

УДК 615.471

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ДОЗИМЕТРИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДЛЯ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕНИЙ

*А. А. Тимофеева, А. Р. Шуруева*

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Проведен обзор основных методов регистрации ионизирующих излучений, применяемых в разработке индивидуальных дозиметрических приборов для медицинских работников. Рассмотрен принцип действия и характерные особенности современного дозиметра ДТЛ-02, применяемого в подавляющем большинстве медицинских учреждений. Авторами статьи разработан усовершенствованный макет индивидуального дозиметра гамма-излучения для медицинских работников.

**Ключевые слова:** дозиметрия, ионизационный метод, термолюминесцентный метод, радиационная безопасность, ионизирующее излучение, дозиметрический прибор, радиационный фон.

## MODERN METHODS AND MEANS OF INDIVIDUAL DOSIMETRY OF IONIZING RADIATION FOR MEDICAL AND PREVENTIVE INSTITUTIONS

*A. A. Timofeeva, A. R. Shurueva*

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

The paper provides an overview of the main methods used in the development of individual radiation survey instruments for medical workers. The principle of operation and characteristic features of the modern dosimeter DTL-02, used in the vast majority of medical institutions, are considered. An improved model of an individual gamma radiation dosimeter for medical workers has been developed.

**Keywords:** dosimetry, ionization method, thermoluminescent method, radiation safety, ionizing radiation, radiation survey instrument, radiation background.

**Введение.** В современном мире люди все чаще прибегают к лечению и диагностике различных заболеваний путем использования установок, работа которых основана на использовании гамма- и рентгеновского излучения. В последнее время сильно выросла оснащенность медицинских учреждений достаточно сложным рентгеновским, радиологическим, электронным, компьютерным и лазерным оборудованием. В связи с этим растет нагрузка на медицинский персонал, который находится в непосредственном контакте с источником радиоактивного излучения. Это ведет к ухудшению состояния их здоровья. Для того чтобы предотвратить данный недуг медицинским работникам необходимо использовать общие и индивидуальные средства безопасности и дозиметрического контроля.

Существует множество нормативных актов, которые нормируют радиационную безопасность медицинского персонала: Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09, Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009).

**Анализ основных методов дозиметрии ионизирующих излучений в медицине.** Основной задачей дозиметрии в медицинском учреждении является защита медицинских работников и пациентов от опасного воздействия ионизирующего излучения. Наиболее

распространенными методами регистрации ионизирующего излучения в медицинской дозиметрии являются ионизационный и термолюминесцентный.

Ионизационный метод заключается в способности ионизации газа в камере регистрационного прибора, которую вызывают электроны, освобождающиеся под действием фотонного излучения. При контакте электронов с измерительными электродами возникает ток, по величине которого оценивают степень ионизации газа (величину заряда ионов, возникающих под действием ионизирующего излучения). На ионизационном методе основано измерение плотности потоков частиц, для которого используют пропорциональные счетчики и счетчики Гейгера-Мюллера, мощности дозы и дозы излучения с помощью ионизационных камер [1]. Ионизационные детекторы по конструкции подобны конденсаторам, они имеют два электрода, которые разделены между собой диэлектриком. В качестве диэлектрика в таких системах обычно используют инертный газ (Ar, Ne) или смесь газов.

Термолюминесцентный дозиметрический метод основан на понятии термостимулированной люминесценции (TSL). Термостимулированная люминесценция — это процесс, при котором энергия ионизирующего излучения, накопленная в кристалле, преобразуется тепловым возбуждением (нагревом кристалла) в энергию кванта света (фотоны) [2]. В качестве кристалла используют люминесцирующие вещества (например, Mg активированный Ti). В современных модификациях этот метод обладает очень широким диапазоном по дозам — от 10 мкЗв до 10–50 Зв [3].

**Современное устройство дозиметрического контроля.** На сегодняшний день подавляющее большинство медицинских учреждений используют термолюминесцентный дозиметр ДТЛ-02 в качестве индивидуального дозиметрического контроля работников. Медицинский персонал, работающий с источниками ионизирующего излучения обязан носить его в области нагрудного кармана на протяжении всего рабочего времени. При этом один раз в месяц дозиметр ДТЛ-02 необходимо сдавать на считывание дозы, так как своих индикаторов он не имеет.

Принцип работы дозиметра основан на запасании энергии детекторами под действием ионизирующего излучения. Запасенная энергия высвечивается при нагревании детектора в виде светового излучения. Зависимость интенсивности светового излучения от температуры при линейном нагреве детектора представляет собой кривую термовысвечивания (КТВ), которая имеет максимумы при определенных значениях температуры. Амплитуда максимума интенсивности светового излучения в области основного пика КТВ и интегральная светосумма под основным пиком КТВ пропорциональны поглощенной дозе излучения [4].

В ходе практического исследования индивидуального медицинского дозиметра ДТЛ-02 были выявлены некоторые недостатки, которые подвергают риску здоровье персонала медицинских учреждений.

**Устройство для индивидуального дозиметрического контроля медицинского персонала.** Авторами данной статьи было принято решение о разработке макета дозиметра гамма-излучения для медицинских работников, который поможет обеспечить качественный дозиметрический контроль на рабочем месте.

Основным функциональным элементом разработанной системы является счетчик Гейгера

СБМ-20. Когда гамма-квант достигает счетчика Гейгера, происходит выбивание электронов из материала катода. Электроны движутся к аноду счетчика в сильном электрическом поле и при этом производят дополнительную ионизацию атомов газовой среды. Выбитые электроны в этом случае также приводят к ионизации. Таким образом одна частица гамма-излучения, попавшая в объем смеси газовой счетчика СБМ-20, вызывает образование потока свