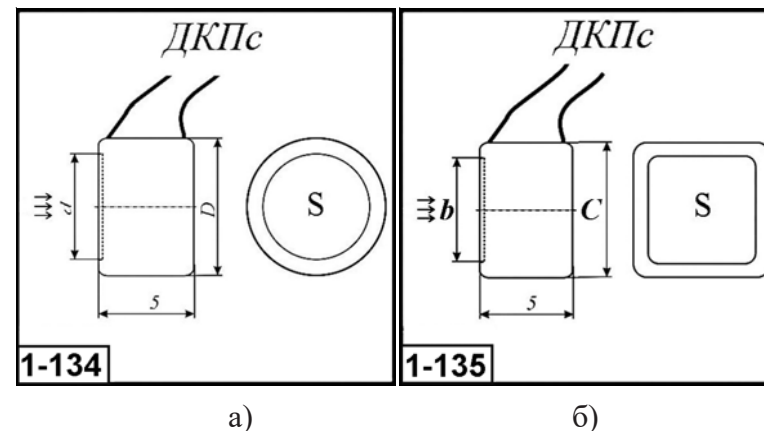


Рис. 1.31. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа ДКПс: а - круглого, б - квадратного.

Примечание. Для детекторов всех типов табл. 1.21. выполняются следующие условия: 1) толщина мертвого слоя, не более 30 нм; 2) фронт нарастания импульсов при рабочем напряжении, не более  $10^{-8}$  с; 3) радиационный ресурс, част/см<sup>2</sup> - нейтронов -  $10^{11}$ ; альфа-частиц -  $10^9$ , протонов -  $10^{12}$ .

## 1.3.1.2 Поверхностно-барьерные детекторы ДКПсд-20, ДКПсд-50, ДКПсд-125

Поверхностно-барьерные кремниевые детекторы серии ДКПсд предназначены для спектроскопии и регистрации короткопробежных заряженных частиц.

ДКПсд - круглые в металлическом корпусе с девятью штырьками под панель пальчиковой лампы с диаметром корпуса 20 мм и высотой 8 мм. Приборы залиты эпоксидной смолой. Не рекомендуется использовать при температуре окружающей среды ниже -60 °С.

Девятиштырьковое исполнение обеспечивает предельную простоту замены детекторов в аппаратуре.

Входное окно – тонкий слой золота или хрома. Реагируют на свет. Требуют защиты. При работе с  $\alpha$ -излучателями детекторы вместе с источниками излучения должны находиться в вакууме  $10^{-5} \dots 10^{-1}$  мм.рт.ст.

Основные параметры детекторов серии ДКПсд приведены в табл. 1.22. Внешний вид и габаритные размеры - на рис. 1.32.

**Таблица 1.22.** Основные параметры поверхностных барьерных детекторов типа ДКПсд при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра.<br>Единица измерения                                                    | ДКПсд-20            |        |         | ДКПсд-50            |        |         | ДКПсд-125              |        |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------|---------|---------------------|--------|---------|------------------------|--------|---------|
|                                                                                                 | гр. I               | гр. II | гр. III | гр. I               | гр. II | гр. III | гр. I                  | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{мм}^2$                                                | 20                  |        |         | 50                  |        |         | 125                    |        |         |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15 \text{ МэВ } ^{239}\text{Pu}$ ) | 20                  | 30     | 50      | 25                  | 35     | 60      | 30                     | 50     | 80      |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                  | 3 - 50              | 3 - 40 | 3 - 35  | 3 - 50              | 3 - 40 | 3 - 35  | 3 - 45                 | 3 - 30 | 3 - 20  |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мкм; А                                                    | 25 - 200            |        |         |                     |        |         |                        |        |         |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мкм; Б                                                    | >200                |        |         |                     |        |         |                        |        |         |
| Емкость, $C$ , пф, не более                                                                     | 100                 | 135    | 136     | 210                 | 270    | 270     | 670                    | 670    | 670     |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{ш}$ , кэВ, не более                                         | 15                  | 20     | 35      | 17                  | 25     | 40      | 20                     | 20     | 50      |
| Обратный ток, $I_{обр}$ , мкА, не более                                                         | 1                   | 2      | 3       | 1                   | 2      | 3       | 2                      | 3      | 4       |
| Габаритные размеры (без выводов), мм                                                            | $d=5; D20 \times 8$ |        |         | $d=8; D20 \times 8$ |        |         | $d=12,5; D20 \times 8$ |        |         |
| № рисунка                                                                                       | 1-137               |        |         | 1-137               |        |         | 1-137                  |        |         |

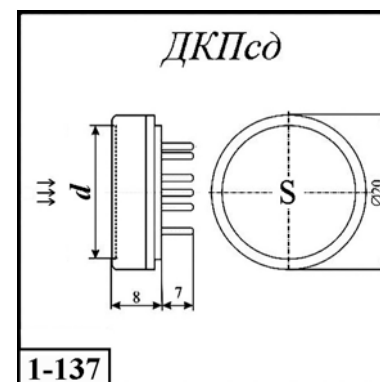


Рис. 1.32. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа ДКПсд.

Примечание. Для детекторов всех типов табл. 1.22. выполняются следующие условия: 1) толщина мертвого слоя, не более 30 нм; 2) фронт нарастания импульсов при рабочем напряжении, не более  $10^{-8}$  с; 3) радиационный ресурс,  $\text{част/см}^2$  - нейтронов -  $10^{11}$ ; альфа-частиц -  $10^9$ , протонов -  $10^{12}$ .

## Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

### 1.3.1.3 Детекторы кремниевые поверхностно-барьерные полностью обедненные ДКПО-dE/dx-25, ДКПО-dE/dx-50, ДКПО-dE/dx-125, ДКПО-dE/dx-200

Детекторы серии ДКПО-dE/dx относятся к группе, т.н. прострельных детекторов, у которых обедненная область простирается на всю толщину полупроводникового материала, т.е. от переднего до заднего контакта.

Входным окном служат с одной стороны пленка золота толщиной 12-20 мкм, с другой – пленка алюминия, толщиной 40-60 нм. Потери в мертвом слое входного окна составляют 8 – 10 кэВ. Рабочее напряжение детекторов находится в пределах 10 ... 150 В.

Детекторы могут работать при давлении ниже  $10^{-2}$  мм.рт.ст. и температуре окружающей среды от -50 до 0°C или при давлении 2 кгс/см<sup>2</sup> и ниже при температуре от 0 до +50°C. Выпускаются с защитными пленками, которые обеспечивают их работоспособность в атмосфере с относительной влажностью до 98%.

Детекторы широко используются для создания ядерных «телескопов», а также для измерения удельных ионизационных потерь dE/dx регистрируемых частиц.

Основные параметры детекторов серии ДКПО-dE/dx приведены в табл. 1.23. Внешний вид и габаритные размеры - на рис. 1.33.

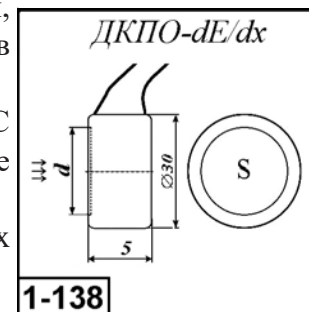


Рис. 1.33

Таблица 1.23. Основные параметры детекторов типа ДКПО-dE/dx при температуре 20±5°C

| Наименование параметра. Единица измерения                                               | ДКПО-dE/dx-25  |        |         | ДКПО-dE/dx-50 |        |         | ДКПО-dE/dx-125  |        |         | ДКПО-dE/dx-200 |        |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|---------|---------------|--------|---------|-----------------|--------|---------|----------------|--------|---------|
|                                                                                         | гр. I          | гр. II | гр. III | гр. I         | гр. II | гр. III | гр. I           | гр. II | гр. III | гр. I          | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                      | 25             |        |         | 50            |        |         | 125             |        |         | 125            |        |         |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15$ МэВ <sup>239</sup> Pu) | 30             | 50     | 80      | 30            | 50     | 80      | 35              | 60     | 90      | 40             | 60     | 90      |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; А                                               | 20 - 30        |        |         |               |        |         |                 |        |         |                |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; Б                                               | 30 - 50        |        |         |               |        |         |                 |        |         |                |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; В                                               | 50 - 80        |        |         |               |        |         |                 |        |         |                |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; Г                                               | 80 - 130       |        |         |               |        |         |                 |        |         |                |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мкм; Д                                               | 130 - 200      |        |         |               |        |         |                 |        |         |                |        |         |
| Энергетический эквивалент шума, Q <sub>ш</sub> , кэВ, не более                          | 20             | 25     | 50      | 20            | 25     | 50      | 25              | 35     | 70      | 30             | 40     | 70      |
| Обратный ток, I <sub>обр</sub> , мкА, не более                                          | 0,3            | 0,5    | 0,8     | 0,3           | 0,5    | 0,8     | 0,4             | 0,6    | 1,0     | 0,5            | 0,8    | 1,5     |
| Габаритные размеры (без выводов), мм                                                    | d=5,6; Ø30 x 5 |        |         | d=8; Ø30 x 5  |        |         | d=12,5; Ø30 x 5 |        |         | d=16; Ø30 x 5  |        |         |
| № рисунка                                                                               | 1-138          |        |         | 1-138         |        |         | 1-138           |        |         | 1-138          |        |         |

## 1.3.1.4 Детекторы кремниевые диффузионно-дрейфовые ДКДПс-25, ДКДПс-50, ДКДПс-100, ДКДПс-125, ДКДПс-200, ДКДПс -250, ДКДПс-350, ДКДПс-500

Диффузионно-дрейфовые детекторы серий ДКДПс реализованы на основе кремния р-типа, легированного литием. Толщина чувствительной области, создаваемой в результате дрейфа ионов лития, может достигать 10 мм. Это позволяет использовать такие «толстые» детекторы для спектроскопии электронов с энергией до 5 МэВ, протонов с энергией до 45 МэВ, альфа-частиц с энергией до 115 МэВ, а при охлаждении до -60 ...-196°С, также и гамма-квантов с энергией до 1 МэВ.

ДКДПс - круглые и квадратные, без корпуса с двумя гибкими выводами, общей толщиной 5 мм, с габаритной площадью на 20-40% больше конкретной рабочей площади детектора. Приборы залиты эпоксидной смолой.

Диффузионно-дрейфовые детекторы типа ДКДПс можно использовать в приборах автоматического контроля процессов с применением бета-активных препаратов для измерения плотности потока электронов.

Диапазон рабочих температур детекторов от -60 до +50°С.

Конструктивное оформление детекторов аналогично приборам серии ДКПс.

Основные параметры детекторов серии ДКДПс приведены в табл. 1.24. Внешний вид и габаритные размеры - на рис. 1.31.

**Таблица 1.24а.** Основные параметры детекторов типа ДКДПс при температуре 20±5°С

| Наименование параметра. Единица измерения                                                   | ДКДПс-25             |        |         | ДКДПс-50           |        |         | ДКДПс-100, 125      |        |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|---------|--------------------|--------|---------|---------------------|--------|---------|
|                                                                                             | гр. I                | гр. II | гр. III | гр. I              | гр. II | гр. III | гр. I               | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                          | 25                   |        |         | 50                 |        |         | 100, 125            |        |         |
| Энергетическое разрешение η, кэВ, не более (для E <sub>α</sub> =5,15 МэВ <sup>239</sup> Pu) | 25                   | 35     | 60      | 30                 | 40     | 60      | 35                  | 45     | 70      |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                              | 5...60               | 5...50 | 5...40  | 5...60             | 5...50 | 5...40  | 5...50              | 5...40 | 5...30  |
| Толщина чувствительной области, W, мм; А                                                    | 0,3...0,6            |        |         |                    |        |         |                     |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; Б                                                    | 0,6...1,0            |        |         |                    |        |         |                     |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; В                                                    | 1,0...1,5            |        |         |                    |        |         |                     |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; Г                                                    | 1,5...2,0            |        |         |                    |        |         |                     |        |         |
| Емкость С, пф (в зависимости от W)                                                          | 7...40               |        |         | 12...70            |        |         | 21...125            |        |         |
| Энергетический эквивалент шума, Q <sub>ш</sub> , кэВ, не более                              | 17                   | 25     | 40      | 20                 | 25     | 45      | 25                  | 30     | 45      |
| Обратный ток, I <sub>обр</sub> , мкА, не более                                              | 2                    | 3      | 4       | 3                  | 4      | 5       | 4                   | 5      | 6       |
| Габаритные размеры, круглый корпус, мм                                                      | d=5,6; D8 x 5        |        |         | d=8; D11 x 5       |        |         | d=11; D15 x 5       |        |         |
| Габаритные размеры, прямоугольный корпус, мм                                                | 5 x 5; 7,5 x 7,5 x 5 |        |         | 7 x 7; 10 x 10 x 5 |        |         | 7 x 14; 14 x 14 x 5 |        |         |
| № рисунка                                                                                   | 1-134; 1-135         |        |         | 1-134; 1-135       |        |         | 1-134; 1-135        |        |         |

**Таблица 1.24б.** Основные параметры детекторов типа ДКДПс при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                       | ДКДПс-200, 250       |        |         | ДКДПс-350                |        |         | ДКДПс-500                |        |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------|---------|--------------------------|--------|---------|--------------------------|--------|---------|
|                                                                                                 | гр. I                | гр. II | гр. III | гр. I                    | гр. II | гр. III | гр. I                    | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{мм}^2$                                                | 200, 250             |        |         | 350                      |        |         | 500                      |        |         |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15 \text{ МэВ } ^{239}\text{Pu}$ ) | 40                   | 60     | 100     | 55                       | 80     | 120     | 55                       | 80     | 120     |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                  | 5...50               | 4...40 | 3...30  | 2...50                   | 4...40 | 4...30  | 5...50                   | 4...40 | 30      |
| Толщина чувствительной области, W, мм; А                                                        | 0,3...0,6            |        |         |                          |        |         |                          |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; Б                                                        | 0,6...1,0            |        |         |                          |        |         |                          |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; В                                                        | 1,0...1,5            |        |         |                          |        |         |                          |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; Г                                                        | 1,5...2,0            |        |         |                          |        |         |                          |        |         |
| Емкость С, пф (в зависимости от W)                                                              | 25...135             |        |         | 27...138                 |        |         | 30...143                 |        |         |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{ш}$ , кэВ, не более                                         | 30                   | 40     | 80      | 40                       | 60     | 100     | 40                       | 60     | 100     |
| Обратный ток, $I_{обр}$ , мкА, не более                                                         | 5                    | 6      | 7       | 6                        | 7      | 8       | 7                        | 8      | —       |
| Габаритные размеры, круглый корпус, мм                                                          | d=16; D21 x 5        |        |         | d=21; D30 x 5            |        |         | d=12,5; D35 x 5          |        |         |
| Габаритные размеры, прямоугольный корпус, мм                                                    | 14 x 14; 20 x 20 x 5 |        |         | 18,7 x 18,7; 26 x 26 x 5 |        |         | 22,4 x 22,4; 31 x 31 x 5 |        |         |
| № рисунка                                                                                       | 1-134; 1-135         |        |         | 1-134; 1-135             |        |         | 1-134; 1-135             |        |         |

Примечание. Для детекторов всех типов табл. 1.24. выполняются следующие условия: 1) толщина мертвого слоя, не более 100 нм; 2) фронт нарастания импульсов при рабочем напряжении, не более 1 мкс; 3) радиационный ресурс,  $\text{част/см}^2$  - по тяжелым частицам, не менее  $10^{10}$ .

## 1.3.1.5. Детекторы кремниевые диффузионно-дрейфовые ДКДПсд-20, ДКДПсд-50, ДКДПсд-125

Диффузионно-дрейфовые детекторы серий ДКДПсд также реализованы на основе кремния р-типа, легированного литием. Детекторы являются корпусным аналогом приборов серии ДКДПс.

Детекторы ДКДПсд размещены в круглом металлическом корпусе с девятью штырьками под панель пальчиковой лампы с диаметром корпуса 20 мм и высотой 8 мм. Приборы залиты эпоксидной смолой.

Диапазон рабочих температур детекторов от  $-60$  до  $+50^\circ\text{C}$ .

Конструктивное оформление детекторов аналогично приборам серии ДКПсд.

Основные параметры детекторов серии ДКДПсд приведены в табл. 1.25. Внешний вид и габаритные размеры - на рис. 1.33.

**Таблица 1.25.** Основные параметры детекторов типа ДКДПсд при температуре 20±5°C

| Наименование параметра. Единица измерения                                                   | ДКДПсд-20    |        |         | ДКДПсд-50    |        |         | ДКДПсд-125      |        |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|---------|--------------|--------|---------|-----------------|--------|---------|
|                                                                                             | гр. I        | гр. II | гр. III | гр. I        | гр. II | гр. III | гр. I           | гр. II | гр. III |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                          | 25           |        |         | 50           |        |         | 100, 125        |        |         |
| Энергетическое разрешение η, кэВ, не более (для E <sub>a</sub> =5,15 МэВ <sup>239</sup> Pu) | 25           | 35     | 60      | 30           | 40     | 60      | 35              | 45     | 70      |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                              | 5...60       | 5...50 | 5...40  | 5...60       | 5...50 | 5...40  | 5...50          | 5...40 | 5...30  |
| Толщина чувствительной области, W, мм; А                                                    | 0,3...0,6    |        |         | 0,3...0,6    |        |         | 0,3...0,6       |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; Б                                                    | 0,6...1,0    |        |         | 0,6...1,0    |        |         | 0,6...1,0       |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; В                                                    | 1,0...1,5    |        |         | 1,0...1,5    |        |         | 1,0...1,5       |        |         |
| Толщина чувствительной области, W, мм; Г                                                    | 1,5...2,0    |        |         | 1,5...2,0    |        |         | 1,5...2,0       |        |         |
| Емкость C, пф (в зависимости от W)                                                          | 7...40       |        |         | 12...70      |        |         | 21...125        |        |         |
| Энергетический эквивалент шума, Q <sub>ш</sub> , кэВ, не более                              | 17           | 25     | 40      | 20           | 25     | 45      | 25              | 30     | 45      |
| Обратный ток, I <sub>обр</sub> , мкА, не более                                              | 2            | 3      | 4       | 3            | 4      | 5       | 4               | 5      | 6       |
| Габаритные размеры (без выводов), мм                                                        | d=5; D20 x 8 |        |         | d=8; D20 x 8 |        |         | d=12,5; D20 x 8 |        |         |
| № рисунка                                                                                   | 1-138        |        |         | 1-138        |        |         | 1-138           |        |         |

Примечание. Для детекторов всех типов табл.1.25. выполняются следующие условия: 1) толщина мертвого слоя, не более 100 нм; 2) фронт нарастания импульсов при рабочем напряжении, не более 1 мкс; 3) радиационный ресурс, част/см<sup>2</sup> - по тяжелым частицам, не менее - 10<sup>10</sup>.

## 1.3.1.6 Диффузионно-дрейфовые детекторы матричного типа МДКД-П-10, МДКД-П-20, МДКД-П-30, МДКД-П-40

Диффузионно-дрейфовые поверхностные детекторы матричного типа серии МДКД-П собираются из бескорпусных детекторы типа ДКДПс с квадратным окном площадью 1,1 и 2,5 см<sup>2</sup>. Детекторы монтируются в одном корпусе и соединяются между собой параллельно.

Мозаичные детекторы очень эффективны для определения загрязненности воздуха, поверхностей рук и других предметов радиоактивными нуклидами, излучающими альфа- и бета-частицы. Эффективность регистрации тяжелых заряженных частиц составляет 0,75-0,8).

Мозаичные детекторы приспособлены к жестким рабочим условиям, поэтому на пленку золота дополнительно наносят защитное покрытие.

Диапазон рабочих температур от -196 до +40°C.

Основные параметры мозаичных детекторов приведены в табл. 1.26. Внешний вид детекторов приведен на рис. 1.34.

**Таблица 1.26.** Основные параметры диффузионно-дрейфовых детекторов матричного типа МДКП-П при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                       | МДКД-П-10    |        | МДКД-П-20        |        | МДКД-П-30       |        | МДКД-П-40       |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------|------------------|--------|-----------------|--------|-----------------|--------|
|                                                                                                 | гр. I        | гр. II | гр. I            | гр. II | гр. I           | гр. II | гр. I           | гр. II |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{см}^2$                                                | 10           |        | 22               |        | 30              |        | 40              |        |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более (для $E_a=5,15 \text{ МэВ } ^{239}\text{Pu}$ ) | 120          | 200    | 200              | 400    | 350             | 450    | —               | —      |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                  | 15 - 100     |        |                  |        |                 |        |                 |        |
| Толщина чувствительной области, $W$ , мм; А                                                     | 0,8 - 2,0    |        |                  |        |                 |        |                 |        |
| Емкость, $C$ , пф, не более                                                                     | 300          | 300    | 700              | 700    | 900             | 900    | 1200            | 1200   |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{ш}$ , кэВ, не более                                         | 80           | 120    | 150              | 200    | 250             | 250    | 300             | 300    |
| Обратный ток, $I_{обр}$ , мкА, не более                                                         | 20           | 20     | 45               | 45     | 60              | 60     | 80              | 80     |
| Габаритные размеры (без выводов), мм                                                            | 40 x 40 x 32 |        | 58,6 x 58,6 x 40 |        | 788 x 58,6 x 45 |        | 788 x 58,6 x 40 |        |
| Масса, г                                                                                        | 53           |        | 205              |        | 270             |        | 360             |        |
| № рисунка                                                                                       | 1-139        |        | 1-140            |        |                 |        |                 |        |

Примечание. Для детекторов всех типов табл.1.26. выполняются следующие условия: 1) толщина мертвого слоя, не более 100 нм; 2) фронт нарастания импульсов при рабочем напряжении, не более 1 мкс; 3) радиационный ресурс,  $\text{част/см}^2$  - по тяжелым частицам, не менее  $- 10^{10}$ .

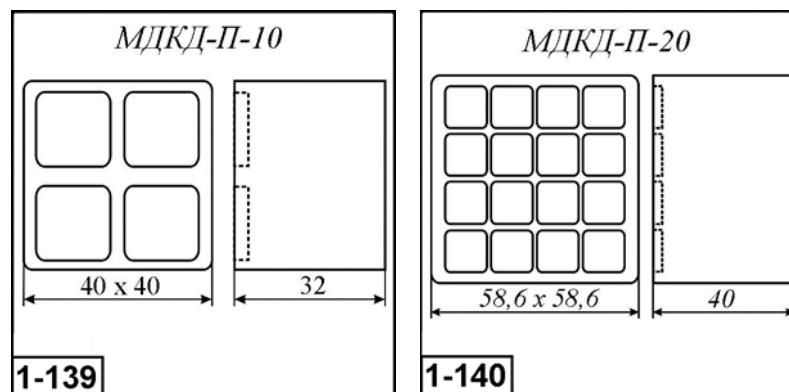


Рис.1.34. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа МДКП-П.

## 1.3.1.7 Диффузионно-дрейфовые полностью обедненные детекторы ДКПО-Д-0,5-50, ДКПО-Д-1,0-50, ДКПО-Д-1,5-50, ДКПО-Д-2,0-50, ДКПО-Д-0,5-100, ДКПО-Д-1,0-100, ДКПО-Д-1,5-100, ДКПО-Д-2,0-100, ДКПО-Д-0,5-200, ДКПО-Д-1,0-200, ДКПО-Д-1,5-200, ДКПО-Д-2,0-200

ДКПО-Д – детекторы кремниевые диффузионно-дрейфовые полностью обедненные изготовлены по диффузионно-дрейфовой технологии. Толщина чувствительной области детекторов лежит в пределах 0,3 – 2,1 мм. Площади чувствительной поверхности, такие же как и у детекторов типа ДКПО-dE/dx, круглые и равны 50, 100 и 200 мм<sup>2</sup>.

Конструктивно детекторы типа ДКПО-Д несколько отличаются от детекторов типа ДКПО-dE/dx, однако одинаковые внешние диаметры корпусов указанных типов позволяют использовать их вместе для сборки в «телескопы».

Детекторы типа ДКПО-Д могут работать при давлении ниже 10<sup>-2</sup> мм.рт.ст. и температуре окружающей среды от -50 до 0°C или при давлении 2 кгс/см<sup>2</sup> и ниже и температуре от 0 до +50°C. Детекторы выпускаются с защитными пленками, которые обеспечивают их работоспособность в атмосфере с относительной влажностью 98%.

Основные параметры детекторов ДКПО-Д приведены в табл. 1.27. Внешний вид детекторов приведен на рис. 1.33.

**Таблица 1.27.** Основные параметры диффузионно-дрейфовых детекторов типа ДКПО-Д при температуре 20±5°C

| Наименование параметра.<br>Единица измерения                                                   | Тип прибора/Норма параметра                                          |        |         |                                                                          |        |         |                                                                          |        |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------|--------|---------|--------------------------------------------------------------------------|--------|-------|
|                                                                                                | ДКПО-Д-0,5-50;<br>ДКПО-Д-1,0-50;<br>ДКПО-Д-1,5-50;<br>ДКПО-Д-2,0-50; |        |         | ДКПО-Д-0,5-100;<br>ДКПО-Д-1,0-100;<br>ДКПО-Д-1,5-100;<br>ДКПО-Д-2,0-100; |        |         | ДКПО-Д-0,5-200;<br>ДКПО-Д-1,0-200;<br>ДКПО-Д-1,5-200;<br>ДКПО-Д-2,0-200; |        |       |
|                                                                                                | гр. I                                                                | гр. II | гр. III | гр. I                                                                    | гр. II | гр. III | гр. I                                                                    | гр. II | гр. I |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                             | 50                                                                   |        |         | 100                                                                      |        |         | 200                                                                      |        |       |
| Энергетическое разрешение η, кэВ, не более<br>(для E <sub>a</sub> =5,15 МэВ <sup>239</sup> Pu) | 35                                                                   | 50     | 100     | 40                                                                       | 70     | 100     | 50                                                                       | 100    | 150   |
| Рабочее напряжение, В                                                                          | 10...100 (устанавливается индивидуально)                             |        |         |                                                                          |        |         |                                                                          |        |       |
| Толщина чувствительной области, W, мм в интервалах (для всех групп одинаково)                  | 0,3 - 0,5; 0,8 - 1,0; 1,4 - 1,6; 1,9 - 2,1                           |        |         |                                                                          |        |         |                                                                          |        |       |
| Обратный ток, I <sub>обр</sub> , мкА, не более                                                 | 3                                                                    | 4      | 5       | 4                                                                        | 5      | 6       | 5                                                                        | 6      | 7     |
| Габаритные размеры (без выводов), мм                                                           | d=8; Ø30 x 5                                                         |        |         | d=12,5; Ø30 x 5                                                          |        |         | d=16; Ø30 x 5                                                            |        |       |
| № рисунка                                                                                      | 1-138                                                                |        |         | 1-138                                                                    |        |         | 1-138                                                                    |        |       |

Примечания. 1. - Цифровые индексы в наименовании типа детектора означают следующее: первое число - средняя геометрическая толщина детектора данного типа, мм; второе число - площадь рабочей поверхности детектора, мм<sup>2</sup>. Например, ДКПО-Д-1,5-50-2 гр. означает, что детектор имеет среднюю геометрическую толщину 1, 5 мм, площадь рабочей поверхности 50 мм<sup>2</sup> и энергетическое разрешение в пределах 35 - 50 кэВ. 2 - Фронт нарастания импульсов при рабочем напряжении не более 10<sup>-7</sup> с.

### 1.3.1.8. Диффузионно-дрейфовые спектрометрические детекторы ДДС-5/2, ДДС-8/2, ДДС-8/6, ДДС-12/2, ДДС-18/2, ДДС-12/10, ДДС-18/10

Диффузионно-дрейфовые спектрометрические детекторы серии ДДС предназначены для спектрометрии коротковолнового рентгеновского и гамма-излучения. Размещены в герметичных корпусах. В конструкции данных приборов не используются эпоксидные смолы, поэтому их можно охлаждать до температуры  $-196^{\circ}\text{C}$ . Основные параметры приведены в табл.1.28. Внешний вид на рис. 1.35 и 1.36.

**Таблица 1.28.** Основные параметры спектрометрических детекторов серии ДДС при температуре  $20\pm 5^{\circ}\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                     | ДДС-5/2            |     | ДДС-8/2            |     | ДДС-8/6      | ДДС-12/2           |     | ДДС-18/2           |     | ДДС-12/10    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----|--------------------|-----|--------------|--------------------|-----|--------------------|-----|--------------|
|                                                                                                               | А                  | Б   | А                  | Б   | А            | А                  | Б   | А                  | Б   | А            |
| Диаметр чувствительной области, мм                                                                            | 5                  |     | 8                  |     | 8            | 12                 |     | 18                 |     | 12           |
| Толщина чувствительной области, W, мм                                                                         | 2                  |     | 2                  |     | 6            | 2                  |     | 2                  |     | 1            |
| Энергетическое разрешение, $\eta$ , кэВ, не более                                                             |                    |     |                    |     |              |                    |     |                    |     |              |
| для электронов $E_K=625$ кэВ ( $^{135}\text{Cs}$ )                                                            | 40                 | 80  | 60                 | 80  | —            | 70                 | 100 | 80                 | 100 | —            |
| для $\alpha$ -частиц $E_{\alpha}=5,15$ МэВ ( $^{239}\text{Pu}$ )                                              | 60                 | 150 | 80                 | 150 | —            | 80                 | 150 | 100                | 200 | —            |
| для $\eta$ -квантов $E_{\eta}=122$ кэВ ( $^{57}\text{Co}$ )                                                   | 30                 | 60  | 40                 | 70  | 100          | 50                 | 80  | 80                 | 100 | 200          |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                                | 70...150           |     | 70...150           |     | 200...300    | 70 ...150          |     | 70 ...150          |     | 200..        |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{\text{ш}}$ , кэВ, не более                                                | 30                 | 60  | 40                 | 70  | 100          | 50                 | 80  | 80                 | 100 | 200          |
| Потери энергии в мертвом слое для $\alpha$ -частиц $E_{\alpha}=5,15$ МэВ ( $^{239}\text{Pu}$ ), кэВ, не более | 100                | 200 | 100                | 200 | —            | 150                | 250 | 200                | 300 | —            |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}$ , мкА, не более                                                                | 5                  | 5   | 7                  | 7   | 20           | 10                 | 10  | 25                 | 25  | 50           |
| Габаритные размеры, А х ØБ х С, мм                                                                            | 23,6 х 14,5 х 17,6 |     | 23,6 х 17,5 х 17,6 |     | 36,2 х Ø17,2 | 23,2 х 21,5 х 16,6 |     | 23,2 х 26,5 х 16,6 |     | 36,2 х Ø23,2 |
| № рисунка                                                                                                     | 1-142              |     | 1-142              |     | 1-141        | 1-142              |     | 1-142              |     | 1-141        |

Рис. 1.35. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа ДДС-8/6, ДДС-12/10 и ДДС-18/10.

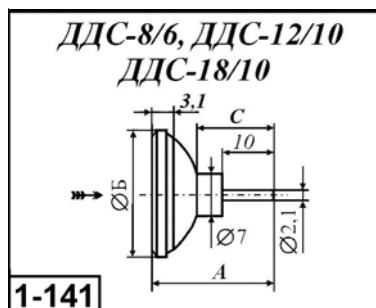
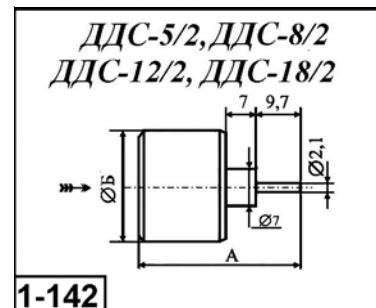


Рис. 1.36. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа ДДС-5/2, ДДС-8/2, ДДС-12/2, ДДС-18/2.



## Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

### 1.3.1.9. Детекторы кремниевые спектрометрические альфа-излучения ПДПА-1К, ПДПА-1К5, ПДПА-1К1, ПДПА-1К2, ПДПА-1К3, ПДПА-1К4.

Пассивированные имплантированные спектрометрические кремниевые детекторы альфа-излучения серии ПДПА-1К предназначены для работы в спектрометрах с целью качественного и количественного анализа различных проб, содержащих альфа-излучающие радионуклиды.

Диапазон измерения ионизирующих излучений от 3,5 до 9,0 МэВ. Погрешность  $\pm 20\%$ .

Детектор размещен в герметичной капсуле с тонким входным окном. Детектор снабжен стандартным разъемом типа СР-50.

Основные параметры детекторов приведены в табл.1.29. Внешний вид и габаритные размеры детекторов приведены на рис. 1.37

**Таблица 1.29а.** Основные параметры спектрометрических детекторов серии ПДПА при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                     | ПДПА-1К            |    | ПДПА-1К5            |    | ПДПА-1К1             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----|---------------------|----|----------------------|----|
|                                                                                               | А                  | В  | А                   | В  | А                    | В  |
| Площадь чувствительной области, мм <sup>2</sup>                                               | 20                 |    | 150                 |    | 600                  |    |
| Максимальнаяглубина чувствительной области, W, мкм                                            | 100                |    | 100                 |    | 100                  |    |
| Гарантированное максимальное энергетическое разрешение для 5.15 Мэв ( <sup>239</sup> Pu), кэВ | 12                 | 16 | 20                  | 24 | 28                   | 35 |
| Габаритные размеры , D х а х b, мм                                                            | 20 x 51 x 7,5 x 38 |    | 29 x 13,8 x 7,5x 37 |    | 45 x 27,6 x 7,5 x 37 |    |
| № рисунка                                                                                     | 1-143              |    |                     |    |                      |    |

**Таблица 1.29б.** Основные параметры спектрометрических детекторов серии ПДПА при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                     | ПДПА-1К2               |    | ПДПА-1К4               |    | ПДПА-1К3             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|------------------------|----|----------------------|----|
|                                                                                               | А                      | В  | А                      | В  | А                    | В  |
| Площадь чувствительной области, мм <sup>2</sup>                                               | 1000                   |    | 1200                   |    | 2000                 |    |
| Максимальнаяглубина чувствительной области, W, мкм                                            | 100                    |    | 100                    |    | 100                  |    |
| Гарантированное максимальное энергетическое разрешение для 5.15 Мэв ( <sup>239</sup> Pu), кэВ | 35                     | 45 | 40                     | 50 | 55                   | 75 |
| Габаритные размеры , D x a x b, мм                                                            | 52,5 x 35,7 x 7,5 x 37 |    | 55,4 x 39,1 x 7,5 x 37 |    | 67 x 50,4 x 7,5 x 37 |    |
| № рисунка                                                                                     | 1-143                  |    |                        |    |                      |    |

**D** - наружный диаметр капсулы детектора, **d** - диаметр чувствительной области

**a** - толщина капсулы, **b** - полный размер капсулы вместе с разъемом типа СР

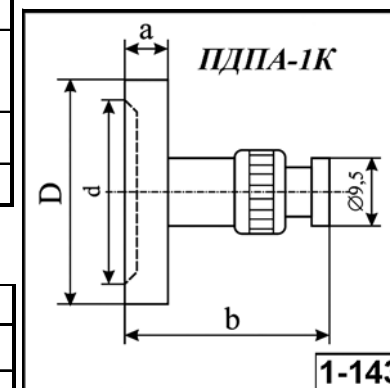


Рис. 1.37. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа ПДПА-1К



### 1.3.1.10. Диффузионно-дрейфовые регистрирующие детекторы ДДР-5/2, ДДР-8/2, ДДР-12/2, ДДР-18/2

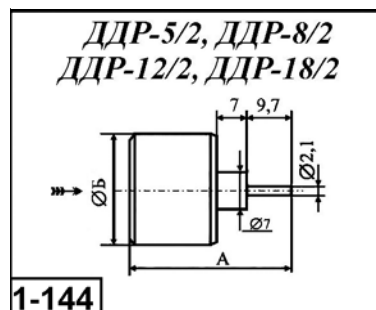
Диффузионно-дрейфовые регистрирующие детекторы серии ДДР предназначены для дозиметрии коротковолнового рентгеновского и гамма-излучения. Размещены в герметичных корпусах. В конструкции данных приборов не используются эпоксидные смолы, поэтому их можно охлаждать до температуры  $-196^{\circ}\text{C}$ .

Основные параметры приведены в табл. 1.30. Внешний вид и габаритные размеры детекторов приведены на рис. 1.38.

**Таблица 1.30.** Основные параметры диффузионно-дрейфовых регистрирующих детекторов типа ДДР при температуре  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                   | ДДР-5/2            | ДДР-8/2            | ДДР-12/2           | ДДР-18/2           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Диаметр чувствительной области, мм                                                                          | 2                  | 2                  | 2                  | 2                  |
| Толщина чувствительной области, W, мм                                                                       | 2                  | 2                  | 2                  | 2                  |
| Энергетическое разрешение $\eta$ , кэВ, не более                                                            |                    |                    |                    |                    |
| для электронов $E_k=625$ кэВ ( $^{135}\text{Cs}$ )                                                          | 120                | 150                | 150                | 150                |
| для $\alpha$ -частиц $E_\alpha=5,15$ МэВ ( $^{239}\text{Pu}$ )                                              | 200                | 250                | 300                | 350                |
| для $\eta$ -квантов $E_\eta=122$ кэВ ( $^{57}\text{Co}$ )                                                   | 100                | 100                | 120                | 150                |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                              | 70 - 150           | 70 - 150           | 70 - 150           | 70 - 150           |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{\text{ш}}$ , кэВ, не более                                              | 100                | 100                | 120                | 150                |
| Потери энергии в мертвом слое для $\alpha$ -частиц $E_\alpha=5,15$ МэВ ( $^{239}\text{Pu}$ ), кэВ, не более | 300                | 300                | 350                | 450                |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}$ , мкА, не более                                                              | 10                 | 15                 | 20                 | 40                 |
| Габаритные размеры, А x ØБ x С, мм                                                                          | 23,6 x 14,5 x 17,6 | 23,6 x 17,5 x 17,6 | 23,2 x 21,5 x 16,6 | 23,2 x 26,5 x 16,6 |
| № рисунка                                                                                                   | 1-144              |                    |                    |                    |

Рис. 1.38. Внешний вид и габаритные размеры детекторов типа ДДР-2/5, ДДР-8/2, ДДР-12/2 и ДДР-18/2.



## 1.3.1.11. Диффузионно-дрейфовые детекторы ДКРС-2,5/3, ДКРС-4/3, ДКРС-6/3, ДКРС-9/3

Диффузионно-дрейфовые кремниевые детекторы типа ДКРС предназначены для спектрометрии рентгеновского и длинноволнового гамма-излучения с высокой разрешающей способностью.

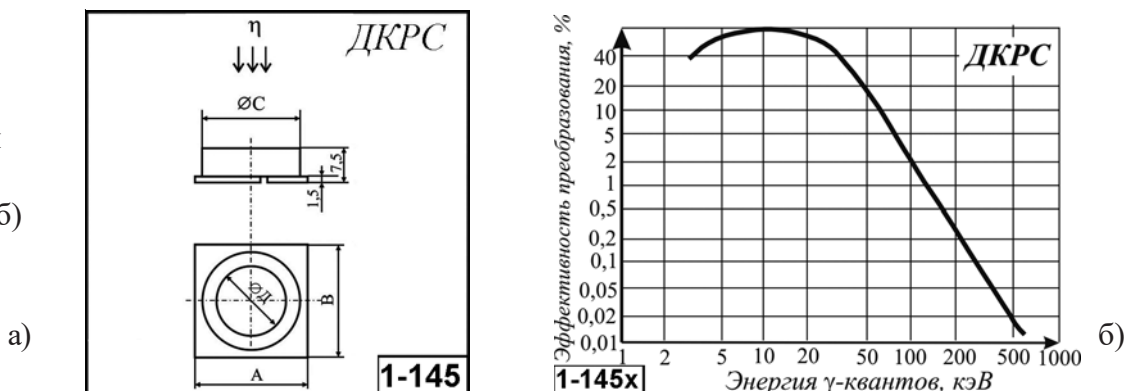
Для достижения наилучших показателей энергетического разрешения в области рентгеновских энергий не только детектор, но и первый каскад предусилителя, с которым он соединяется, необходимо охлаждать до температуры, не менее чем до  $-100^{\circ}\text{C}$ . Обычно систему детектор-первый каскад предусилителя охлаждают жидким азотом до температуры  $-196^{\circ}\text{C}$ .

Основные параметры детекторов ДКРС приведены в табл.1.31 Внешний вид, габаритные размеры и энергетическая характеристика детекторов приведены на рис. 1.39.

**Таблица 1.31.** Основные параметры диффузионно-дрейфовых детекторов типа ДКРС при температуре  $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$

|  | Наименование параметра. Единица измерения                                                    | ДКРС-2,5/3       |          | ДКРС-4/3          |          | ДКРС-6/3          |          | ДКРС      |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------|-------------------|----------|-------------------|----------|-----------|
|  |                                                                                              | 1                | 2        | 1                 | 2        | 1                 | 2        | 1         |
|  | Радиус чувствительной области, мм                                                            | 2,5              | 2,5      | 4                 | 4        | 6,3               | 6,3      | 9         |
|  | Толщина чувствительной области, W, мм                                                        | 3                | 3        | 3                 | 3        | 3                 | 3        | 3         |
|  | Энергетическое разрешение η для линии 14,36 кэВ ( <sup>57</sup> Со) при -190°С, кВ, не более | 0,6              | 0,8      | 0,75              | 1,0      | 1,0               | 1,3      | 1,1       |
|  | Диапазон рабочих напряжений, В                                                               | 50 - 300         | 50 - 300 | 50 - 300          | 50 - 300 | 50 - 300          | 50 - 300 | 50 - 300  |
|  | Энергетический эквивалент шума при температуре -190°С, Qш, кэВ, не более                     | 0,6              | 0,8      | 0,75              | 1,0      | 1,0               | 1,3      | 1,1       |
|  | Емкость, С, пф, не более                                                                     | 5                | 5        | 7                 | 7        | 14                | 14       | 22        |
|  | Габаритные размеры, А х Б х С х Д, мм                                                        | 20 х 18 х 13 х 7 |          | 20 х 18 х 16 х 10 |          | 30 х 28 х 21 х 15 |          | 30 х 28 х |
|  | № рисунка                                                                                    | 1-145            |          |                   |          |                   |          |           |

Рис. 1.39. Внешний вид и габаритные размеры (а) и энергетическая характеристика (б) детекторов типа ДКРС.



## Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

### 1.3.1.12. Кремниевые детекторы Д1А, Д1В, Д4.5АМ, Д4.5А, Д4.5В, Д10А, Д10В, Д30А, Д30В

Детекторы Д1А, Д1В, Д4.5АМ, Д4.5А, Д4.5В, Д10А, Д10В, Д30А, Д30В представляют собой обратно-смещенные диоды из монокристаллического кремния, изготовленные по технологии ионной имплантации. Регистрируемое излучение альфа-бета-частицы, осколки деления и т.п.

Выпускаются в двух вариантах конструктивного исполнения: без разъема, и с разъемом типа РС (аналог LEMO). Чувствительная поверхность защищена светонепроницаемым алюминиевым слоем, что позволяет проводить дезактивацию детекторов спиртовым раствором.

Основное назначение детекторов - спектрометрия и радиометрия заряженных частиц.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.32. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 1.40.

**Таблица 1.32.** Основные параметры детекторов Д1А - Д30В при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                             | Д1А                 | Д1В   | Д4.5 АМ             | Д4.5 А    | Д4.5 В    | Д10 А               | Д10 В     | Д30 А               | Д30 В |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------|---------------------|-----------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|-------|
| Площадь чувствительной области, $S, \text{мм}^2$                                                      | 100                 | 100   | 450                 | 450       | 450       | 1000                | 1000      | 3000                | 3000  |
| Размер входного окна, мм                                                                              | 10x10               | 10x10 | 21,5x21,5           | 21,5x21,5 | 21,5x21,5 | 32,5x28,7           | 32,5x28,7 | Ø62                 | Ø62   |
| Толщина чувствительной области, $W, \text{мкм}$                                                       | 100 - 350           |       |                     |           |           |                     |           |                     |       |
| Толщина мертвого слоя, $A$                                                                            | 4000                |       |                     |           |           |                     |           |                     |       |
| Энергетическое разрешение для альфа-излучения с энергией 5,5 МэВ при оптимальном напряжении смещения. | 18                  | 25    | 18                  | 25        | 35        | 35                  | 45        | 50                  | 65    |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                        | 20 - 120            |       |                     |           |           | 60 - 200            |           |                     |       |
| Емкость, $C, \text{пф}$ , не более                                                                    | 100                 | 135   | 136                 | 210       | 270       | 270                 | 670       | 670                 | 670   |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{\text{ш}}, \text{кэВ}$ , не более                                 | 6                   | 10    | 14                  | 15        | 25        | 25                  | 35        | 40                  | 55    |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}, \text{нА}$ , не более                                                  | 1                   | 2     | 3                   | 1         | 2         | 3                   | 2         | 3                   | 4     |
| Габаритные размеры (с разъемом), мм                                                                   | Ø24 x 12 (Ø24 x 19) |       | Ø39 x 12 (Ø39 x 19) |           |           | Ø54 x 12 (Ø54 x 19) |           | Ø90 x 12 (Ø90 x 19) |       |
| № рисунка                                                                                             | 1-146               |       | 1-147               |           |           | 1-148               |           | 1-149               |       |

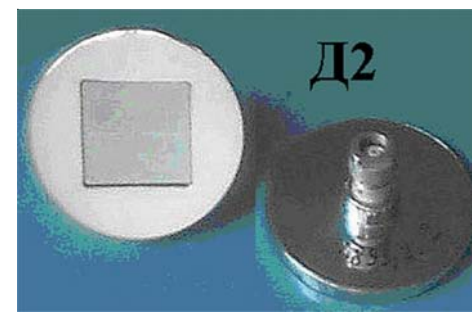
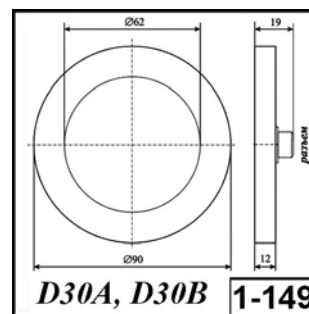
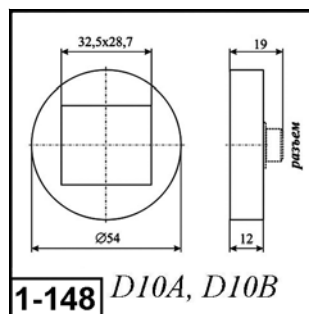
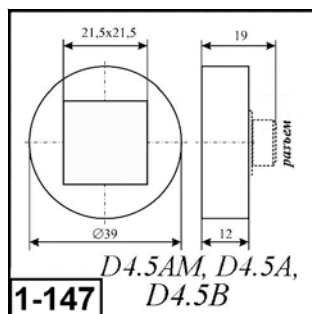
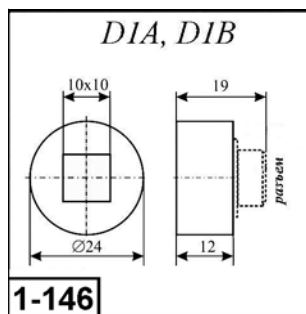


Рис. 1.40. Внешний вид и габаритные размеры детекторов Д1А - Д30В

## 1.3.1.13. Детектор кремниевый гамма-излучения типа ДКГ

Детектор кремниевый гамма-излучения ДКГ предназначен для измерения в режиме импульсного счета мощности экспозиционной дозы в диапазоне от  $10^{-4}$  до  $10^3$  Р/ч гамма-излучения с энергией от 0,08 до 7,0 МэВ.

Детектор представляет собой две пластины кремния, с созданными в них структурами, установленные в едином герметичном металлическом корпусе.

Конструкция детектора неразборная, герметичная. Контакты  $p^+$  пластин соединены с корпусом детектора. Кконтакты  $n^+$  пластин соединены с изолированными выводами.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.33. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 1.41.

**Таблица 1.33.** Основные параметры кремниевого детектора гамма-излучения ДКГ при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                                                                           | Норма параметра            |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|------------|
|                                                                                                                                                                      | Пластина 1                 | Пластина 2 |
| Размеры чувствительной области, мм                                                                                                                                   | $\varnothing 6,7$          | 1,5 x 1,5  |
| Толщина пластины, мм                                                                                                                                                 | 3                          | 3          |
| Глубина чувствительной области, мм                                                                                                                                   | 1,5                        | 0,5        |
| Диапазоны измеряемых мощностей экспозиционной дозы, Р/ч                                                                                                              | $10^{-4} - 10^3$           |            |
| Диапазон регистрируемых энергий гамма-излучения, МэВ                                                                                                                 | 0,08 - 7,0                 |            |
| Чувствительность к гамма-излучению с энергией 0,661 МэВ изотопа $^{137}\text{Cs}$ , имп/мкР                                                                          | 22,5 - 35                  | 0,4 - 0,7  |
| Изменение чувствительности пластин в диапазоне энергий гамма-излучения от 0,08 до 1,25 МэВ относительно значения чувствительности при энергии 0,661 МэВ. %, не более | $\pm 35$                   |            |
| Скорость счета, обусловленная собственным шумом, при температуре $60^\circ\text{C}$ , имп/с, не более                                                                | 0,1                        |            |
| Энергетический эквивалент шума, Qш, кэВ, не более                                                                                                                    | 20                         | 15         |
| Обратный ток, $I_{обр}$ , мкА, не более                                                                                                                              | 1,5                        | 0,8        |
| Напряжение питания, В                                                                                                                                                | $60 \pm 3$                 |            |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                                                                                                        | $-60 \dots +60$            |            |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                                               | $\varnothing 20 \times 20$ |            |
| № рисунка                                                                                                                                                            | 1-150                      |            |

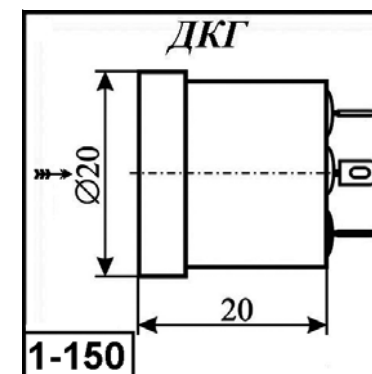


Рис. 1.41. Внешний вид и габаритные размеры детектора типа ДКГ.

### 1.3.1.14. Детектор кремниевый ионно-имплантированный ДГб-0,25

Детектор кремниевый ионно-имплантированный ДГб-0,25 предназначен для спектрометрии и радиометрии рентгеновского и гамма излучения. Чувствительный элемент детектора изготовлен из высокоомного кремния p-типа по технологии ионной имплантации в виде p-i-n-структуры. “Минус” питания отмечен риской на торце корпуса детектора.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.34. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 1.42.

**Таблица 1.34.** Основные параметры детектора ДГб-0,25 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                             | Норма параметра           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| Площадь чувствительной области, $\text{см}^2$                                                                         | 2 ...3                    |
| Толщина детектора, мм                                                                                                 | 3                         |
| Энергетическое разрешение по линии $^{241}\text{Am}$ (60 кэВ), не более, кэВ                                          | 3                         |
| Энергетическое разрешение для конверсионных электронов с энергией 975,6 кэВ изотопа $^{207}\text{Bi}$ , кэВ, не более | 30                        |
| Энергетический эквивалент шума, кэВ, не более                                                                         | 25                        |
| Рабочее напряжение, В                                                                                                 | 60 ...150                 |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}$ , мкА, не более                                                                        | 2                         |
| Диапазон рабочих температур, $^\circ\text{C}$                                                                         | -50...+50                 |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                | $\varnothing 20 \times 5$ |
| № рисунка                                                                                                             | 1-151                     |

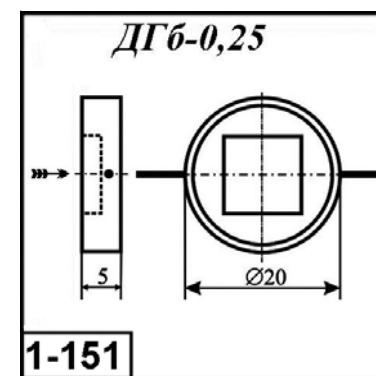


Рис. 1.42. Внешний вид и габаритные размеры детектора типа ДГб-0,25

### 1.3.1.15. Миниатюрный диффузионно-дрейфовый детектор типа ДКД-М

Детектор кремниевый диффузионно-дрейфовый миниатюрный типа ДКД-М. Детекторы имеют очень малые размеры (высота 5 мм, внешний диаметр 1,5 и 3 мм). Объем чувствительной области детекторов достигает  $21 \text{ мм}^3$ , что позволяет регистрировать бета-излучение с энергией до 2 МэВ, а также проводить измерения мощности дозы гамма-излучения (в счетном режиме:  $10^{-1} \dots 10^3$  Р/ч, и в токовом: 10...150 Р/мин). Энергетический эквивалент шума детекторов типа ДКД-М при температуре окружающей среды  $40^\circ\text{C}$ , не более 50 кэВ.

Конструкция детектора бескорпусная, герметизированная эпоксидной смолой.

Благодаря малым размерам их можно применять в различных зондах для внутриполостных исследований.

Внешний вид детектора ДКД-М приведен на рис. 1.43.

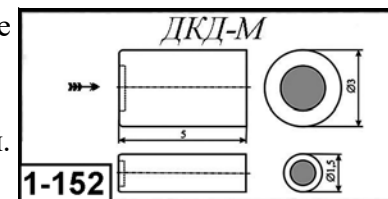


Рис. 1.43. Внешний вид и габаритные размеры детектора ДКД-М

## Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

### 1.3.1.16. Детектор кремниевый ДКД-Пм-2,5-3

Детектор бета- и гамма-излучений типа ДКД-Пм-2,5-3 представляет собой пластину кремния, с созданной в ней p-i-n-структурой, которая установлена в металлическом герметичном корпусе. Конструкция детектора неразборная.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.35. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 1.44.

**Таблица 1.35.** Основные параметры детектора ДКД-Пм-2,5-3 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                | Тип прибора/Норма параметра |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------|
|                                                                                                          | ДКД-Пм-2,5                  | ДКД-Пм-3 |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{см}^2$                                                         | 2,5                         | 3,0      |
| Толщина чувствительной области, $W, \text{мм}$                                                           | 3,0                         |          |
| Энергетическое разрешение для бета-частиц с энергией 975,6 кэВ изотопа $^{207}\text{Bi}$ , кэВ, не более | 60                          |          |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                                           | $150 \pm 5$                 |          |
| Энергетический эквивалент шума, $Q_{\text{ш}}, \text{кэВ}$ , не более                                    | 20                          |          |
| Обратный ток, $I_{\text{обр}}, \text{мкА}$ , не более                                                    | 2                           |          |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                                         | $\varnothing 30 \times 10$  |          |
| № рисунка                                                                                                | 1-153                       |          |

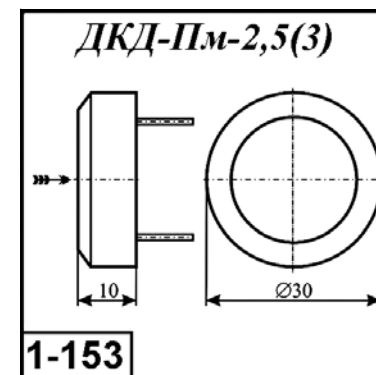


Рис. 1.44. Внешний вид и габаритные размеры детектора ДКД-Пм-2,5-3.

### 1.3.1.17. Кремниевые дозиметры СКД1, СКД1-01, СКД1-02

Предназначены для преобразования импульсного гамма-излучения с энергией 0,06 - 10 МэВ в электрические аналоги мощности экспозиционной дозы. В состав дозиметров СКД1, СКД1-01, СКД1-02 входят: чувствительный элемент в виде кремниевой p-i-n структуры, наклеенной на графитовую подложку, изолятор, контакты, кабель и пылевлагонепроницаемый корпус. (См. табл. 1.36.)

**Таблица 1.36.** Основные параметры дозиметров серии СКД1 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                               | Тип прибора/Норма параметра             |                                         |                                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                          | СКД1                                    | СКД1-01                                 | СКД1-02                                 |
| Чувствительность к фотонному излучению со средней энергией 1,25 МэВ $\text{А} \cdot \text{с} / \text{Р}$ | $2,8 \cdot 10^{-9} - 7,0 \cdot 10^{-9}$ | $1,4 \cdot 10^{-8} - 2,0 \cdot 10^{-8}$ | $1,3 \cdot 10^{-7} - 1,9 \cdot 10^{-7}$ |
| Диапазоны измеряемых мощностей доз, $\text{Р} / \text{с}$                                                | $1,1 \cdot 10^6 - 5,7 \cdot 10^8$       | $2,1 \cdot 10^5 - 2,0 \cdot 10^8$       | $2,3 \cdot 10^4 - 2,1 \cdot 10^7$       |
| Временное разрешение, нс                                                                                 | 1,5                                     | 3,5                                     | 5                                       |
| Диапазоны измеряемых длительностей импульсов на половине амплитуды                                       | 6 нс - 1 мкс                            | 15 нс - 1 мкс                           | 20 нс - 1 мкс                           |
| Максимальный выходной линейный ток, А                                                                    | 4                                       |                                         |                                         |
| Напряжение питания, В                                                                                    | $500 \pm 25$                            | $600 \pm 25$                            | $800 \pm 25$                            |
| Габаритные размеры, мм [масса. г.]                                                                       | $21 \times 27$ [150 г.]                 |                                         |                                         |

### Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

#### 1.3.1.18. Детекторы нейтронного и гамма-излучения типа СППД1, СППД1-01, СППД3, СППД3-01, СППД5

Полупроводниковые кремниевые детекторы нейтронного и гамма-излучения типа СППД1, СППД1-01, СППД3, СППД3-01, СППД5 предназначены для преобразования импульсных потоков гамма-квантов и нейтронного излучения при работе в динамическом режиме в электрический аналог и могут быть использованы в различных системах регистрации. Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.37.

Таблица 1.37. Основные параметры детекторов нейтронного и гамма-излучения серии СППД1 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                | СППД1                      | СППД1-01                   | СППД3                      | СППД3-01                   | СППД5                      |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Чувствительность к гамма-излучению, $^{60}\text{Co}$ , Кл*см <sup>2</sup> | $(0,8-2,5) \cdot 10^{-16}$ | $(0,7-2,3) \cdot 10^{-17}$ | $(0,7-2,3) \cdot 10^{-17}$ | $(0,7-2,3) \cdot 10^{-17}$ | $(1,6-6,0) \cdot 10^{-18}$ |
| Чувствительность к нейтронам, 14 МэВ, Кл*см <sup>2</sup>                  | $(0,7-2,4) \cdot 10^{-15}$ | $(0,6-2,2) \cdot 10^{-16}$ | -----                      | $(0,6-2) \cdot 10^{-16}$   | -----                      |
| Временное разрешение, нс                                                  | 6                          | 3                          | 7                          | 7                          | 1,2                        |
| Сопротивление нагрузки, Ом                                                | 75                         | 75                         | 75                         | 75                         | 75                         |
| Выходной линейный ток, А, не менее                                        | 20                         | 20                         | 5                          | 5                          | 10                         |
| Напряжение питания, В                                                     | 1800 $\pm$ 20              | 1800 $\pm$ 20              | 600 $\pm$ 25               | 600 $\pm$ 25               | 1500                       |

#### 1.3.1.19. Детектор полупроводниковый рентгеновского излучения СППД11, СППД11-01, СППД11-02, СППД11-03, СППД11-04

Детектор полупроводниковый кремниевый СППД11 предназначен для преобразования рентгеновского излучения в электрический аналог и может быть использован в различных системах регистрации. Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.38.

Таблица 1.38. Основные параметры детекторов рентгеновского излучения серии СППД11 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                       | СППД11    | СППД11-01 | СППД11-02 | СППД11-03 | СППД11-04 |
|------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Диапазон регистрируемых энергий, кэВ:                            | 0,4 - 120 | 2 - 120   | 2 - 120   | 2 - 120   | 0,4 - 40  |
| Квантовая чувствительность, $10^{18}$ А*с*см <sup>2</sup> /квант | 5,2 - 155 | 46 - 245  | 46 - 305  | 46 - 375  | 0,33 - 12 |
| Временное разрешение, нс                                         | 23        | 9         | 8         | 11        | 1,5       |
| Выходной линейный ток, А, не менее                               | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         |
| Напряжение питания, В                                            | -400      | -500      | -700      | -900      | 500       |
| Диаметр входного окна, мм                                        | 10        | 10        | 10        | 10        | 2,5       |

## 1.3.1.20. Детекторы полупроводниковые рентгеновского излучения $\text{ПРД-Д-01}$ , $\text{ПРД-Д-02}$ , $\text{ПРД-Д-04}$

Детекторы полупроводниковые кремниевые селективные типа ПРД-Д-01, ПРД-Д-02, ПРД-Д-04 компенсационного типа предназначены для преобразования импульсного рентгеновского излучения в электрический аналог. Детекторы обладают селективными свойствами и предназначены для интегральной регистрации импульсных потоков рентгеновского излучения в заданном спектральном интервале, определяемом подбором краевых фильтров. Уменьшение вклада более жесткой части спектра в электрический сигнал осуществляется схемотехнически.

Основные параметры детекторов рентгеновского излучения серии ПРД-Д приведены в табл. 1.39. Внешний вид и габаритные размеры приведены на рис. 1.45.

**Таблица 1.39.** Основные параметры детекторов рентгеновского излучения серии ПРД-Д при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                                | Тип прибора/Норма параметра |                                                       |                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------|
|                                                                                                           | ПРД-Д-01                    | ПРД-Д-02                                              | ПРД-Д-04                    |
| Диапазон регистрируемых энергий, кэВ:                                                                     | $\sim 3 - 30$               | $\sim 3 - 70$                                         | $\sim 3 - 30$               |
| Ширина спектрального интервала, дЕ/Е, %                                                                   | $\sim 5 - 20$               | $\sim 5 - 20$                                         | $\sim 5 - 20$               |
| Максимальная спектральная чувствительность в выделенном спектральном интервале, Кл.см <sup>2</sup> /квант | $>10^{-18}$                 | $>10^{-18}$ (3 - 30 кэВ)<br>$>10^{-19}$ (50 - 70 кэВ) | $>10^{-18}$                 |
| Погрешность определения чувствительности в выделенном интервале ( $P=0,95$ ), %, не более                 | $\pm 12$                    | $\pm 12$                                              | $\pm 12$                    |
| Напряжение питания (положительное и отрицательное), В                                                     | 300 - 900                   | 300 - 900                                             | 300 - 900                   |
| Габаритные размеры корпуса, D x L, мм                                                                     | $\varnothing 34 \times 120$ | $\varnothing 46 \times 124$                           | $\varnothing 25 \times 100$ |
| № рисунка                                                                                                 | 1-154                       |                                                       |                             |

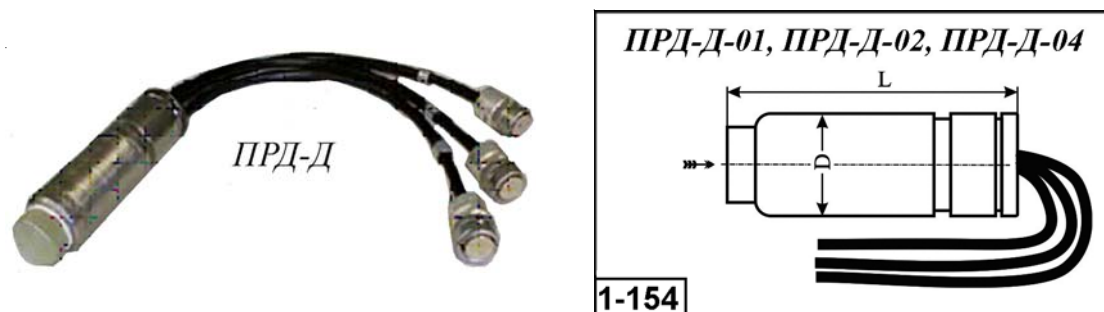


Рис. 1.45. Внешний вид и габаритные размеры детектора серии ПРД-Д.

### 1.3.1.21д. Кремниевый блок детектирования с термоэлектрическим охлаждением БДЕР-КИ-11К

Кремниевый блок детектирования БДЕР-КИ-11К предназначен для преобразования энергии квантов рентгеновского и низкоэнергетического гамма-излучения в пропорциональные по амплитуде электрические сигналы и их усиления для последующей регистрации спектрометрической аппаратурой. Блок не требует охлаждения жидким азотом.

В состав блока детектирования входят: кремниевый р-і-п диод с термоэлектрическим охладителем (ТЭО) и термодатчиком, предусилитель на полевом транзисторе и выходной усилитель на ОУ. Структурная схема блока детектирования приведена на рис. 1.45д. Основные параметры блока детектирования приведены в табл. 1.39д.

Блок детектирования размещен в металлическом корпусе. Выход информации осуществляется через 9-ти штырьковый разъем типа DB-9M. Внешний вид и габаритные размеры блока приведены на рис.1.45д (2).

Область применения: атомная энергетика, геология, металлургия, система экологического контроля, переработка вторичного сырья, таможенный контроль и криминалистика. Может применяться в составе рентгено-флюоресцентных анализаторов для экспрессного определения элементного состава вещества.

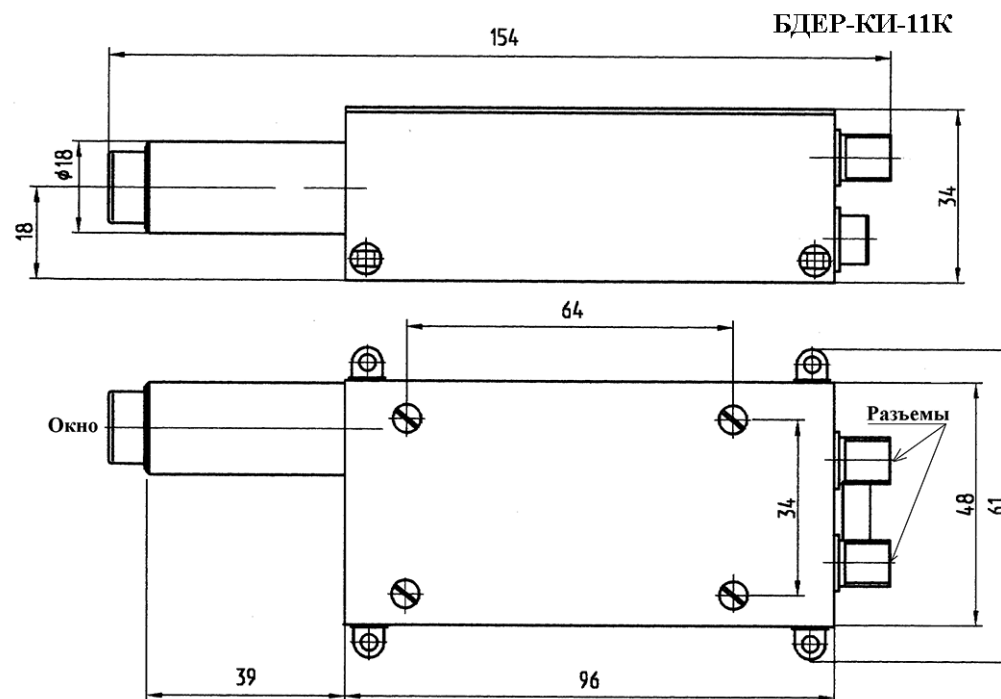
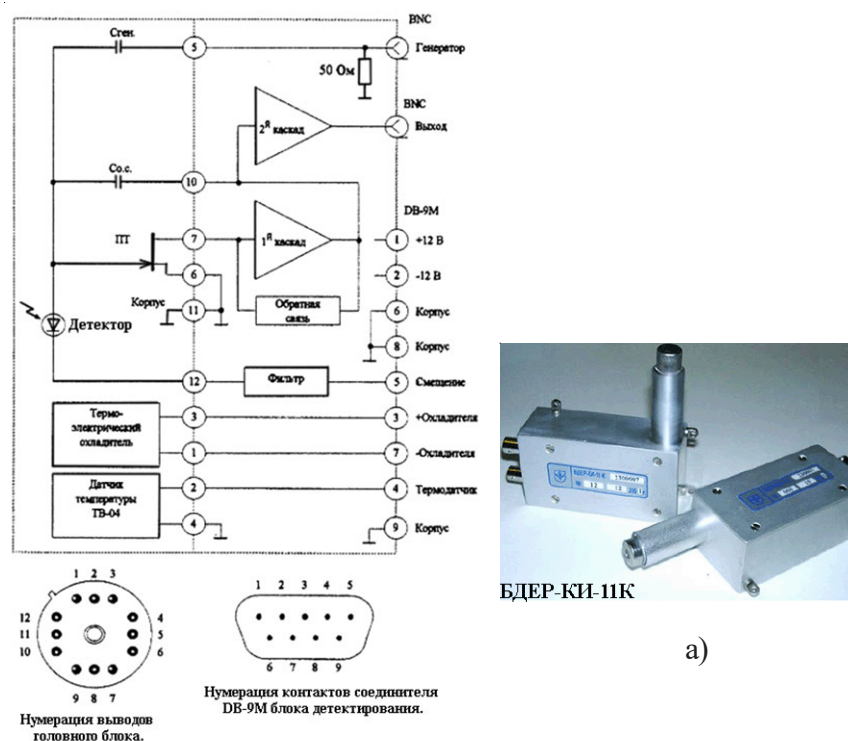


Рис. 1.45д (2). Внешний вид (а) и габаритные размеры (б) блока детектирования БДЕР-КИ-11К.

Рис. 1.45д. Структурная схема блока детектирования БДЕР-КИ-11К.

**Табл. 1.39д.** Основные параметры блока детектирования БДЕР-КИ-11К при температуре  $20 \pm 2^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                                                            | Норма параметра |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Площадь чувствительной поверхности детектора, мм                                                                                                     | 7 или 12        |
| Толщина чувствительной области детектора, мкм                                                                                                        | 300             |
| Энергетическое разрешение по энергии 5,9 кэВ при постоянной времени формирования 10 мкс для детектора:                                               |                 |
| с площадью 7 мм, эВ, не более                                                                                                                        | 200             |
| - с площадью 12 мм, эВ, не более                                                                                                                     | 250             |
| Энергетическое разрешение по энергии 59,6 кэВ при постоянной времени формирования 10 мкс для детектора:                                              |                 |
| -с площадью 7 мм, эВ, не более                                                                                                                       | 200             |
| -с площадью 12 мм, эВ, не более                                                                                                                      | 250             |
| Отношение высоты пика полного поглощения для энергии 5,9 кэВ к уровню непрерывного амплитудного распределения для энергии 3,5 кэВ (пик/фон, не менее | 800             |
| Толщина входного бериллиевого окна:                                                                                                                  |                 |
| - стандартная, мкм                                                                                                                                   | 25              |
| - по специальному заказу, мкм                                                                                                                        | 12 и 8          |
| Коэффициент преобразования при нагрузке не менее 1 кОм, мВ/кэВ, не менее                                                                             | 1               |
| Выходное сопротивление, Ом                                                                                                                           | $75 \pm 1$      |
| Полярность выходного сигнала                                                                                                                         | отрицательная   |
| Максимальное напряжение смещения детектора при токе менее 1 мкА, В                                                                                   | 100             |
| Напряжение питания предусилителя при максимальном токе 35 мА, В                                                                                      | 12              |
| Максимальный ток охладителя при напряжении 1,6 В, А                                                                                                  | 0,7             |
| Рабочий диапазон температур, $^\circ\text{C}$                                                                                                        | до +45          |
| Габаритные размеры, мм                                                                                                                               | 15 x 61 x 34    |
| Масса, г, не более                                                                                                                                   | 250             |
| № рисунка                                                                                                                                            | 1.12.3д.        |

### 1.3.2 Полупроводниковые детекторы излучения на основе германия

Германиевые детекторы, в основном, используются для регистрации гамма-излучений. В качестве материала чувствительного элемента детектора, как правило, используется германий, легированный литием (Ge:Li) на основе которого формируется p-i-n структура.

Наиболее широко используются два вида чувствительных структур: планарная и коаксиальная. Схематическое изображение чувствительных структур (ЧС) германиевых детекторов излучения показано на рис. 1.46.

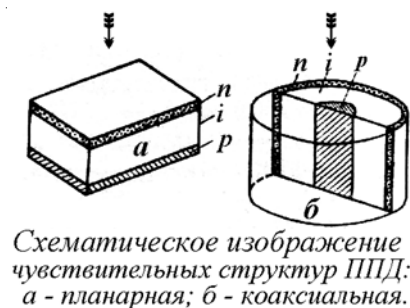


Рис. 1.46. Схематическое изображение чувствительных структур германиевых детекторов

Наилучшие временные параметры у ЧС планарных детекторов, которые, как правило, обладают хорошей однородностью электрического поля в чувствительной области, обеспечивающей отличные условия сбора носителей заряда. Большинство германиевых детекторов имеет рабочее напряжение от 1200 до 2500 В. Отношение пик/комpton для линии 1333 кэВ ( $^{60}\text{Co}$ ) у планарных детекторов 5 – 10, а у коаксиальных может достигать 40 и более.

По сравнению с кремниевыми и сцинтилляционными детекторами, германиевый ППД имеет более высокую эффективность, превосходное разрешение по энергиям.

Однако, реализации высоких параметров германиевого детектора, его чувствительный элемент необходимо охлаждать до температуры жидкого азота (77°К). Для охлаждения чувствительного элемента германиевого детектора могут использоваться различные способы: заливка жидкого хладагента, многокаскадные термоэлектрические охладители (ТЭО), газовые микрокриогенные машины и т.п.

Следует отметить, что чувствительные объемы выпускаемых германиевых ППД пока уступают сцинтилляторам, а стоимость и затраты на изготовление и эксплуатацию много выше.

Использование ППД целесообразно только в тех случаях, когда требуется высокое энергетическое разрешение детекторов.

Ниже приводятся основные параметры некоторых типов германиевых детекторов отечественного производства.

## Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

### 1.3.2.1. Германиевые детекторы ДГД-5, ДГДК-15, ДГДК-20, ДГДК-25, ДГДК-30, ДГДК-35, ДГДК-40, ДГДК-50, ДГДК-60, ДГДК-70, ДГДК-80, ДГДК-90

Германиевые детекторы серий ДГД и ДГДК предназначены для регистрации гамма-излучений.

Детекторы типа ДГД-5 имеют планарную структуру чувствительного элемента, а остальные – коаксиальную.

Для сохранения чистоты поверхности чувствительного элемента детектора и для удобства обращения с ним, ЧЭ помещают в алюминиевую капсулу, которую предварительно откачивают до давления  $10^{-4}$  мм.рт.ст. и «заваривают» методом холодной сварки.

Детекторы эксплуатируются только в охлажденном состоянии.

Германиевые детекторы ДГД и ДГДК поставляют как отдельно в капсулах, так и в криостатах типа КР1-01 или КР2-01, или аналогичных.

Основные параметры германиевых детекторов серий ДГД и ДГДК приведены в табл. 1.40.

**Таблица 1.40а.** Основные параметры германиевых детекторов ДГД и ДГДК при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                             | ДГД-5              |         |   | ДГДК-15            |                    |         | ДГДК-20            |                    |         | ДГДК-25            |                    |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------|---|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|
|                                                                                       | А                  | Б       | В | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       |
| Объем чувствительной области, $V, \text{мм}^3$                                        | $5 < V < 15$       |         |   | $15 < V < 20$      |                    |         | $20 < V < 25$      |                    |         | $25 < V < 30$      |                    |         |
| Сечение поглощения $\sigma$ для $E_\gamma = 1333 \text{ кэВ}$ , $\text{мм}^2$         | $3,2 < \sigma < 4$ |         |   | $10 < \sigma < 15$ |                    |         | $15 < \sigma < 20$ |                    |         | $20 < \sigma < 25$ |                    |         |
| Энергетическое разрешение для $E_\gamma = 1333 \text{ кэВ}$ по $^{60}\text{Co}$ , кэВ | $3,2 < \eta < 4,0$ | $< 3,2$ | – | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                        | 1200...2500        |         |   |                    |                    |         |                    |                    |         |                    |                    |         |

**Таблица 1.40б.** Основные параметры германиевых детекторов ДГДК при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                             | ДГДК-30            |                    |         | ДГДК-35            |                    |         | ДГДК-40            |                    |         | ДГДК-50            |                    |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|
|                                                                                       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       |
| Объем чувствительной области, $V, \text{мм}^3$                                        | $30 < V < 35$      |                    |         | $35 < V < 40$      |                    |         | $40 < V < 50$      |                    |         | $50 < V < 60$      |                    |         |
| Сечение поглощения $\sigma$ для $E_\gamma = 1333 \text{ кэВ}$ , $\text{мм}^2$         | $25 < \sigma < 30$ |                    |         | $30 < \sigma < 35$ |                    |         | $35 < \sigma < 45$ |                    |         | $45 < \sigma < 55$ |                    |         |
| Энергетическое разрешение для $E_\gamma = 1333 \text{ кэВ}$ по $^{60}\text{Co}$ , кэВ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $2,0 < \eta < 2,5$ | $< 2,0$ |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                        | 1200...2500        |                    |         |                    |                    |         |                    |                    |         |                    |                    |         |

### Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

**Таблица 1.40в.** Основные параметры германиевых детекторов ДГДК при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения                                             | ДГДК-60            |                    |         | ДГДК-70            |                    |         | ДГДК-80            |                    |         | ДГДК-90            |                    |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|---------|
|                                                                                       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       | А                  | Б                  | В       |
| Объем чувствительной области, $V, \text{мм}^3$                                        | $60 < V < 70$      |                    |         | $70 < V < 80$      |                    |         | $80 < V < 90$      |                    |         | $90 < V < 100$     |                    |         |
| Сечение поглощения $\sigma$ для $E_\gamma = 1333 \text{ кэВ}$ , $\text{мм}^2$         | $55 < \sigma < 65$ |                    |         | $65 < \sigma < 75$ |                    |         | $75 < \sigma < 85$ |                    |         | $85 < \sigma < 95$ |                    |         |
| Энергетическое разрешение для $E_\gamma = 1333 \text{ кэВ}$ по $^{60}\text{Co}$ , кэВ | $3,2 < \eta < 4,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $< 2,5$ | $3,2 < \eta < 4,0$ | $2,5 < \eta < 3,2$ | $< 2,5$ | $4,0 < \eta < 5,0$ | $3,2 < \eta < 4,0$ | $< 3,2$ | $4,0 < \eta < 5,0$ | $3,2 < \eta < 4,0$ | $< 3,2$ |
| Диапазон рабочих напряжений, В                                                        | 1200...2500        |                    |         |                    |                    |         |                    |                    |         |                    |                    |         |

#### 1.3.2.2. Германиевые радиационные детекторы ДГР-11, ДГР-12, ДГР-22

Германиевые радиационные детекторы ДГР-11, ДГР-12, ДГР-22 предназначены для регистрации рентгеновского и гамма-излучения с энергией 10 ...600 кэВ. Чувствительный элемент детектора размещается в герметичном металлическом корпусе.

Детекторы работают только в охлажденном состоянии, при температуре до  $77^\circ\text{K}$ . Используются совместно с криостатами типа КР1-01 или КР2-01 (или аналогичными).

Основные параметры детекторов ДГР-11, ДГР-12, ДГР-22 приведены в табл.1.41. Внешний вид приборов приведен на рис. 1.47.

**Таблица 1.41.** Основные параметры германиевых детекторов ДГР-11, ДГР-12, ДГР-22.

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                                  | Типа прибора/Норма параметра |                 |                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|
|                                                                                                                            | ДГР-11                       | ДГР-12          | ДГР-22          |
| Площадь чувствительной области, $S, \text{мм}^2$                                                                           | $2,1 < S < 2,5$              | $2,1 < S < 2,5$ | $2,1 < S < 2,5$ |
| Толщина чувствительной области, $W, \text{мм}$                                                                             | $1,0 < W < 3,5$              | $0,7 < W < 1,6$ | $0,7 < W < 3,5$ |
| Чувствительность регистрации при полном поглощении, $\sigma$ , для $E_\gamma = 662 \text{ кэВ}$ , $\text{мм}^2$ , не менее | 1,0                          | 0,3             | —               |
| Чувствительность регистрации при полном поглощении, $\sigma$ , для $E_\gamma = 122 \text{ кэВ}$ , $\text{мм}^2$ , не менее | 25                           | 15              | 20              |
| Энергетическое разрешение, $\eta$ , для $E_\gamma = 662 \text{ кэВ}$ , кэВ, не более                                       | 6,6                          | 6,6             | —               |
| Энергетическое разрешение, $\eta$ , для $E_\gamma = 122 \text{ кэВ}$ , кэВ, не более                                       | 4,0                          | 4,0             | 2,5             |
| № рисунка                                                                                                                  | 1-155                        |                 |                 |

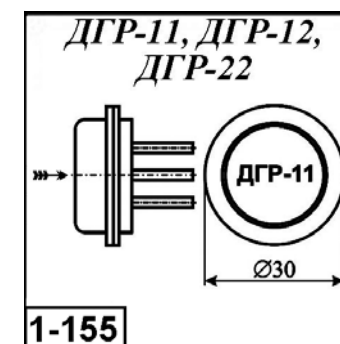


Рис. 1.47. Внешний вид германиевых детекторов ДГР-11, ДГР-12, ДГР-22.

## 1.3.2.3. Германиевые детекторы ДГР-3-1, ДГР-3-2, ДГР-3-3, ДГР-5-1, ДГР-5-2, ДГР-5-8

Германиевые радиационные детекторы ДГР-3-1, ДГР-3-2, ДГР-3-3, ДГР-5-1, ДГР-5-2, ДГР-5-8 предназначены для регистрации рентгеновского и гамма-излучения. Чувствительный элемент детектора размещается в герметичном металлическом корпусе.

Детекторы работают только в охлажденном состоянии, при температуре до 77°К. Используются совместно с криостатами типа КР1-01 или КР2-01 (или аналогичными). Входным окном криостата служит бериллий, толщиной 100...200 мкм.

Основные параметры детекторов ДГР-3-1, ДГР-3-2, ДГР-3-3, ДГР-5-1, ДГР-5-2, ДГР-5-8 приведены в табл.1.42. Внешний вид приборов приведен на рис. 1.44

**Таблица 1.42.** Основные параметры германиевых детекторов ДГР-3-1, ДГР-3-2, ДГР-3-3, ДГР-5-1, ДГР-5-2, ДГР-5-8. при температуре 20±5°С

| Наименование параметра. Единица измерения                                                                                           | Тип прибора/Норма параметра |           |           |           |           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                                                                                                     | ДГР-3-1                     | ДГР-3-2   | ДГР-3-3   | ДГР-5-1   | ДГР-5-2   | ДГР-5-8   |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                                                                  | 150                         | 150       | 150       | 150       | 150       | 150       |
| Толщина чувствительной области, W, мм                                                                                               | 2,5 - 3,0                   | 2,5 - 3,0 | 2,5 - 3,0 | 4,0 - 4,8 | 4,0 - 4,8 | 4,0 - 4,8 |
| Электрическая емкость, С, пф, не более                                                                                              | 11,5                        | 11,5      | 11,5      | 8,2       | 8,2       | 8,2       |
| Энергетическое разрешение ПШПВ по линии 122 кэВ ( <sup>57</sup> Co), γ, кэВ, не более                                               | 1,0                         | 1,25      | 1,6       | 1,0       | 1,25      | 1,6       |
| Энергетическое разрешение ПШПВ по линии 662 кэВ ( <sup>57</sup> Co), γ, кэВ, не более                                               | 3,2                         | 4,0       | 6,3       | 3,2       | 4,0       | 6,3       |
| Эффективность регистрации при полном поглощении по линии 14, кэВ ( <sup>57</sup> Co), мм <sup>2</sup> , не менее                    | 50                          | 50        | 50        | 50        | 50        | 50        |
| Чувствительность регистрации при полном поглощении, σ, для E <sub>γ</sub> =122 кэВ ( <sup>57</sup> Co), мм <sup>2</sup> , не менее  | 25                          | 25        | 25        | 35        | 35        | 35        |
| Чувствительность регистрации при полном поглощении, σ, для E <sub>γ</sub> =662 кэВ ( <sup>137</sup> Cs), мм <sup>2</sup> , не менее | 0,3                         | 0,3       | 0,3       | 1,2       | 1,2       | 1,2       |
| № рисунка                                                                                                                           | 1-155                       |           |           |           |           |           |

## 1.3.2.4. Блоки детектирования рентгеновского излучения БДР1-20, БДР2-20, БДР1-50, БДР2-50, БДР1-125, БДР2-125, БДР1-200, БДР2-200

Блоки детектирования БДР1-20, БДР2-20, БДР1-50, БДР2-50, БДР1-125, БДР2-125, БДР1-200, БДР2-200 предназначены для регистрации рентгеновского и гамма-излучения.

Блок детектирования содержит: германиевый детектор серии ДГР-3 или ДГР-5, криостат КР1-01 (или КР2-01) и охлаждаемый предусилитель. Криостат помещают на стандартный сосуд Дьюара типа АСД-20, что позволяет сохранять работоспособность блоков без доливки азотом сосуда в течении 5...7 дней. Блоки работают только в охлажденном состоянии, при температуре до 77°К.

Основные параметры блоков детектирования приведены в табл. 1.43. На рис. 1.47д. показаны варианты размещения датчиков на сосуде Дьюара.

**Таблица 1.43.** Основные параметры блоков детектирования рентгеновского излучения типа БДР1 и БДР2.

| Наименование параметра. Единица измерения                                                          | Тип прибора/Норма параметра |                    |                      |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                                                                                                    | БДР1-20<br>БДР2-20          | БДР1-50<br>БДР2-50 | БДР1-125<br>БДР2-125 | БДР1-200<br>БДР2-200 |
| Площадь чувствительной области, S, мм <sup>2</sup>                                                 | 20                          | 50                 | 125                  | 200                  |
| Энергетическое разрешение для линии 8,05 кэВ (K <sub>α</sub> Cu), γ, эВ, не более                  | 450                         | 560                | 710                  | 800                  |
| Энергетическое разрешение по линии 59,6 кэВ ( <sup>241</sup> Am), γ, эВ, не более                  | 630                         | 710                | 800                  | 900                  |
| Чувствительность регистрации по линии 14,4 кэВ ( <sup>57</sup> Co), σ, мм <sup>2</sup> , не менее  | 10                          | 25                 | 60                   | 80                   |
| Чувствительность регистрации по линии 59,6 кэВ ( <sup>241</sup> Am), σ, мм <sup>2</sup> , не менее | 15                          | 40                 | 100                  | 140                  |
| Чувствительность регистрации по линии 122 кэВ ( <sup>57</sup> Co), σ, мм <sup>2</sup> , не менее   | 5                           | 12                 | 30                   | 40                   |

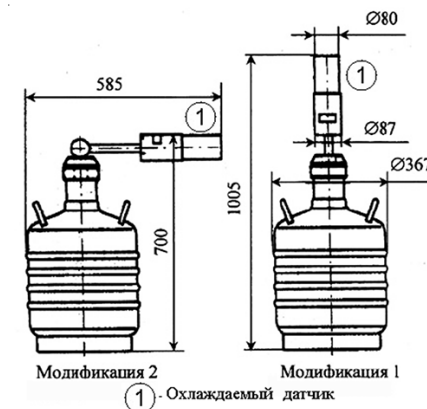


Рис. 1.47д. Варианты размещения датчиков на сосуде Дьюара.

### 1.3.2.5д. Блок детектирования рентгеновского излучения БДЕР-Г-7К

Блок детектирования БДЕР-Г-7К предназначен для регистрации и спектрометрии рентгеновского и гамма-излучений.

Содержит охлаждаемый планарный детектор из особо чистого германия (ОЧГ) с диффузионным p+ и ионноимплантированным p+ контактами; размещенный в криостате погружного типа; охлаждаемый предусилитель сигналов ППД; высоковольтный фильтр и датчик наличия жидкого азота в сосуде Дьюара.

Блок детектирования изготавливается в двух конструктивных исполнениях, позволяющие регистрировать потоки излучения, направленные вертикально-вниз или горизонтально. Для охлаждения детектора используются: криостат погружного типа (модели 1 и 2) или система охлаждения с бериллиевым окном, совмещенная с емкостью для жидкого азота (модели 3, 4 и 5). Варианты конструктивного оформления блоков приведены на рис.1.47д (1).

Конструкция блока БДЕР-Г-7К позволяет успешно применять их как в лабораторных, так и в промышленных условиях, характеризующихся повышенным уровнем вредных воздействий (температура, влажность и др.)

#### Основные особенности:

- диапазон энергий :от 3 кэВ до 1.0 мэВ;
- высокая эффективность регистрации при  $E = 5 - 100$  кэВ:  $\sim 100\%$  , (при  $E = 1330$  кэВ - от  $<1$  до  $9\%$  );
- тонкое входное окно из бериллия (50 -250 мкм );
- максимальная частотная загрузка по энергии 122 кэВ,  $c^{-1}$ ,  $2 \times 10^4$
- максимальные габаритные размеры -  $\varnothing 367 \times 1005$  мм;
- масса при заполненном сосуде Дьюара, не более 30 кг.

Основные области применения: неразрушающий контроль элементного состава веществ в лабораторных, общепромышленных и полевых условиях; геология и разведка полезных ископаемых; металлургическая и химическая промышленность; контроль производства радиоактивных материалов, препаратов и источников излучений; таможенный контроль; экологический контроль; ядерно-физические исследования.



Рис. 1.47д (1). Варианты конструктивного оформления блоков детектирования БДЕР-Г-7К.

### Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

Параметры образцов, поставляемых потребителям, определяются требованиями технической документации. Параметры некоторых разновидностей блоков детектирования типа БДЕР-Г-7К приведены в табл.1.43д.

**Таблица 1.43д.** Параметры блоков детектирования рентгеновского и гамма-излучения типа БДЕР-Г-7К на основе планарных ППД из ОЧГ.

| Тип блока детектирования | Размеры детектора |                          |             | Энергетическое разрешение |                 |                   |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|-----------------|-------------------|
|                          | Диаметр, мм       | Площадь, см <sup>2</sup> | Толщина, мм | для 5,9 кэВ, эВ           | для 122 кэВ, эВ | для 1333 кэВ, кэВ |
| БДЕР-Г-7К-02-            | 5                 | 0,2*                     | >5          | <170                      | <480            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-05-            | 8                 | 0,5*                     | 5 - 7       | <185                      | <490            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-1-             | 11                | 1,0*                     | 7 - 10      | <195                      | <500            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-2-             | 16                | 2,0*                     | 7 - 10      | <220                      | <510            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-3-             | 19                | 3,0*                     | 7 - 13      | <250                      | <530            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-5-             | 25                | 5,0*                     | 7 - 13      | <320                      | <560            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-8-             | 32                | 8,0*                     | 13 - 15     | <360                      | <590            | -                 |
| БДЕР-Г-7К-10-            | 36                | 10,0**                   | 13 - 15     | <400                      | <630            | <1,8              |
| БДЕР-Г-7К-15-            | 44                | 15,0**                   | 15 - 17     | <550                      | <780            | <1,9              |
| БДЕР-Г-7К-20-            | 50                | 20,0**                   | 15 - 17     | <700                      | <900            | <2,0              |

Примечание:.

\* Толщина входного бериллиевого окна не более 100 мкм.

\*\* Толщина входного бериллиевого окна не более 250 мкм.

Пример записи обозначения блока детектирования для заказа: БДЕГ-Г-7К-5-320 (модель 1), где:

- БДЕГ-Г-7К – обозначение блока детектирования;
- 5 – площадь чувствительной поверхности 5.0 см<sup>2</sup>;
- 320 – энергетическое разрешение не более 320 эВ для энергии 5,9 кэВ;
- модель 1 – конструктивное исполнение.

### 1.3.2.6д. Блок детектирования гамма излучения БДЕГ

Блок детектирования БДЕГ предназначен для регистрации и спектрометрии гамма-излучений.

Содержит охлаждаемый коаксиальный детектор из особо чистого германия (ОЧГ) с диффузионным p+ и ионноимплантированным p+ контактами; размещенный в криостате погружного типа; охлаждаемый предусилитель сигналов ППД; высоковольтный фильтр и датчик наличия жидкого азота в сосуде Дьюара.

Блок детектирования изготавливается в двух конструктивных исполнениях, позволяющие регистрировать потоки излучения, направленные вертикально-вниз или горизонтально. Для охлаждения детектора используются: криостат погружного типа (модели 1 и 2) или система охлаждения с бериллиевым окном, совмещенная с емкостью для жидкого азота (модели 3, 4 и 5). Варианты конструктивного оформления блоков приведены на рис. 1.47д (2).

Конструкция блока БДЕГ позволяет успешно применять их как в лабораторных, так и в промышленных условиях, характеризующихся повышенным уровнем вредных воздействий (температура, влажность и др.)

#### Основные особенности:

- диапазон энергий :от 40 кэВ до 10 МэВ;
- высокая эффективность регистрации при  $E=1330$  кэВ - от 10 до 60 % (при  $E \sim 50$  кэВ -  $<1\%$ );
- максимальная частотная нагрузка по энергии 5,9 кэВ,  $c^{-1}$ ,  $1,5 \times 10^4$
- максимальные габаритные размеры -  $\varnothing 367 \times 1005$  мм;
- масса при заполненном сосуде Дьюара, не более 30 кг.

Основные области применения: производство и переработка ядерных материалов; атомная энергетика; таможенный контроль и контроль за хранением и перемещением ядерных материалов; металлургическая и химическая промышленность; медицина; экологический контроль; другие области науки и техники, где требуется проведение анализа состава веществ активационными методами и обнаружение радионуклидов естественного или искусственного происхождения.



Рис. 1.47д (2). Варианты конструктивного оформления блоков детектирования БДЕГ..

### Глава 1.3. Полупроводниковые детекторы излучений

Параметры образцов, поставляемых потребителям, определяются требованиями технической документации. Параметры некоторых разновидностей блоков детектирования типа БДЕГ приведены в табл.1.43д1.

**Таблица 1.43д1.** Параметры блоков детектирования рентгеновского и гамма-излучения типа БДЕГ на основе коаксиальных ППД из ОЧГ.

| Тип блока детектирования | Эффективность к NaJ (3x3)", % | Энергетическое разрешение |               | Отношение пик/комpton |   | Форма пика |             |
|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|---|------------|-------------|
|                          |                               | 122 кэВ, эВ               | 1,33 МэВ, кэВ |                       |   | FW-1M FWHM | FW-02M FWHM |
| БДЕГ-10.175              | 10                            | 825                       | 1,75          | 41                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-10.185              | 10                            | 1000                      | 1,85          | 37                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-13.180              | 13                            | 825                       | 1,8           | 43                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-13.190              | 13                            | 1000                      | 1,9           | 39                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-15.180              | 15                            | 825                       | 1,8           | 46                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-15.190              | 15                            | 1000                      | 1,9           | 41                    | 1 | 1,98       | 1,98        |
| БДЕГ-20.180              | 20                            | 850                       | 1,8           | 48                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-20.190              | 20                            | 1100                      | 1,9           | 43                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-25.185              | 25                            | 850                       | 1,85          | 55                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-25.195              | 25                            | 1100                      | 1,95          | 50                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-30.185              | 30                            | 875                       | 1,85          | 58                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-30.195              | 30                            | 1100                      | 1,95          | 54                    | 1 | 1,95       | 2,98        |
| БДЕГ-35.190              | 35                            | 875                       | 1,9           | 60                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-35.200              | 35                            | 1100                      | 2             | 56                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-40.190              | 40                            | 875                       | 1,9           | 62                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-40.200              | 40                            | 1100                      | 2             | 58                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-45.190              | 45                            | 900                       | 1,9           | 64                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-45.210              | 45                            | 1100                      | 2,1           | 60                    | 1 | 1,98       | 2,95        |
| БДЕГ-50.195              | 50                            | 950                       | 1,9           | 65                    | 1 | 1,9        | 2,65        |
| БДЕГ-50.210              | 50                            | 1100                      | 2,1           | 62                    | 1 | 1,98       | 2,98        |
| БДЕГ-55.200              | 55                            | 1000                      | 2             | 67                    | 1 | 200        | 3           |
| БДЕГ-55.210              | 55                            | 1200                      | 2,1           | 64                    | 1 | 2          | 3           |
| БДЕГ-60.200              | 60                            | 1000                      | 2             | 68                    | 1 | 2          | 3           |

Пример записи обозначения блока детектирования для заказа: БДЕГ-30.185 (модель 3), где:

- БДЕГ - обозначение блока детектирования; - 30 - эффективность регистрации; - 185 - энергетическое разрешение не более 1,85 кэВ для энергии 133 кэВ; - модель 3 - конструктивное исполнение.

### 1.3.3. Полупроводниковые детекторы излучения на основе других п/п материалов

Наряду с совершенствованием конструкции технологии производства кремнивых и германиевых ППД в стране и за её пределами выполняются работы по использованию для изготовления чувствительных элементов ППД и иных материалов. Например, ведутся работы по созданию чувствительных элементов на основе теллурида кадмия и арсенида галлия. Но до промышленного освоения и широкого применения подобных материалов пока еще далеко.

В последнее время разработаны твердотельные детекторы гамма-излучения, работающие при комнатной температуре. В них использована комбинация кадмия (Cd), цинка (Zn) и теллура (Tl) (CZT-детектор). Они имеют хорошее энергетическое разрешение, высокую эффективность регистрации, высокую временную и температурную стабильности, высокое отношение “сигнал-шум”, высокую эффективность регистрации в диапазоне энергий до 511 кэВ, приемлемую стоимость.

Далее приводятся основные параметры и характеристики некоторых ППД на “нетрадиционных” материалах.

#### 1.3.3.1 Датчики рентгеновского и гамма-излучений типа РГД-0, РГД-1, РГД-2 и ГД-Г1

Отечественной промышленностью выпускались гамма-датчики РГД-2 и ГД-Г1 и датчики рентгеновского излучения РГД-0 и РГД-1, (которые одновременно являются и датчиками гамма-излучений).

Чувствительный элемент датчиков изготовлен на основе поликристаллических сульфида и селенида кадмия.

Рентгено-гамма-датчик РГД-0 защищён толстым слоем прозрачной для рентгеновского, гамма-излучений и видимого света эпоксидной смолы.

Рентгено-гамма-датчики РГД-1 представляют собой конструкцию, в которой чувствительный элемент из сернистого кадмия помещен в пластмассовое основание, представляющее собой цоколь от восьмиштырьковой электронной лампы. На цоколь со стороны чувствительного элемента приклеивается крышка, имеющая по центру отверстие диаметром 20 мм. На поверхности чувствительного элемента РГД-1 имеется защитный слой прозрачного эпоксидного компаунда.

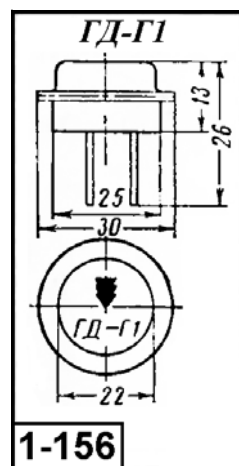
У гамма-датчика РГД-2 чувствительный элемент помещается в металлический колпачок. В колпачке полупроводниковый слой обращен внутрь. Такое расположение чувствительного слоя защищает его от попадания видимого света, а также и рентгеновского излучения.

Чувствительный элемент датчика ГД-Г1 помещен в металлический корпус круглой формы.

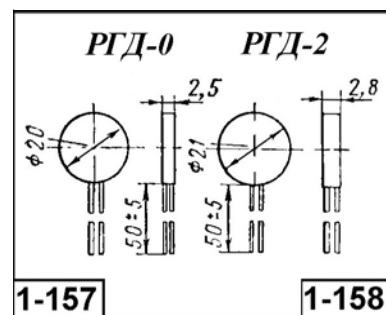
Основные параметры датчиков рентгеновского и гамма-излучения приведены в табл. 1.44. Внешний вид и габаритные размеры датчиков приведены на рис. 1.48.

Таблица 1.44. Основные параметры датчиков рентгеновского и гамма-излучений типа РГД и ГД. при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$

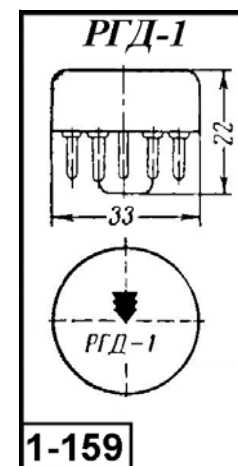
| Тип прибора | Площадь чувствительной площадки, $\text{мм}^2$ | Расстояние между электродами, мм | Напряжение питания, В | Темновой ток, мкА, не более | Гамма-ток (при мощности излучения), мкА | Средняя чувствительность, мкА/Р/ч | Рентгеновский ток, мкА | Постоянная времени при 5 Р/ч, с | Предельно допустимое напряжение питания, В, не более | Допустимая мощность рассеяния, Вт | Температурный коэффициент добавочного тока, %/°C | Диапазон рабочих температур, °C | Габаритные размеры, мм, не более | № рис. |
|-------------|------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|--------|
| РГД-0       | 300                                            | 1                                | 10                    | 10                          | 500 (5 Р/ч)                             | 100                               | 900                    | 60                              | 50                                                   | 0,05                              | $\pm 0,3$                                        | -25...+40                       | $\varnothing 20 \times 2,5$      | 1-157  |
| РГД-1       | 300                                            | 1                                | 10                    | 10                          | 500 (5 Р/ч)                             | 100                               | 900                    | 60                              | 50                                                   | 0,05                              | $\pm 0,3$                                        | -60...+85                       | $\varnothing 21 \times 2,8$      | 1-159  |
| РГД-2       | 300                                            | 1                                | 10                    | 10                          | 500 (5 Р/ч)                             | 100                               | —                      | 60                              | 50                                                   | 0,05                              | $\pm 0,3$                                        | -25...+40                       | $\varnothing 33 \times 22$       | 1-158  |
| ГД-Г1       | 300                                            | 1                                | 30                    | 1000                        | 4000 (3 Р/с)                            | —                                 | —                      | 20                              | 50                                                   | 0,1                               | $\pm 0,8$                                        | -25...+40                       | $\varnothing 30 \times 13$       | 1-156  |



а)



б)



в)

Рис. 1.48. Внешний вид и габаритные размеры детекторов: а - ГД-Г1; б - РГД-0 и РГД-2; г - РГД-1.

### 1.3.3.2. Детекторы полупроводниковые СППД12, СППД14

Детекторы полупроводниковые СППД12 и СППД14 предназначены для преобразования импульсных потоков гамма-излучения в электрический аналог в составе 50-омного или 75-омного измерительного канала.

Чувствительный элемент детектора коаксиальной формы изготовлен из **телурида кадмия (CdTe)**.

Детектор имеет лучшие технические характеристики относительно базового детектора (СППД11), реализованного на основе сборки кремниевых р-і-п диодов, по чувствительности, временному разрешению и радиационной стойкости.

Основные параметры параметры детекторов СППД12 и СППД14 приведены в табл. 1.45.

**Таблица 1.45.** Основные параметры детекторов полупроводниковых СППД12, СППД14.

| Наименование параметра. Единица измерения.                                          | СППД12                | СППД14 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------|
| Чувствительность к гамма-излучению $^{60}\text{Co}$ , Кл*см <sup>2</sup> , не менее | 2,0*10 <sup>-19</sup> |        |
| Погрешность определения чувствительности, %                                         | ± 15                  |        |
| Временное разрешение, нс, не более                                                  | 0,3                   |        |
| Выходной линейный ток, А, не менее                                                  | 0,5                   |        |
| Сопротивление нагрузки, Ом                                                          | 50                    | 75     |
| Напряжение питания, В                                                               | ± 1200                |        |
| Габаритные размеры, мм                                                              | 20 x 30               |        |
| Масса, г, не более                                                                  | 300                   |        |

## 1.3.3.3д. Детекторы полупроводниковые 2X701А-1, 2X701Б-1, 2X701В-1

Детекторы полупроводниковые 2X701А-1, 2X701Б-1, 2X701В-1 предназначены для регистрации косвенно ионизирующих излучений (быстрых нейтронов и фотонов). Детекторы работают в токовом режиме.

Основные параметры детекторов приведены в табл. 1.45д. Внешний вид и габаритные размеры показаны на рис. 1.48д.

**Таблица 1.45д.** Основные параметры детекторов 2X701А-1, 2X701Б-1, 2X701В-1

| Наименование параметра. Единица измерения.<br>Условия измерения.                                                                                    | Тип прибора/ норма параметра |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------|----------|
|                                                                                                                                                     | 2X701А-1                     | 2X701Б-1 | 2X701В-1 |
| Напряжение питания, В                                                                                                                               | 200                          |          |          |
| Темновой ток, ( $U_p=200В$ , $T=25^{\circ}C$ ), мкА, не более                                                                                       | 50                           | 50       | 50       |
| Темновой ток, ( $U_p=200В$ , $T=60^{\circ}C$ ), мкА, не более                                                                                       | 400                          | 200      | 400      |
| Энергетический эквивалент уровня шума, ( $U_p=200В$ , $t = 0,2$ мкс, $T=25^{\circ}C$ ), кэВ, не более                                               | 140                          | 140      | 75       |
| Энергетический эквивалент уровня шума, ( $U_p=200В$ , $T=60^{\circ}C$ ), кэВ, не более                                                              | 200                          | 200      | 200      |
| Собственная емкость ( $U_p=200В$ , $T=25^{\circ}C$ ), пф                                                                                            | 15 - 45                      | 15 - 45  | 15 - 45  |
| Аналоговая чувствительность регистрации быстрых нейтронов, ( $U_p=200В$ , $t = 0,2$ мкс, $T=25^{\circ}C$ ), $(фКл*см^2)/нейтрон$ , не менее         | 4,5                          | 5,7      | —        |
| Аналоговая чувствительность регистрации тормозного рентгеновского излучения, ( $U_p=200В$ , $t = 0,2$ мкс, $T=25^{\circ}C$ ), Кл/Р. /рент, не менее | —                            | —        | 18       |
| Длительность фронта нарастания сигнала, мкс, не более                                                                                               | 0,15                         | 0,08     | 0,15     |
| Габаритные размеры без выводов, мм                                                                                                                  | 18 x 25 x 5                  |          |          |

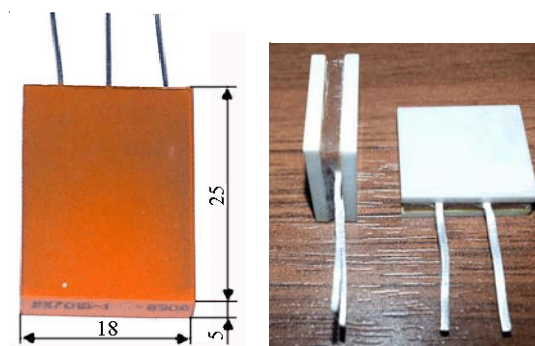


Рис. 1.48д. Внешний вид детектора 2X701

## 1.3.3.4д. Детектор отраженных электронов ДОЭ-4

Четырехквадрантный детектор отраженных электронов ДОЭ-4 предназначен для регистрации электронов с энергиями от 1 до 50 кэВ. Основной рабочий режим - без подачи напряжения обратного смещения. Детектор не защищён входным окном, т.к. предназначен для работы в вакуумном объеме.

Основные параметры детектора приведены в табл. 1.45д (1). Внешний вид детектора приведен на рис.1.48д (1).

Основная область применения - электронная микроскопия.

Возможности: точечный анализ, картирование кристаллических ориентаций, построение трёхмерных карт вещества, анализ текстуры, изображение зерен и межзеренных границ

**Таблица 1.45д (1).** Основные параметры детектора ДОЭ-4 при температуре  $20 \pm 1^\circ\text{C}$

| Наименование параметра. Единица измерения               | Норма параметра |
|---------------------------------------------------------|-----------------|
| Материал детектора                                      | кремний         |
| Материал подкристалльной платы                          | поликор         |
| Размер активной области:                                |                 |
| внутренний диаметр маски, мм                            | 18,7            |
| внешний диаметр маски, мм                               | 10,0            |
| Толщина базы                                            | ~350            |
| Темновой ток (обратное смещение 10 мВ), нА, не более    |                 |
| 1 квадрант                                              | 2               |
| 2 квадрант                                              | 2               |
| 3 квадрант                                              | 2               |
| 4 квадрант                                              | 2               |
| Ёмкость квадранта (обратное смещение 0 В), нФ, не более | 3               |
| Толщина “мертвого” слоя, нм, не более                   | 15              |
| Габаритные размеры корпуса, мм                          | 41 x 24 x 3.5   |
| Материал корпуса                                        | титан           |
| Материал выводов                                        | МГТФ            |

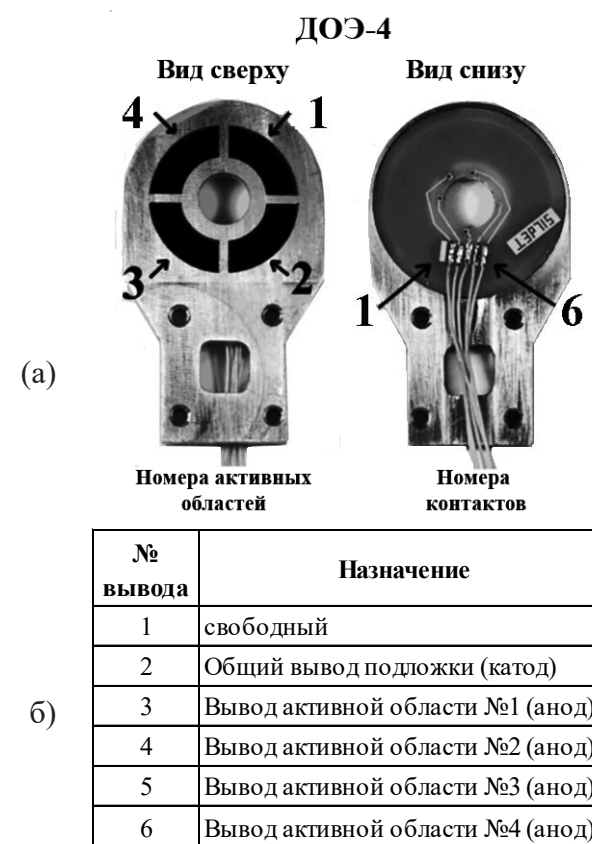


Рис. 1.48д (1). Внешний вид (а) и таблица назначения выводов (б) детектора ДОЭ-4.

## **Глава 1.4. Детекторы ионизирующего излучения на основе алмаза**

Детекторы излучений (АД) на основе алмазов обладают высоким быстродействием, высокой радиационной и химической стойкостью. Детекторы способны функционировать при температурах окружающей среды до 250°С. Эти свойства позволяют использовать их в регистрирующих приборах, работающих в экстремальных условиях эксплуатации, в том числе, в условиях открытого космоса.. Основные преимущества АД заключаются в одновременной регистрации всех типов излучения и возможности создания многодетекторных систем.

**Табл. 1д.** Характеристики спектрометрических детекторов альфа частиц

|                                                       |                      |
|-------------------------------------------------------|----------------------|
| Площадь чувствительного элемента, мм <sup>2</sup>     | 4 -16                |
| Толщина чувствительного элемента, мм                  | 0,2-0,3              |
| Чувствительность, Кл/МэВ , не менее                   | 10 <sup>-14</sup>    |
| Энергетическое разрешение, %, не хуже                 | 5                    |
| Время нарастания выходного импульса, с, не более      | 5,0×10 <sup>-9</sup> |
| Изменение положения энергетического пика, %, не более | 5                    |
| Нестабильность скорости счета, %, не более            | 5                    |
| Напряжение питания, В                                 | 100-200              |

**Табл. 2д.** Характеристики импульсных алмазных детекторов

|                                                                            |                       |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Режим работы                                                               | токовый               |
| Чувствительный объем, мм <sup>3</sup>                                      | 1-8                   |
| Толщина чувствительного элемента, мм                                       | 0,1-0,3               |
| Темновой ток чувствительного элемента, А, не более                         | 0,5×10 <sup>-12</sup> |
| Чувствительность регистрации, нКл/Гр                                       | 20-300                |
| Длительность фронта импульса, нс, не более                                 | 1,0                   |
| Диапазон измеряемых мощностей доз фотонного и электронного излучений, Гр/с | до 10 <sup>6</sup>    |
| Диапазон регистрируемых энергий для фотонов, МэВ                           | 0,1-500               |
| Напряжение питания, В                                                      | 100 - 500             |

В отечественном приборостроении алмазные детекторы, по ряду объективных причин, пока еще не получили широкого распространения и производятся в ограниченных объемах. Примерная номенклатура алмазных детекторов: детекторы альфа-частиц спектрометрические; детекторы дозиметрические ; детекторы импульсные временные; детекторы быстрых нейтронов; детекторы тепловых нейтронов. В табл.1д - 4д. приводятся ориентировочные характеристики некоторых приборов, реализованных на основе природных алмазов.

**Табл. 1.3д.** Характеристики дозиметрических алмазных детекторов

|                                                      |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------|
| Чувствительный объем, мм <sup>3</sup>                | 1 - 8                 |
| Толщина чувствительного элемента, мм                 | 0,2-0,5               |
| Линейность, при изменении дозы в 100 раз, %, не хуже | 5                     |
| Чувствительность регистрации, нКл/Гр,                | 20-300                |
| Темновой ток чувствительного элемента, А, не более   | 0,5×10 <sup>-12</sup> |
| Диапазон измеряемых мощностей доз Гр/мин             | 0,02-3,00             |
| Диапазон регистрируемых энергий для фотонов, МэВ     | 0,08-25               |
| Напряжение питания, В                                | 100                   |

**Табл. 4д.** Характеристики детектора нейтронов

|                                                       |                       |
|-------------------------------------------------------|-----------------------|
| Режим работы                                          | счетный и токовый     |
| Площадь чувствительного элемента, мм <sup>2</sup>     | 9-100                 |
| Темновой ток чувствительного элемента, А              | 0,5×10 <sup>-12</sup> |
| Диапазон энергий нейтронов, МэВ                       | до 20,0               |
| Диапазон регистрируемых потоков, 1/см2с.              | до 10 <sup>15</sup>   |
| Эффективность регистрации, % , не менее               | 1,0                   |
| Нестабильность скорости счета за 8 часов, %, не более | 0,5                   |
| Напряжение питания, В                                 | 100                   |

### 1.4.1. Спектрометрический алмазный детектор ионизирующего излучения АДII-1

Спектрометрический детектор ионизирующего излучения АДII-1 предназначен для измерения энергетических спектров источников альфа- частиц, протонов, ионов и используется в составе спектрометрических систем и приборов (с зарядочувствительными предусилителями и многоканальными анализаторами).

Детектор представляет собой самостоятельный прибор, включающий чувствительный элемент на основе алмаза, установленный внутри специального корпуса, выполненного в стандарте BNC-7025. В корпусе имеется входная диафрагма, размеры которой определяются площадью активной области чувствительного элемента. Детектор согласован для работы в каналах регистрации с волновым сопротивлением 50 Ом. Схематическое устройство детектора приведено на рис. 1.50д.

Основные параметры детектора АДII-1 приведены в табл.1.46. Внешний вид и габаритные размеры детектора приведены на рис. 1.50, а схема включения на рис. 1.51.

**Таблица 1.46.** Основные параметры детектора ионизирующего излучения АДII-1

| Наименование параметра. Единица измерения.                                                 | Тип прибора/Норма параметра |           |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------|-----------|
|                                                                                            | АДII-1.1                    | АДII-1.2  | АДII-1.3  |
| Площадь чувствительного элемента, мм <sup>2</sup>                                          | 2 - 16                      | 2 - 16    | 2 - 16    |
| Толщина чувствительного элемента, мм                                                       | 0,2 - 0,3                   | 0,2 - 0,3 | 0,2 - 0,3 |
| Энергетическое разрешение для альфа-частиц с энергией 5 МэВ, %                             | <2                          | 2 - 5     | 5 - 10    |
| Ухудшение величины энергетического разрешения, %, не более                                 | 2                           |           |           |
| Изменение положения энергетического пика, %, не более                                      | 5                           |           |           |
| Нестабильность скорости счета за 8 часов, %, не более                                      | 2                           |           |           |
| Время нарастания выходного импульса, нс, не более                                          | 1                           |           |           |
| Предельно допустимая доза $\alpha$ -частиц, вызывающая поляризацию, частиц/см <sup>2</sup> | $10^{12} - 10^{13}$         |           |           |
| Напряжение питания, Uсм, В                                                                 | 200 - 400                   |           |           |
| Темновой ток, А, не более                                                                  | $5 \times 10^{-13}$         |           |           |
| Диапазон рабочих температур, °С                                                            | +5...+30                    |           |           |
| Габаритные размеры, мм                                                                     | Ø12 x 29                    |           |           |
| Масса, г, не более                                                                         | 15                          |           |           |
| № рисунка                                                                                  | 1-160                       |           |           |

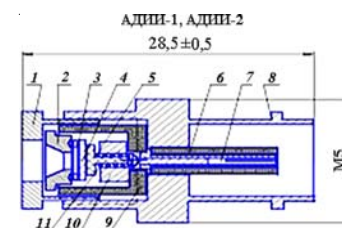


Рис. 1.50д. Схематический разрез детектора.

(1) – прижимная гайка; (2) – диафрагма входная; (3) – демпфирующее кольцо; (4)– чувствительный элемент –алмазная пластина; (5) – графитовый контактор собирающего электрода; (6)– изолирующая втулка корпуса; (7) – цанговый контакт собирающего электрода; (8) – корпус; (9) – коаксиальный изолятор собирающего электрода; (10) – столик контактный собирающего электрода; (11) – пружина.

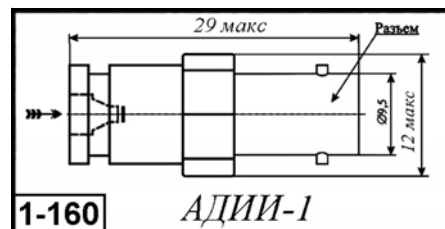
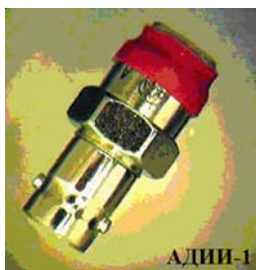


Рис. 1.50. Внешний вид и габаритные размеры детектора АДИИ-1.

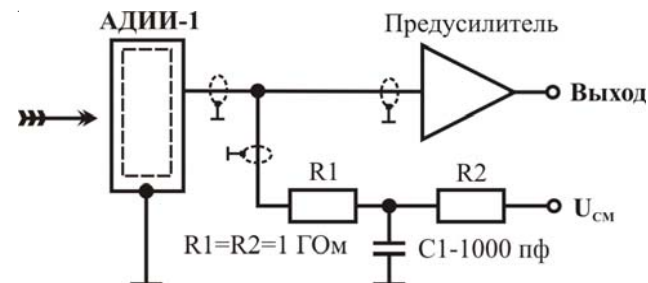


Рис. 1.51. Схема включения детектора АДИИ-1 и АДИИ-2.

### 1.4.2. Алмазный детектор ионизирующего излучения АДИИ-2

Детектор ионизирующего излучения АДИИ-2 предназначен для измерения объемной и удельной активности радионуклидов в газах. Детектор может работать как в счётном, так и в токовом режиме и успешно применяется для дозового мониторинга фотонного и высокоэнергетичного корпускулярного излучения. Конструкция прибора аналогична АДИИ-1.

Основные параметры детектора АДИИ-2 приведены в табл.1.47. Внешний вид и габаритные размеры детектора приведены на рис. 1.52, а схема включения на рис. 1.51.

**Таблица 1.47.** Основные параметры детектора ионизирующего излучения АДИИ-2

| Наименование параметра. Единица измерения.                                         | Норма параметра                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| Площадь чувствительного элемента, мм <sup>2</sup>                                  | 2 - 16                              |
| Толщина чувствительного элемента, мм                                               | 0,2 - 0,4                           |
| Диапазон регистрируемых энергий α- частиц                                          | 4,5 - 7,6 МэВ                       |
| Диапазон регистрируемых энергий β- излучения                                       | 66 кэВ - 1 МэВ                      |
| Диапазон регистрируемых энергий γ- и рентгеновского излучения                      | 2 кэВ - 3 МэВ                       |
| Чувствительность, Кл*мм <sup>2</sup> *β-частиц <sup>-1</sup> , не менее            | 1,4* 10 <sup>-19</sup>              |
| Нестабильность скорости счета за 8 часов, %, не более                              | 2                                   |
| Время нарастания выходного импульса, нс, не более                                  | 1                                   |
| Предельно допустимая доза α-частиц, вызывающая поляризацию, частиц/см <sup>2</sup> | 10 <sup>12</sup> - 10 <sup>13</sup> |
| Напряжение питания, Uсм, В                                                         | 50 - 200                            |
| Темновой ток, А, не более                                                          | 5 x 10 <sup>-13</sup>               |
| Диапазон рабочих температур, °С                                                    | +5...+30                            |
| Габаритные размеры, мм                                                             | Ø15 x 27                            |
| Масса, г, не более                                                                 | 15                                  |
| № рисунка                                                                          | 1-161                               |

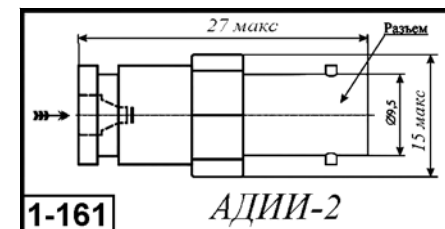


Рис. 1.52. Внешний вид и габаритные размеры детектора АДИИ-2.

### 1.4.3. Алмазный детектор ионизирующего излучения АДИИ-3

Детектор АДИИ-3 предназначен для регистрации импульсов бета- и гамма излучения с высоким временным разрешением и может эксплуатироваться в промышленных и лабораторных условиях.

Детектор представляет собой самостоятельный прибор, включающий чувствительный элемент на основе алмаза, установленный внутри специального корпуса, выполненного в стандарте BNC. В корпусе имеется входная диафрагма, размеры которой определяются площадью активной области чувствительного элемента. Детектор согласован для работы в каналах регистрации с волновым сопротивлением 50 Ом.

Основные параметры детектора АДИИ-3 приведены в табл. 1.48. Внешний вид и габаритные размеры детектора приведены на рис. 1.54, а схема включения на рис. 1.55.



Таблица 1.48. Основные параметры детектора ионизирующего излучения АДИИ-3

| Наименование параметра. Единица измерения.                      | Норма параметра     |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------|
| Площадь активной области, мм <sup>2</sup>                       | 1 - 8               |
| Толщина полупроводникового элемента, мм                         | 0,2 - 1,0           |
| Напряжение смещения, U <sub>см</sub> , В                        | 50 - 200            |
| Темновой ток, А                                                 | 5x10 <sup>-13</sup> |
| Чувствительность регистрации $\gamma$ излучения не менее, Кл/Гр | н/д                 |
| Чувствительность регистрации $\beta$ излучения, Кл/Гр           | н/д                 |
| Диапазон линейности измеряемой мощности дозы, Гр/с              | 2 - 4               |
| Диапазон регистрируемых энергий $\gamma$ излучения, МэВ         | от 0.02 до 20       |
| Временное разрешение не хуже, нс                                | н/д                 |
| Диапазон рабочих температур, оС                                 | +5...+30            |
| Габаритные размеры, мм                                          | Ø11,5 x 29          |
| Масса, г, не более                                              | 15                  |
| № рисунка                                                       | 1-162               |

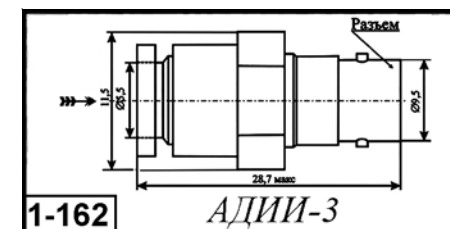


Рис. 1.54. Внешний вид и габаритные размеры детектора АДИИ-3.

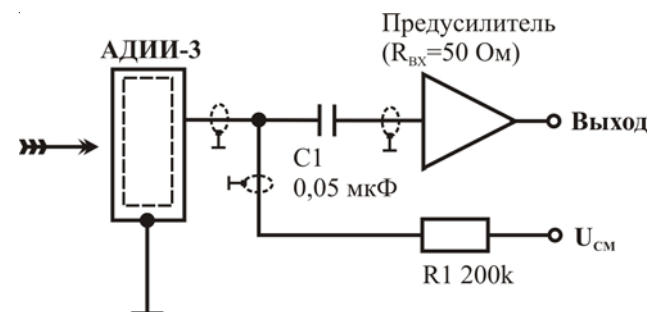


Рис. 1.55. Схема включения детектора АДИИ-3.

### 1.4.4. Алмазные детекторы ионизирующего излучения АДИИ-3.1, АДИИ-3.2, АДИИ-3.3

Алмазные детекторы ионизирующего излучения АДИИ-3.1, АДИИ-3.2, АДИИ-3.3 предназначены для измерения доз фотонного, электронного и протонного излучений в составе дозиметрической и медицинской аппаратуры.

За счет высокой чувствительности и малого активного объема применяется для измерений радиационных характеристик терапевтических пучков излучения, измерений радиационных полей и поглощенных доз в фантомах, а так же прямых измерений радиационных полей и поглощенных доз на больных.

Детектор размещается в водостойком полистироловом корпусе с кабелем, который заканчивается разъемом..

Основные параметры детектора АДИИ-3 приведены в табл.1.49. Схематическое устройство детектора приведено на рис. 1.52д. Внешний вид и габаритные размеры детектора приведены на рис. 1.56.

При подключении детекторов к внешним приборам могут использоваться схемы, приведенные на рис.1.53 и 1.55.

**Таблица 1.49.** Основные параметры детектора ионизирующего излучения АДИИ-3

| Наименование параметра. Единица измерения.                                   | АДИИ-3.1            | АДИИ-3.2   | АДИИ-3.3   |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------|------------|------------|
| Объем чувствительного элемента, мм <sup>3</sup>                              | 1 - 8               | 1 - 6      | 1 - 6      |
| Толщина чувствительного элемента, мм                                         | 0,2 - 0,5           | 0,2 - 1,0  | 0,2 - 1,0  |
| Чувствительность регистрации, нК/Гр                                          | 20 - 300            | 20 - 300   | 20 - 300   |
| Диапазон измеряемых мощностей доз фотонного и электронного излучений, Гр/мин | 0,02 - 3,0          | 0,05 - 3,0 | 0,05 - 3,0 |
| Линейность к дозе, при изменении дозы в 100 раз, %                           | <2                  | 2 - 4      | 2 - 4      |
| Диапазон регистрируемых энергий для фотонов, МэВ                             | 0,08 - 25           | 0,08 - 25  | 0,08 - 25  |
| Напряжение питания, U <sub>см</sub> , В                                      | 20 - 100            | 50 - 200   | 50 - 200   |
| Темновой ток, А, не более                                                    | $5 \times 10^{-13}$ |            |            |
| Диапазон рабочих температур, °С                                              | +5...+30            |            |            |
| Габаритные размеры, мм                                                       | Ø7,5 x 20           |            |            |
| Масса, г, не более                                                           | 10                  |            |            |
| № рисунка                                                                    | 1-163               |            |            |



Рис. 1.56. Внешний вид и габаритные размеры детекторов АДИИ-3.1, АДИИ-3.2, АДИИ-3.3

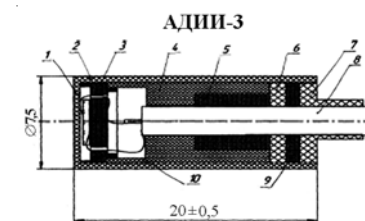
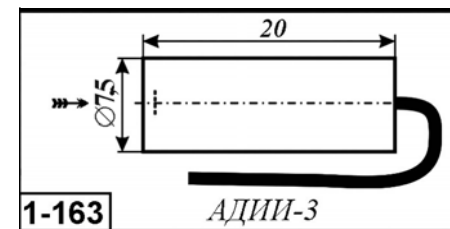


Рис. 1.52д. Схематический разрез детектора АДИИ-3:

(1) – чувствительный алмазный элемент; (2) – полистироловый корпус; (3) – основание; (4) – направляющая втулка; (5) – обжимная втулка; (6) – уплотняющее кольцо; (7) – уплотняющая втулка; (8) – триаксиальный кабель; (9) – герметик; (10) – проводник



### 1.4.4д. Химически устойчивые алмазные детекторы ионизирующего излучения ADП-2R

Детектор ADП-2R разработан для использования в качестве датчика радиационно измерительного оборудования для атомной физики. Используется в измерительных системах - специально для определения объемной или удельной активности отдельных радионуклидов - в жидкостях и газах, которые имеют другую концентрацию.

Датчик выпускались в четырех модификациях, которые приведены в табл.1.49д (1). Эскиз конструкции детектора показан на рис. 1.56д. Основные параметры детектора приведены в табл. 1.49д.

Таблица 1.49д. Основные параметры детектора ADП-2R

| Наименование параметра.<br>Единица измерения.  | Норма<br>параметра    |
|------------------------------------------------|-----------------------|
| Чувствительность, Кл/г не менее                | $5,0 \times 10^{-7}$  |
| Диапазон измерений, беккерелей/дм <sup>3</sup> | $10^4 \dots 10^{10}$  |
| Основная погрешность, %, не более              | 35                    |
| Подсчет отклонение скорости, не более          | 2                     |
| Рекомендуемое напряжение питания, В            | 50...200              |
| Максимальное напряжение питания, В             | 400                   |
| Темновой ток, А                                | $0,5 \times 10^{-12}$ |

Примечание: \*) Энергетическое разрешение детектора определялось при  $E=5,5$  МэВ альфа-частиц от <sup>238</sup>Pu источника ( $10^4$  беккерелей)

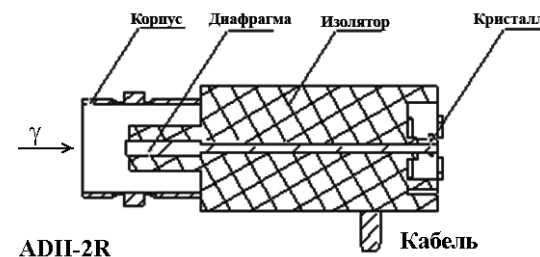


Рис. 1.56д. Эскиз конструкции детектора ADП-2R.

Таблица 1.49д.(1). Модификации детектора ADП-2R.

| Модель | Особенности                                                                                             |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1А     | Розетка тип BNC-103 RF-разъем с зажимом алмазной пластины                                               |
| 1В     | Розетка тип BNC-103 RF-разъем.<br>Микросварка выводов к алмазной пластине                               |
| 2А     | Вилка тип BNC-7007 RF-разъем с зажимом алмазной пластины                                                |
| 2В     | Вилка тип BNC-7007 RF-разъем.<br>Микросварка выводов к алмазной пластине                                |
| 0      | BNC-7044 специальный химически стойкий корпус. Фиксация электродов алмазной пластины с лицевой стороны. |

### 1.4.5. Детектор алмазный дозиметрический ПДПС-1К

Детектор алмазный дозиметрический ПДПС-1К предназначен для работы в составе дозиметрической аппаратуры, (в том числе анализаторов дозного поля медицинских радиотерапевтических установок) и обеспечивает измерения относительных распределений доз фотонного, электронного и протонного излучений. Чувствительность детектора слабо зависит от угла падения излучения.

Детектор размещен в водостойком полистироловом корпусе с кабелем, который заканчивается разъемом.

Основные параметры детектора ПДПС-1К приведены в табл.1.50. Внешний вид и габаритные размеры детектора приведены на рис. 1.57. Диаграммы зависимости чувствительности детектора от угла падения потока излучения приведены на рис. 158.

**Таблица 1.50.** Основные параметры дозиметрического детектора ПДПС-1К

| Наименование параметра. Единица измерения.                                   | Норма параметра              |
|------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| Объем чувствительного элемента, мм <sup>3</sup>                              | 1...6                        |
| Толщина чувствительного объема, мм                                           | 0,1...0,4                    |
| Диапазон измеряемых мощностей доз фотонного и электронного излучений, Гр/мин | 0,05...30                    |
| Диапазон регистрируемых энергий, МэВ:                                        |                              |
| · для фотонов                                                                | 0,08...25                    |
| · для электронов                                                             | 4...25                       |
| Аналоговая чувствительность регистрации, Кл/Гр                               | $(0,5...5,0) \times 10^{-7}$ |
| Нелинейность характеристики преобразования, %                                | 2                            |
| Напряжение питания, U <sub>см</sub> , В                                      | 100                          |
| Темновой ток, А, не более                                                    | $5 \times 10^{-13}$          |
| Доза предварительного облучения, Гр, не более                                | 10                           |
| Радиационный ресурс, Гр                                                      | $1 \times 10^7$              |
| Габаритные размеры, мм                                                       | ∅7 x 20                      |
| Длина кабеля, м                                                              | 1,5                          |
| Масса (без кабеля), г, не более                                              | 10                           |
| № рисунка                                                                    | 1-164                        |

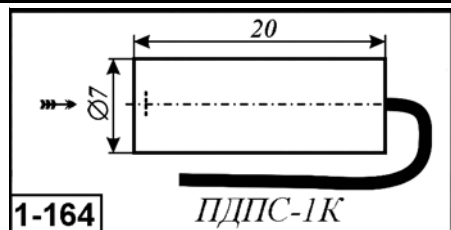
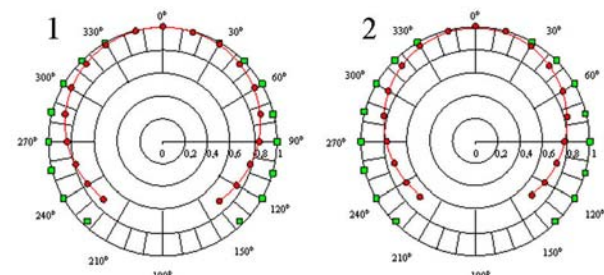


Рис. 1.57. Внешний вид и габаритные размеры детектора ПДПС-1К



Угловая зависимость чувствительности регистрации для фотонов <sup>60</sup>Со (1) и тормозного излучения с энергией 6 МэВ (2) алмазного (■) и кремниевого (●) детектора. **1-164x**

Рис. 1.58. Диаграммы зависимости чувствительности детектора ПДПС-1К от угла падения потока излучения.



### 1.4.5д. Водонепроницаемый алмазный детектор ТМ60003

Водонепроницаемые алмазные детекторы ТМ60003 были разработаны на основе природных алмазов р-типа. Они близки по свойствам к тканеэквивалентным детекторам.

Детекторы разработаны для измерений дозовых распределений высокоэнергетических фотонных и электронных излучений.

Так как они обладают малым чувствительным объемом они пригодны для измерений МРТ полей, стереотаксиса, брахитерапии, в сканирующих водных фантомах и отлично подходят для измерения полей малых размеров или с малым шагом градиента.

Детектор размещен в водостойком полистироловом корпусе с кабелем, который заканчивается разъемом.

Алмазные детекторы ТМ60003 имеют великолепное пространственное разрешение, малую энергетическую и температурную зависимость, высокую чувствительность, почти не зависит от направленности, высокую сопротивляемость радиационному разрушению.

Основные параметры детектора ТМ60003 приведены в табл.1.50д. Внешний вид детектора приведен на рис. 1.57д.

**Таблица 1.50д.** Основные параметры водонепроницаемого алмазного детектора ТМ60003

| Наименование параметра. Единица измерения.                                            | Норма параметра   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Объем чувствительного элемента, мм <sup>3</sup>                                       | 1...6             |
| Толщина чувствительного объема, мм                                                    | 0,3               |
| Диапазон регистрируемых энергий, МэВ:                                                 | 4...20            |
| Нелинейность характеристики преобразования в диапазоне энергий от 80 кэВ до 20 МэВ, % | ±2                |
| Напряжение питания, U <sub>см</sub> , В                                               | 100               |
| Угловая зависимость в воде, %, не хуже                                                | ±2                |
| Напряжение питания, U <sub>см</sub> , В                                               | 100               |
| Радиационный ресурс, Гр                                                               | 1*10 <sup>7</sup> |
| Габаритные размеры, мм                                                                | Ø7 (или Ø5) x 20  |
| Масса (без кабеля), г, не более                                                       | 10                |
| Длина кабеля, м                                                                       | 1,5               |



Рис. 1.57д. Внешний вид алмазного детектора ТМ60003

### 1.4.6 Алмазные детекторы ионизирующего излучения САД1, САД1-01

Алмазные детекторы ионизирующего излучения САД1, САД1-01 предназначены для дозиметрии импульсных фотонных ионизирующих излучений.

Разработаны 2 варианта детектора: - САД1 - для работы на нагрузку 50 Ом; САД1-01 - для работы на нагрузку 75 Ом.

Каждый вариант имеет 3 сменных исполнения:

- основное - для диапазона 0,06 - 10 МэВ;
- с коллимирующим колпаком - 0,02 - 0,5 МэВ;
- с усиливающим радиатором - 0,2 - 30 МэВ.

Основные параметры алмазных детекторов САД1, САД1-01 приведены в табл.1.51.

**Таблица 1.51.** Основные параметры алмазных детекторов САД1, САД1-01

| Наименование параметра. Единица измерения. | Тип прибора/Норма параметра |                                      |
|--------------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
|                                            | САД1                        | САД1-01                              |
| Диапазоны чувствительности Кл/Р            |                             |                                      |
| нижний диапазон                            | $(0,6 - 9) \cdot 10^{-11}$  | $(0,6 - 9) \cdot 10^{-11}$           |
| верхний диапазон                           |                             | $1 \cdot 10^{-10} - 5 \cdot 10^{-9}$ |
| Временное разрешение, нс                   |                             |                                      |
| нижний диапазон                            | <0,2                        | <0,4                                 |
| верхний диапазон                           |                             | < 1,8                                |
| Линейный ток, А, не менее                  | 2                           | 2                                    |
| Напряжение питания, В                      | 700                         | 700                                  |
| Темновой ток, А, не более                  | $1 \cdot 10^{-11}$          | $1 \cdot 10^{-11}$                   |
| Радиационная стойкость, Гр, не менее       | $1 \cdot 10^5$              | $1 \cdot 10^5$                       |
| Диапазон рабочих температур, °С            | +5...+30                    | +5...+30                             |
| Габаритные размеры, мм                     | 22 x 34                     | 22 x 34                              |
| Масса, г, не более                         | 45                          | 45                                   |

## **Глава 1.5. Датчики и приемники излучения на основе фотодиодов**

В качестве датчиков и приемников ионизирующего излучения могут использоваться кремниевые PIN и микропиксельные фотодиоды,

1.5.1. Фотодиоды ФДУК-100УВ, ФДУК-100УВZr/Sic, ФДУК-1УВСК, ФДУК-8УВСК [Е от 1,13 до 60000 эВ]

PIN фотодиоды серии ФДУК- ...УВ предназначены для использования в спектральном диапазоне от 0,02 до 1100 нм. Диапазон энергий квантов от 1,13 до 60000 эВ. Для регистрации мягкого рентгеновского излучения приборы комплектуются коллиматором. Основные параметры приборов приведены в табл. 1.53. Внешний вид фотодиодов приведен на рис.1.59...1.61. На рис. 1.62 приведена спектральная характеристика ФДУК-100УВ.

Таблица 1.53 Основные параметры фотодиодов ФДУК-XX при температуре 20±5°С.

| Тип прибора                              | АФЧэ,<br>мм | Δλ,<br>мкм | Uр,<br>В | Iт,<br>А                   | Sλ, А/Вт, (λ, нм)                           | Постоянная времени, τ,<br>(Rн=25 Ом, λ=620 нм), с,<br>не более | Габаритные<br>размеры, мм<br>[Тип корпуса] | № рис           |
|------------------------------------------|-------------|------------|----------|----------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------|
| ФДУК-100УВ                               | 10х10       | 0,02...1,1 | 0        | 1*10 <sup>-9</sup> (10 мВ) | 0,4 (900 нм); 0,22 (10 нм); 0,024 (0,04 нм) | 5*10 <sup>-4</sup> (0В)                                        | Ø20х4,3                                    | 1-167<br>1-167х |
| ФДУК-100УВZr/Sic<br>с фильтром для 13 нм | 10х10       | 0,02...1,1 | 0        | 1*10 <sup>-9</sup> (10 мВ) | 0,4 (900 нм)                                | 5*10 <sup>-4</sup> (0В)                                        | Ø20х4,3                                    |                 |
| ФДУК-1УВСК                               | Ø1,2        |            | 10...50  | 1*10 <sup>-7</sup> (50В)   | 0,4 (900 нм)                                | 5*10 <sup>-6</sup> (50В)                                       | [SMA]                                      | 1-165           |
| ФДУК-8УВСК                               | Ø3,2        | 0,02...1,1 | 10...50  | 5*10 <sup>-8</sup> (50В)   | 0,4 (900 нм)                                | 8*10 <sup>-6</sup> (50В)                                       | [BNC]                                      | 1-166           |



ФДУК-1УВСК (с коллиматором, отверстие Ø1 мм х 3 мм)  
Рис. 1.59.



ФДУК-8УВСК (с коллиматором, отверстие Ø3 мм х 6 мм)  
Рис. 1.60.

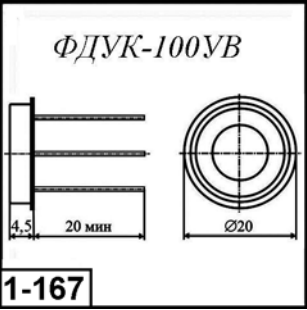


Рис. 1.61.



### 1.5.2. Модули счетчика фотонов СРТА РС1, СРТА РС9, СРТА РС21

Модуль счетчика фотонов представляет собой устройство, содержащее микропиксельный фотодиод и схему усиления и обработки сигнала. Модуль способен регистрировать единичный фотон. Подобные модули являются конкурентами сцинтиллоков на ФЭУ.

Основные параметры модулей приведены в табл. 1.52д, а внешний вид на рис. 1.61д. На рис.1.62д. приведена зависимость эффективности регистрации фотонов от длины волны света.

**Таблица 1.53д.** Основные параметры модулей счетчиков фотонов на основе микропиксельных

| Наименование параметра. Единица измерения.                                         | Тип прибора/Норма параметра |                |                |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------|----------------|
|                                                                                    | СРТА РС 1                   | СРТА РС 9      | СРТА РС 21     |
| Количество пикселей                                                                | 1                           | 9              | 21             |
| Темновой счет, Гц                                                                  | $0,2 \cdot 10^3$            | $5 \cdot 10^3$ | $1 \cdot 10^4$ |
| Размер фоточувствительной площадки, мкм                                            | 30 x 30                     | 120 x 120      | Ø200           |
| Квантовая эффективность на:                                                        |                             |                |                |
| $\lambda = 530$ нм, не менее                                                       |                             | 35             | 35             |
| $\lambda = 680$ нм, не менее                                                       | 40                          | 40             | 40             |
| $\lambda = 800$ нм, не менее                                                       | 25                          | 25             | 25             |
| Максимальное выходное напряжение (для 21 фотоэлектрона) (мВ),                      |                             |                | 500            |
| Максимальное выходное напряжение (для 9 фотоэлектрона) (мВ),                       |                             | 200            |                |
| Время нарастания выходного импульса (нс), не более 2;                              | 2                           |                |                |
| Время спада выходного импульса (нс), не более                                      | 150                         |                |                |
| Максимальная скорость счета, Гц                                                    | $3 \cdot 10^6$              |                |                |
| Амплитуда одиночного (одnofотонного импульса) при $R_{нар.} = 50$ Ом, мВ, не менее | 25                          |                |                |
| Полярность выходного импульса                                                      | Отрицательная               |                |                |
| Напряжение питания, В                                                              | 5                           |                |                |
| Ток потребления, мА, не более                                                      | 10                          |                |                |
| Габаритные размеры, мм, не более                                                   | 10 x 30 x 10                |                |                |



Рис. 1.61д. Внешний вид и габаритные размеры модуля счетчика фотонов на основе микропиксельных фотодиодов.

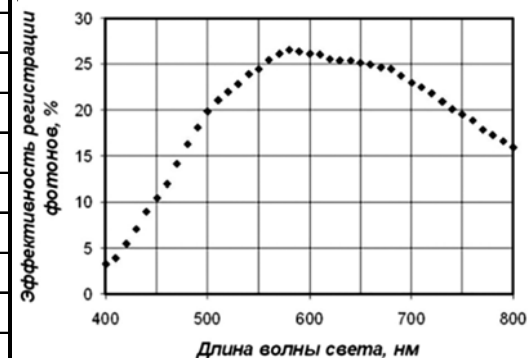


Рис. 1.62д. Зависимость эффективности регистрации фотонов МРП ЛФД от длины волны света.



### 1.5.3. Блок детектирования АВ-5

Малогабаритный маломощный блок детектирования для переносной, радиометрической и спектрометрической аппаратуры измерения поверхностных загрязнений альфа-активными веществами (ядерные производства, шахты, экология).

Состав блока: кремниевый р-і-п фотодиод, усилитель-дискриминатор с регулируемым порогом и источник смещения ФД.

Основные параметры блока детектирования АВ-5 приведены в табл. 1.54. Внешний вид блока приведен на рис 1.62. Пример альфа-спектра, зарегистрированного блоком АВ-5 приведен на рис. 1.63.

**Таблица 1.54.** Основные параметры блока детектирования АВ-5 при температуре  $20 \pm 5^\circ\text{C}$ .

| Наименование параметра. Единица измерения                    | Норма параметра |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|
|                                                              | Вариант 1       | Вариант 2 |
| Тип фотоприемника                                            | Si, p-i-n       | Si, p-i-n |
| Площадь фоточувствительного элемента, мм <sup>2</sup>        | 5               | 100       |
| Нижний порог дискриминации по энергии, кэВ                   | 100             | 10        |
| Амплитуда выходных импульсов аналогового канала, В, не более | 0,7             | 1,0       |
| Амплитуда выходных импульсов цифрового канала, В, не менее   | 4               | 4         |
| Фронт нарастания выходного импульса, мкс, не более           | 5               | 2         |
| Напряжение питания, В                                        | 6...30          | 6...30    |
| Ток потребления, мА, не более                                | 5               | 8         |
| Диапазон рабочих температур, °C                              |                 | -50...+60 |
| Габаритные размеры, мм, не более                             | ~30 x 30 x 10   |           |
| № рисунка                                                    | 1-168           |           |



Рис. 1.62. Внешний вид блока детектирования АВ-5.

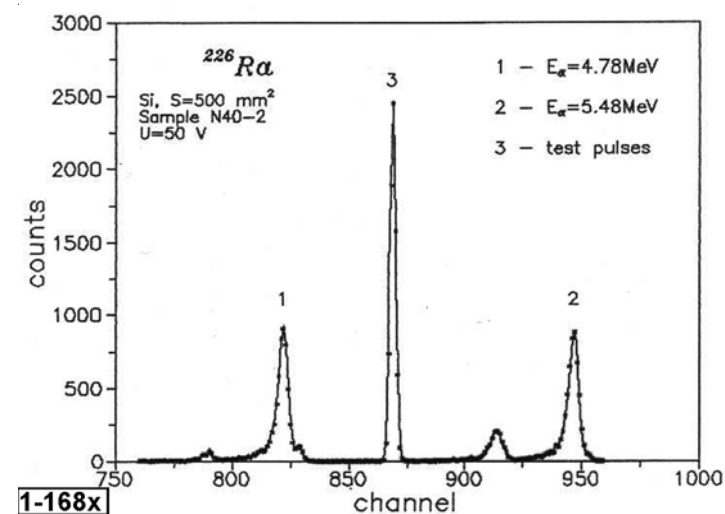


Рис 1.63. Альфа-спектр  $^{226}\text{Ra}$ , зарегистрированный блоком детектирования АВ-5.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника**

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника**

| № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора  | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|-------------|---------------------------|-------|--------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|
| 1     | 2Х701А-1    | 160 (160)                 | 31    | БДЕГ-25.195  | 156 (155)                 | 61    | БДЗА-96г    | 108 (107)                 |
| 2     | 2Х701Б-1    | 160 (160)                 | 32    | БДЕГ-30.185  | 156 (155)                 | 62    | БДЗА-100Б   | 108 (107)                 |
| 3     | 2Х701В-1    | 160 (160)                 | 33    | БДЕГ-30.195  | 156 (155)                 | 63    | БДКН-04     | 91 (91)                   |
| 4     | АДП-2R      | 168 (168)                 | 34    | БДЕГ-35.190  | 156 (155)                 | 64    | БДКН-96     | 91 (91)                   |
| 5     | АВ-5        | 175 (175)                 | 35    | БДЕГ-35.200  | 156 (155)                 | 65    | БДКР-01     | 112 (112)                 |
| 6     | АГ-1        | 81 (81)                   | 36    | БДЕГ-40.190  | 156 (155)                 | 66    | БДМГ-04-00  | 89 (89)                   |
| 7     | АГ-2        | 81 (81)                   | 37    | БДЕГ-40.200  | 156 (155)                 | 67    | БДМГ-04-01  | 89 (89)                   |
| 8     | АГ-3        | 81 (82)                   | 38    | БДЕГ-45.190  | 156 (155)                 | 68    | БДМГ-04-02  | 89 (89)                   |
| 9     | АГ-4        | 81 (82)                   | 39    | БДЕГ-45.210  | 156 (155)                 | 69    | БДМГ-04-03  | 89 (89)                   |
| 10    | АГ-5        | 81 (82)                   | 40    | БДЕГ-50.195  | 156 (155)                 | 70    | БДМГ-04-04  | 89 (89)                   |
| 11    | АГ-6        | 81 (82)                   | 41    | БДЕГ-50.210  | 156 (155)                 | 71    | БДМГ-101    | 90 (90)                   |
| 12    | АДИИ-1.1    | 164 (164,165)             | 42    | БДЕГ-55.200  | 156 (155)                 | 72    | БДМГ-101М   | 90 (90)                   |
| 13    | АДИИ-1.2    | 164 (164,165)             | 43    | БДЕГ-55.210  | 156 (155)                 | 73    | БДМГ-АТ2343 | 89 (89)                   |
| 14    | АДИИ-1.3    | 164 (164,165)             | 44    | БДЕГ-60.200  | 156 (155)                 | 74    | БДМН-96     | 91 (91)                   |
| 15    | АДИИ-2      | 165 (165)                 | 45    | БДЕГ-60.210  | 156 (155)                 | 75    | БДПА-01     | 108 (107)                 |
| 16    | АДИИ-3      | 166 (166)                 | 46    | БДЕР-Г-7К-02 | 154 (153)                 | 76    | БДР1-20     | 152 (152)                 |
| 17    | АДИИ-3.1    | 167 (167)                 | 47    | БДЕР-Г-7К-05 | 154 (153)                 | 77    | БДР1-50     | 152 (152)                 |
| 18    | АДИИ-3.2    | 167 (167)                 | 48    | БДЕР-Г-7К-1  | 154 (153)                 | 78    | БДР1-125    | 152 (152)                 |
| 19    | АДИИ-3.3    | 167 (167)                 | 49    | БДЕР-Г-7К-2  | 154 (153)                 | 79    | БДР1-200    | 152 (152)                 |
| 20    | АС-1        | 25 (27)                   | 50    | БДЕР-Г-7К-3  | 154 (153)                 | 80    | БДР-2       | 85 (85)                   |
| 21    | АС-2        | 25 (27)                   | 51    | БДЕР-Г-7К-5  | 154 (153)                 | 81    | БДР-2-01    | 85 (85)                   |
| 22    | БДЕГ-10.175 | 156 (155)                 | 52    | БДЕР-Г-7К-8  | 154 (153)                 | 82    | БДР2-20     | 152 (152)                 |
| 23    | БДЕГ-10.185 | 156 (155)                 | 53    | БДЕР-Г-7К-10 | 154 (153)                 | 83    | БДР2-50     | 152 (152)                 |
| 24    | БДЕГ-13.180 | 156 (155)                 | 54    | БДЕР-Г-7К-15 | 154 (153)                 | 84    | БДР2-125    | 152 (152)                 |
| 25    | БДЕГ-13.190 | 156 (155)                 | 55    | БДЕР-Г-7К-20 | 154 (153)                 | 85    | БДР2-200    | 152 (152)                 |
| 26    | БДЕГ-15.180 | 156 (155)                 | 56    | БДЕР-КИ-11К  | 147 (146)                 | 86    | БДР-3       | 85 (85)                   |
| 27    | БДЕГ-15.190 | 156 (155)                 | 57    | БДЗА-96      | 108 (107)                 | 87    | БДР-4       | 85 (85)                   |
| 28    | БДЕГ-20.180 | 156 (155)                 | 58    | БДЗА-96с     | 108 (107)                 | 88    | БДР-5       | 85 (85)                   |
| 29    | БДЕГ-20.190 | 156 (155)                 | 59    | БДЗА-96б     | 108 (107)                 | 89    | БДС-Б       | 109 (109)                 |
| 30    | БДЕГ-25.185 | 156 (155)                 | 60    | БДЗА-96м     | 108 (107)                 | 90    | БДС-Б-150   | 109 (109)                 |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 1** Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника

| № п/п | Тип прибора   | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора          | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора           | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|---------------|---------------------------|-------|----------------------|---------------------------|-------|-----------------------|---------------------------|
| 91    | БДС-Г         | 110 (110)                 | 121   | ВС-14                | 42 (53)                   | 151   | Гелий-18/140-2,8/БЦ   | 67 (69)                   |
| 92    | БДС-Г-100x100 | 110 (110)                 | 122   | ВС-16                | 42 (53)                   | 152   | Гелий-18/140-8,0/БЦ   | 67 (69)                   |
| 93    | БДС-Г-150x100 | 110 (110)                 | 123   | Гамма-1-1            | 57 (58)                   | 153   | Гелий-18/180-8,0/БЦ   | 67 (69)                   |
| 94    | БДС-Р5        | 113 (113)                 | 124   | Гамма-2-1            | 57 (58)                   | 154   | Гелий-18/190-8,0/ОЦ   | 67 (69)                   |
| 95    | Бета-1        | 38 (39)                   | 125   | Гамма-3-1            | 57 (58)                   | 155   | Гелий-30/150-5,0/ОЦ   | 67 (69)                   |
| 96    | Бета-1-1      | 38 (39)                   | 126   | Гамма-4              | 57 (58)                   | 156   | Гелий-30/220-4,25/Л   | 68 (69)                   |
| 97    | Бета-1М       | 55 (56)                   | 127   | Гамма-6              | 57 (58)                   | 157   | Гелий-30/250-3,0/БЦ   | 68 (69)                   |
| 98    | Бета-1М-1     | 55 (56)                   | 128   | Гамма-6-1            | 57 (58)                   | 158   | Гелий-30/330-5,0/Л    | 68 (69)                   |
| 99    | Бета-2        | 38 (39)                   | 129   | Гамма-7              | 57 (58)                   | 159   | Гелий-30/360-4,0/БЦ   | 68 (69)                   |
| 100   | Бета-2-1      | 38 (39)                   | 130   | Гамма-7Ц             | 57 (58)                   | 160   | Гелий-50/430-3,25/К   | 68 (69)                   |
| 101   | Бета-2М       | 55 (56)                   | 131   | Гамма-8              | 57 (58)                   | 161   | Гелий-30/530-4,0/БЦ   | 68 (69)                   |
| 102   | Бета-2М-1     | 55 (56)                   | 132   | Гамма-8Ц             | 57 (58)                   | 162   | Гелий-30/1020-2,75/ЛЦ | 68 (69)                   |
| 103   | Бета-5        | 40 (40)                   | 133   | Гамма-9/13           | 57 (58)                   | 163   | Гелий-30/1030-4,0/БЦ  | 68 (69)                   |
| 104   | Бета-5-1      | 40 (40)                   | 134   | Гамма-9/18           | 57 (58)                   | 164   | ГС-4                  | 43 (53)                   |
| 105   | Бета-5М       | 55 (56)                   | 135   | Гамма-10             | 57 (58)                   | 165   | ГС-6                  | 43 (53)                   |
| 106   | Бета-5М-1     | 55 (56)                   | 136   | Гамма-11             | 57 (58)                   | 166   | ГС-7                  | 43 (53)                   |
| 107   | Бета-5Ц       | 40 (40)                   | 137   | Гамма-11Ц            | 57 (58)                   | 167   | ГС-8                  | 43 (53)                   |
| 108   | Бета-6        | 38 (39)                   | 138   | Гамма-12             | 57 (58)                   | 168   | ГС-9                  | 43 (53)                   |
| 109   | Бета-6-1      | 38 (39)                   | 139   | Гамма-13             | 57 (58)                   | 169   | ГС-10                 | 43 (53)                   |
| 110   | Бета-6М       | 55 (56)                   | 140   | ГД-Г1                | 158 (158)                 | 170   | ГС-11                 | 43 (53)                   |
| 111   | Бета-6М-1     | 55 (56)                   | 141   | Гелий-2              | 68 (69)                   | 171   | ГС-12                 | 43 (53)                   |
| 112   | Бета-7-1      | 38 (39)                   | 142   | Гелий-2-1            | 67 (69)                   | 172   | Д1А                   | 139 (139)                 |
| 113   | Бета-7М-1     | 55 (56)                   | 143   | Гелий-4              | 68 (69)                   | 173   | Д1В                   | 139 (139)                 |
| 114   | ВС-4          | 41 (53)                   | 144   | Гелий-4/2,8          | 67 (69)                   | 174   | Д4.5 А                | 139 (139)                 |
| 115   | ВС-6          | 41 (53)                   | 145   | Гелий-4-1            | 67 (69)                   | 175   | Д4.5 АМ               | 139 (139)                 |
| 116   | ВС-8          | 41 (53)                   | 146   | Гелий-Т-13/180-6,3/Л | 76 (76)                   | 176   | Д4.5 В                | 139 (139)                 |
| 117   | ВС-9          | 41 (53)                   | 147   | Гелий-13/120-8,0/ОЦ  | 67 (68)                   | 177   | Д10 А                 | 139 (139)                 |
| 118   | ВС-9Т         | 42 (53)                   | 148   | Гелий-13/180-6,3/Л   | 67 (68)                   | 178   | Д10 В                 | 139 (139)                 |
| 119   | ВС-11         | 42 (53)                   | 149   | Гелий-18/80-3,0/Л    | 67 (68)                   | 179   | Д30А                  | 139 (139)                 |
| 120   | ВС-13         | 42 (53)                   | 150   | Гелий-18/100-3,0/БЦ  | 67 (69)                   | 180   | Д30В                  | 139 (139)                 |

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника

| № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора    | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|-------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|-------|----------------|---------------------------|
| 181   | ДГ6-0,25    | 142 (142)                 | 211   | ДГДК-70В    | 150 (нет)                 | 241   | ДДС-18/2Б      | 136 (136)                 |
| 182   | ДГД-5А      | 149 (нет)                 | 212   | ДГДК-80А    | 150 (нет)                 | 242   | ДКГ            | 141 (141)                 |
| 183   | ДГД-5Б      | 149 (нет)                 | 213   | ДГДК-80Б    | 150 (нет)                 | 243   | ДКД-М          | 142 (142)                 |
| 184   | ДГД-5В      | 149 (нет)                 | 214   | ДГДК-80В    | 150 (нет)                 | 244   | ДКД-Пм-2,5     | 143 (143)                 |
| 185   | ДГДК-15А    | 149 (нет)                 | 215   | ДГДК-90А    | 150 (нет)                 | 245   | ДКД-Пм-3       | 143 (143)                 |
| 186   | ДГДК-15Б    | 149 (нет)                 | 216   | ДГДК-90Б    | 150 (нет)                 | 246   | ДКДПс-25       | 131 (128)                 |
| 187   | ДГДК-15В    | 149 (нет)                 | 217   | ДГДК-90В    | 150 (нет)                 | 247   | ДКДПс-50       | 131 (128)                 |
| 188   | ДГДК-20А    | 149 (нет)                 | 218   | ДГР-3-1     | 151 (нет)                 | 248   | ДКДПс-100      | 131 (128)                 |
| 189   | ДГДК-20Б    | 149 (нет)                 | 219   | ДГР-3-2     | 151 (нет)                 | 249   | ДКДПс-125      | 131 (128)                 |
| 190   | ДГДК-20В    | 149 (нет)                 | 220   | ДГР-3-3     | 151 (нет)                 | 250   | ДКДПс-200      | 132 (128)                 |
| 191   | ДГДК-25А    | 149 (нет)                 | 221   | ДГР-5-1     | 151 (нет)                 | 251   | ДКДПс-250      | 132 (128)                 |
| 192   | ДГДК-25Б    | 149 (нет)                 | 222   | ДГР-5-2     | 151 (нет)                 | 252   | ДКДПс-350      | 132 (128)                 |
| 193   | ДГДК-25В    | 149 (нет)                 | 223   | ДГР-5-8     | 151 (нет)                 | 253   | ДКДПс-500      | 132 (128)                 |
| 194   | ДГДК-30А    | 149 (нет)                 | 224   | ДГР-11      | 150 (150)                 | 254   | ДКДПсд-20      | 133 (130)                 |
| 195   | ДГДК-30Б    | 149 (нет)                 | 225   | ДГР-12      | 150 (150)                 | 255   | ДКДПсд-50      | 133 (130)                 |
| 196   | ДГДК-30В    | 149 (нет)                 | 226   | ДГР-22      | 150 (150)                 | 256   | ДКДПсд-125     | 133 (130)                 |
| 197   | ДГДК-35А    | 149 (нет)                 | 227   | ДДР-5/2     | 138 (138)                 | 257   | ДКПО-dE/dx-25  | 130 (130)                 |
| 198   | ДГДК-35Б    | 149 (нет)                 | 228   | ДДР-8/2     | 138 (138)                 | 258   | ДКПО-dE/dx-50  | 130 (130)                 |
| 199   | ДГДК-35В    | 149 (нет)                 | 229   | ДДР-12/2    | 138 (138)                 | 259   | ДКПО-dE/dx-125 | 130 (130)                 |
| 200   | ДГДК-40А    | 149 (нет)                 | 230   | ДДР-18/2    | 138 (138)                 | 260   | ДКПО-dE/dx-200 | 130 (130)                 |
| 201   | ДГДК-40Б    | 149 (нет)                 | 231   | ДДС-5/2А    | 136 (136)                 | 261   | ДКПО-Д-0,5-50  | 135 (130)                 |
| 202   | ДГДК-40В    | 149 (нет)                 | 232   | ДДС-5/2Б    | 136 (136)                 | 262   | ДКПО-Д-0,5-100 | 135 (130)                 |
| 203   | ДГДК-50А    | 149 (нет)                 | 233   | ДДС-8/2А    | 136 (136)                 | 263   | ДКПО-Д-0,5-200 | 135 (130)                 |
| 204   | ДГДК-50Б    | 149 (нет)                 | 234   | ДДС-8/2Б    | 136 (136)                 | 264   | ДКПО-Д-1,0-50  | 135 (130)                 |
| 205   | ДГДК-50В    | 149 (нет)                 | 235   | ДДС-8/6А    | 136 (136)                 | 265   | ДКПО-Д-1,0-100 | 135 (130)                 |
| 206   | ДГДК-60А    | 150 (нет)                 | 236   | ДДС-12/10А  | 136 (136)                 | 266   | ДКПО-Д-1,0-200 | 135 (130)                 |
| 207   | ДГДК-60Б    | 150 (нет)                 | 237   | ДДС-12/2А   | 136 (136)                 | 267   | ДКПО-Д-1,5-50  | 135 (130)                 |
| 208   | ДГДК-60В    | 150 (нет)                 | 238   | ДДС-12/2Б   | 136 (136)                 | 268   | ДКПО-Д-1,5-100 | 135 (130)                 |
| 209   | ДГДК-70А    | 150 (нет)                 | 239   | ДДС-18/10А  | 136 (136)                 | 269   | ДКПО-Д-1,5-200 | 135 (130)                 |
| 210   | ДГДК-70Б    | 150 (нет)                 | 240   | ДДС-18/2А   | 136 (136)                 | 270   | ДКПО-Д-2,0-50  | 135 (130)                 |

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника

| № п/п | Тип прибора     | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|-----------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|
| 271   | ДКПО-Д-2,0-100  | 135 (130)                 | 301   | КНК4        | 86 (нет)                  | 331   | МС-13       | 45 (53)                   |
| 272   | ДКПО-Д-2,0-200  | 135 (130)                 | 302   | КНК15       | 86 (нет)                  | 332   | МС-14       | 45 (53)                   |
| 273   | ДКПС-25         | 127 (128)                 | 303   | КНК15-1     | 86 (нет)                  | 333   | МС-16       | 45 (53)                   |
| 274   | ДКПС-35         | 127 (128)                 | 304   | КНК53М      | 86 (нет)                  | 334   | МСТ-17      | 36 (37)                   |
| 275   | ДКПС-50         | 127 (128)                 | 305   | КНК56       | 86 (нет)                  | 335   | МСТ-18      | 36 (37)                   |
| 276   | ДКПС-100        | 128 (128)                 | 306   | КНК56М      | 86 (нет)                  | 336   | МСТР-3      | 79 (80)                   |
| 277   | ДКПС-200        | 128 (128)                 | 307   | КНК57М      | 86 (нет)                  | 337   | МСТР-4      | 79 (80)                   |
| 278   | ДКПС-350        | 128 (128)                 | 308   | КНТ-7       | 87 (87)                   | 338   | МСТР-5      | 79 (80)                   |
| 276   | ДКПС-500        | 128 (128)                 | 309   | КНТ-8       | 87 (87)                   | 339   | ЦДПА-1К     | 137 (137)                 |
| 278   | ДКПСд-20        | 129 (129)                 | 310   | КНТ-9       | 87 (87)                   | 340   | ЦДПА-1К1    | 137 (137)                 |
| 279   | ДКПСд-50        | 129 (129)                 | 311   | КНТ-10      | 87 (87)                   | 341   | ЦДПА-1К2    | 137 (137)                 |
| 277   | ДКПСд-125       | 129 (129)                 | 312   | КНТ-31      | 87 (87)                   | 342   | ЦДПА-1К3    | 137 (137)                 |
| 280   | ДКРС-2,5/3      | 139 (139)                 | 313   | КНТ31-1     | 87 (87)                   | 343   | ЦДПА-1К4    | 137 (137)                 |
| 281   | ДКРС-4/3        | 139 (139)                 | 314   | КНТ-54      | 87 (87)                   | 344   | ЦДПА-1К5    | 137 (137)                 |
| 282   | ДКРС-6/3        | 139 (139)                 | 315   | КНТ-54-1    | 87 (87)                   | 345   | ЦДПС-1К     | 169 (169)                 |
| 283   | ДКРС-9/3        | 139 (139)                 | 316   | КОМБИ-1     | 83 (83)                   | 346   | ПРД-Д-01    | 145 (145)                 |
| 284   | ДОЭ-4           | 161 (161)                 | 317   | ЛКДО-1      | 83 (83)                   | 347   | ПРД-Д-02    | 145 (145)                 |
| 285   | ИКДО-1          | 83 (83)                   | 318   | ЛКДО-2      | 83 (83)                   | 348   | ПРД-Д-04    | 145 (145)                 |
| 286   | ИФВЭ СЦ-201 (1) | 102 (102)                 | 319   | ЛТС-1       | 51 (нет)                  | 349   | ПС-Н1       | 101 (нет)                 |
| 287   | ИФВЭ СЦ-201 (2) | 102 (102)                 | 320   | МДКД-П-10   | 134 (134)                 | 350   | ПС-Н2       | 101 (нет)                 |
| 288   | ИФВЭ СЦ-202     | 102 (102)                 | 321   | МДКД-П-20   | 134 (134)                 | 351   | ПС-Н3       | 101 (нет)                 |
| 289   | ИФВЭ СЦ-203     | 102 (102)                 | 322   | МДКД-П-30   | 134 (134)                 | 352   | ПСТ-40      | 32 (34)                   |
| 290   | ИФВЭ СЦ-204     | 102 (102)                 | 323   | МДКД-П-40   | 134 (134)                 | 353   | ПУ-Г        | 126 (126)                 |
| 291   | ИФВЭ СЦ-205     | 102 (102)                 | 324   | МС-4        | 43 (53)                   | 354   | ПУ-Л        | 126 (126)                 |
| 292   | ИФВЭ СЦ-206     | 102 (102)                 | 325   | МС-6        | 43 (53)                   | 355   | РГД-0       | 158 (158)                 |
| 293   | ИФВЭ СЦ-207     | 102 (102)                 | 326   | МС-7        | 44 (53)                   | 356   | РГД-1       | 158 (158)                 |
| 294   | ИФВЭ СЦ-221     | 102 (102)                 | 327   | МС-8        | 44 (53)                   | 357   | РГД-2       | 158 (158)                 |
| 295   | ИФВЭ СЦ-222     | 102 (102)                 | 328   | МС-9        | 44 (53)                   | 358   | САД1        | 171 (нет)                 |
| 296   | ИФВЭ СЦ-223     | 102 (102)                 | 329   | МС-11       | 44 (53)                   | 359   | САД1-01     | 171 (нет)                 |
| 297   | ИФВЭ СЦ-231     | 102 (102)                 | 330   | МС-12       | 44 (53)                   | 360   | САТ-3       | 22 (24)                   |
| 298   | К1432УП         | 125 (125)                 |       |             |                           |       |             |                           |
| 299   | К1432УПБ        | 125 (125)                 |       |             |                           |       |             |                           |
| 300   | КНК3            | 86 (нет)                  |       |             |                           |       |             |                           |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника**

| № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора           | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора        | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|-------------|---------------------------|-------|-----------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|
| 361   | CAT-4       | 22 (нет)                  | 391   | СБС-3                 | 29 (31)                   | 421   | СДН.83.80.50-18.27 | 100 (101)                 |
| 362   | CAT-5       | 22 (нет)                  | 392   | СБС-4                 | 29 (31)                   | 422   | СДН.83.80.80-18.47 | 100 (101)                 |
| 363   | CAT-7       | 22 (24)                   | 393   | СБС-5                 | 29 (31)                   | 423   | СИ-1 ГИП           | 36 (37)                   |
| 364   | CAT-8       | 22 (24)                   | 394   | СБТ-7                 | 29 (31)                   | 424   | СИ-1БГ             | 51 (53)                   |
| 365   | CAT-9       | 23 (24)                   | 395   | СБТ-9                 | 29 (31)                   | 425   | СИ-1Г              | 46 (53)                   |
| 366   | CAT-10      | 23 (24)                   | 396   | СБТ10                 | 29 (31)                   | 426   | СИФ                | 77 (77)                   |
| 367   | CAT-11      | 23 (24)                   | 397   | СБТ-10А               | 29 (31)                   | 425   | СИ-2Б              | 32 (34)                   |
| 368   | СБМ-7       | 25 (27)                   | 398   | СБТ-11                | 30 (31)                   | 426   | СИ-2БГ             | 51 (53)                   |
| 369   | СБМ-8       | 25 (27)                   | 399   | СБТ-11А               | 30 (31)                   | 427   | СИ2П               | 79 (80)                   |
| 370   | СБМ-9       | 25 (27)                   | 400   | СБТ-13                | 30 (31)                   | 428   | СИ2Р               | 79 (80)                   |
| 371   | СБМ-10      | 25 (27)                   | 401   | СБТ-14                | 30 (31)                   | 429   | СИ-3Б              | 32 (34)                   |
| 372   | СБМ-11      | 26 (27)                   | 402   | СБТ-15                | 32 (31)                   | 430   | СИ-3БГ             | 51 (53)                   |
| 373   | СБМ-12      | 26 (27)                   | 403   | СБТ-16                | 32 (31)                   | 431   | СИ-3Р              | 79 (80)                   |
| 374   | СБМ-13      | 26 (27)                   | 404   | СБТ-17                | 32 (31)                   | 432   | СИ-4Г              | 46 (53)                   |
| 375   | СБМ-14      | 26 (27)                   | 405   | СГМ11                 | 53 (нет)                  | 433   | СИ4Р               | 79 (80)                   |
| 376   | СБМ-15      | 26 (27)                   | 406   | СГМ18                 | 53 (54)                   | 434   | СИ4Ф               | 77 (77)                   |
| 377   | СБМ-19      | 26 (27)                   | 407   | СГМ19                 | 53 (54)                   | 435   | СИ-5Б              | 33 (34)                   |
| 378   | СБМ-20      | 26 (27)                   | 408   | СГС-3                 | 45 (53)                   | 436   | СИ-5Г              | 47 (54)                   |
| 379   | СБМ-20-1    | 57 (58)                   | 409   | СГС-4                 | 45 (53)                   | 437   | СИ5Р               | 79 (80)                   |
| 380   | СБМ-20U     | 26 (30)                   | 410   | СГС-5                 | 45 (53)                   | 438   | СИ5Ф               | 77 (77)                   |
| 381   | СБМ-21      | 26 (30)                   | 411   | СГС-6                 | 46 (53)                   | 439   | СИ-6Б              | 33 (34)                   |
| 382   | СБМ-24БГ    | 26 (24)                   | 412   | СДИ28                 | 82 (82)                   | 440   | СИ-6Г              | 47 (53)                   |
| 383   | СБМ-28БГ    | 26 (24)                   | 413   | СДН.64.30.40-17.38    | 100 (101)                 | 441   | СИ6Р               | 79 (80)                   |
| 384   | СБМ-29БГ    | 26 (24)                   | 414   | СДН.69.40.40-20.38    | 100 (101)                 | 442   | СИ6Ф               | 77 (77)                   |
| 385   | СБМ-30      | 26 (30)                   | 415   | СДН.83.100.100-35.70  | 100 (101)                 | 443   | СИ-7Б              | 33 (27)                   |
| 386   | СБМ-31      | 26 (30)                   | 416   | СДН.83.160.160-57.100 | 100 (101)                 | 444   | СИ-7Г              | 47 (53)                   |
| 387   | СБМ-32      | 26 (30)                   | 417   | СДН.83.200.200-75.150 | 100 (101)                 | 445   | СИ-8Б              | 33 (34,40)                |
| 388   | СБМ-32К     | 26 (30)                   | 418   | СДН.83.40.40-12,5.27  | 100 (101)                 | 446   | СИ-8БМ             | 33 (34)                   |
| 389   | СБС-1       | 29 (31)                   | 419   | СДН.83.40.50-12,5.37  | 100 (101)                 | 447   | СИ-8Г              | 47 (53)                   |
| 390   | СБС-2       | 29 (31)                   | 420   | СДН.83.63.6 3-10.37   | 100 (101)                 | 448   | СИ-9А              | 23 (24)                   |
|       |             |                           |       |                       |                           | 449   | СИ-9БГ             | 33 (34)                   |
|       |             |                           |       |                       |                           | 450   | СИ9Р               | 80 (80)                   |

# **ПРИЛОЖЕНИЕ 1** Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника

| № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора       | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора        | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|-------------|---------------------------|-------|-------------------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------------|
| 451   | СИ45Ф       | 78 (77)                   | 481   | СИ-24БГ           | 35 (27)                   | 511   | СНК-30/170-4,6/ПУ  | 71 (74)                   |
| 452   | СИ-10БГ     | 51 (53)                   | 482   | СИ-24Г            | 49 (53)                   | 512   | СНК-30/200-4,6/ОМЦ | 71 (74)                   |
| 453   | СИ-10Г      | 47 (54)                   | 483   | СИ-25БГ           | 35 (37)                   | 513   | СНК-30/220-4,6/ПУ  | 71 (74)                   |
| 454   | СИ-10Н      | 59 (66)                   | 484   | СИ-25Г            | 49 (53)                   | 514   | СНК-30/260-4,6/Л   | 71 (74)                   |
| 455   | СИ10Р       | 80 (80)                   | 485   | СИ-26БГ           | 35 (37)                   | 515   | СНК-30/260-4,6/ОМ  | 71 (74)                   |
| 456   | СИ-11БГ     | 51 (53)                   | 486   | СИ-28БГ1          | 35 (37)                   | 516   | СНК-30/300-4,6/Л   | 71 (74)                   |
| 457   | СИ-11Г      | 47 (53)                   | 487   | СИ-28БГ2          | 35 (37)                   | 517   | СНК-30/310-4,6/ОМ  | 72 (74)                   |
| 458   | СИ-11Р      | 80 (80)                   | 488   | СИ-29БГ           | 35 (37)                   | 518   | СНК-32/120-4,0/Л   | 72 (74)                   |
| 459   | СИ-12Б      | 34 (34)                   | 489   | СИ-31Г            | 49 (53)                   | 519   | СНК-32/130-4,0/ОМ  | 72 (74)                   |
| 460   | СИ-12БГ     | 33 (35)                   | 490   | СИ-33Г            | 49 (53)                   | 520   | СНК-32/200-4,0/ОМЦ | 72 (74)                   |
| 461   | СИ-12Г      | 47 (53)                   | 491   | СИ-34Г            | 50 (53)                   | 521   | СНК-32/260-4,0/Л   | 72 (74)                   |
| 462   | СИ-12Р      | 80 (80)                   | 492   | СИ-37Г            | 50 (53)                   | 522   | СНК-32/260-4,0/ОМ  | 72 (74)                   |
| 463   | СИ-13Б      | 34 (34)                   | 493   | СИ-38Г            | 50 (53)                   | 523   | СНК-32/300-4,0/Л   | 72 (74)                   |
| 464   | СИ-13Г      | 47 (53)                   | 494   | СИ-39Г            | 50 (53)                   | 524   | СНК-32/310-4,0/ОМ  | 72 (74)                   |
| 465   | СИ-13Н      | 59 (66)                   | 495   | СИ-40Г            | 50 (53)                   | 525   | СНК-38/240-4,0/ПУ  | 72 (74)                   |
| 466   | СИ-13Р      | 80 (80)                   | 496   | СИ45Ф             | 78 (77)                   | 526   | СНК-50/90-4,0/Л    | 73 (74)                   |
| 467   | СИ-14Б      | 34 (34)                   | 497   | СКД1              | 143 (нет)                 | 527   | СНК-50/240-4,0/Л   | 73 (74)                   |
| 468   | СИ-14Г      | 48 (53)                   | 498   | СКД1-01           | 143 (нет)                 | 528   | СНК-50/300-4,0/Л   | 73 (74)                   |
| 469   | СИ-15БГ     | 35 (37)                   | 499   | СКД1-02           | 143 (нет)                 | 529   | СНК-Т-30/120-4,6/Л | 75 (76)                   |
| 470   | СИ-19БГ     | 35 (37)                   | 500   | СН-01             | 65 (66)                   | 530   | СНК-Т-30/260-4,6/Л | 75 (76)                   |
| 471   | СИ-19Г      | 48 (53)                   | 501   | СН-03             | 65 (66)                   | 531   | СНК-Т-32/120-4,0/Л | 75 (76)                   |
| 472   | СИ19Н       | 59 (66)                   | 502   | СН-04             | 65 (66)                   | 532   | СНК-Т-32/260-4,0/Л | 75 (76)                   |
| 473   | СИ-20Г      | 48 (53)                   | 503   | СНК-18/120-9,0/ОМ | 70 (73)                   | 533   | СНК-Т-50/240-4,0/Л | 75 (76)                   |
| 474   | СИ-21БГ     | 51 (53)                   | 504   | СНК-18/130-5,0/Л  | 70 (73)                   | 534   | СНК-Т-50/300-4,0/Л | 75 (76)                   |
| 475   | СИ-21Г      | 57 (58)                   | 505   | СНК-18/210-9,0/ОМ | 70 (73)                   | 535   | СНМ-3              | 59 (66)                   |
| 476   | СИ-22БГ     | 52 (53)                   | 506   | СНК-25/80-5,0/Л   | 70 (73)                   | 536   | СНМ-5              | 59 (66)                   |
| 477   | СИ-22Г      | 48 (53)                   | 507   | СНК-25/160-5,0/Л  | 71 (74)                   | 537   | СНМО-5             | 60 (66)                   |
| 478   | СИ-22ГУ     | 48 (53)                   | 508   | СНК-30/120-4,6/Л  | 71 (74)                   | 538   | СНМ-8              | 60 (66)                   |
| 479   | СИ-23БГ     | 35 (37)                   | 509   | СНК-30/130-4,6/ОМ | 71 (74)                   | 539   | СНМ-9              | 60 (66)                   |
| 480   | СИ-23Г      | 48 (53)                   | 510   | СНК-30/130-5,0/Л  | 71 (74)                   | 540   | СНМ-10             | 60 (66)                   |

# ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Перечень изделий, сведения о которых размещены в I части Справочника

| № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора | Страница:<br>текст (рис.) | № п/п | Тип прибора      | Страница:<br>текст (рис.) |
|-------|-------------|---------------------------|-------|-------------|---------------------------|-------|------------------|---------------------------|
| 541   | СНМ-11      | 61 (66)                   | 571   | СНМ67Э      | 75 (76)                   | 601   | ССДИ8М           | 114 (114)                 |
| 542   | СНМ-12      | 61 (66)                   | 572   | СНМ-68      | 65 (нет)                  | 602   | ССДИ8М-01        | 111 (111)                 |
| 543   | СНМ-13      | 61 (66)                   | 573   | СНМ-72      | 65 (66)                   | 603   | ССДИ8М-01        | 111 (111)                 |
| 544   | СНМ-14      | 62 (66)                   | 574   | СНМ-73      | 65 (66)                   | 604   | ССДИ8М-02        | 111 (111)                 |
| 545   | СНМ-15      | 62 (66)                   | 575   | СНМ-76      | 65 (66)                   | 605   | ССДИ8М-03        | 111 (111)                 |
| 546   | СНМ-16      | 62 (66)                   | 576   | СНМ-76-1    | 65 (66)                   | 606   | ССДИ29           | 111 (111)                 |
| 547   | СНМ-17      | 62 (66)                   | 577   | СНМ-77      | 65 (66)                   | 607   | ССДИ34           | 115 (115)                 |
| 548   | СНМ-18      | 63 (66)                   | 578   | СНМ-79      | 65 (66)                   | 608   | ССДИ35           | 116 (116)                 |
| 549   | СНМ-18-1    | 63 (66)                   | 579   | СНМ-80      | 65 (66)                   | 609   | ССДИ36           | 117 (117)                 |
| 550   | СНМ-19      | 63 (66)                   | 580   | СППД1       | 144 (нет)                 | 610   | ССДИ37           | 118 (118)                 |
| 551   | СНМ-20      | 63 (66)                   | 581   | СППД1-01    | 144 (нет)                 | 611   | ССДИ38           | 119 (119)                 |
| 552   | СНМ-32      | 63 (66)                   | 582   | СППД3       | 144 (нет)                 | 612   | ССДИ38-01        | 119 (119)                 |
| 553   | СНМ-33      | 63 (66)                   | 583   | СППД3-01    | 144 (нет)                 | 613   | ССДИ39           | 120 (120)                 |
| 554   | СНМ-42      | 64 (66)                   | 584   | СППД5       | 144 (нет)                 | 614   | ССДИ40           | 121 (121)                 |
| 555   | СНМ-50      | 64 (нет)                  | 585   | СППД11      | 144 (нет)                 | 615   | СТС-1            | 52 (53)                   |
| 556   | СНМ-51      | 64 (нет)                  | 586   | СППД11- 02  | 144 (нет)                 | 616   | СТС-2            | 52 (53)                   |
| 557   | СНМ-52      | 64 (нет)                  | 587   | СППД11- 03  | 144 (нет)                 | 617   | СТС-3            | 52 (53)                   |
| 558   | СНМ-53      | 64 (нет)                  | 588   | СППД11- 04  | 144 (нет)                 | 618   | СТС-5            | 36 (27)                   |
| 559   | СНМ-55      | 64 (нет)                  | 589   | СППД11-01   | 144 (нет)                 | 619   | СТС-6            | 36 (27)                   |
| 560   | СНМ-56      | 64 (66)                   | 590   | СППД12      | 159 (нет)                 | 620   | СТС-8            | 52 (53)                   |
| 561   | СНМ56М      | 75 (76)                   | 591   | СППД14      | 159 (нет)                 | 621   | СФК-1            | 77 (77)                   |
| 562   | СНМ-57      | 64 (нет)                  | 592   | СРМ-1       | 79 (80)                   | 622   | СЧДИ1М           | 111 (111)                 |
| 563   | СНМ-58      | 64 (66)                   | 593   | СРМ19       | 80 (80)                   | 623   | СЧДИЗ            | 122 (122)                 |
| 564   | СНМ-59      | 64 (66)                   | 594   | СРМ20       | 80 (80)                   | 624   | Т-25БФЛ          | 36 (37)                   |
| 565   | СНМ-60      | 64 (66)                   | 595   | СРТ-4       | 80 (80)                   | 625   | ТМ60003          | 170 (170)                 |
| 566   | СНМ-61      | 64 (66)                   | 596   | СРТ-5       | 80 (80)                   | 626   | ФДУК-100УВ       | 173 (173)                 |
| 567   | СНМ-66      | 64 (нет)                  | 597   | СРТА РС1    | 174 (174)                 | 627   | ФДУК-100УВZr/Sic | 173 (173)                 |
| 568   | СНМ-66-2    | 64 (нет)                  | 598   | СРТА РС21   | 174 (174)                 | 628   | ФДУК-1УВСК       | 173 (173)                 |
| 569   | СНМ-66-3    | 64 (нет)                  | 599   | СРТА РС9    | 174 (174)                 | 629   | ФДУК-8УВСК       | 173 (173)                 |
| 570   | СНМ-67      | 65 (66)                   | 600   | ССДИ8М      | 111 (111)                 |       |                  |                           |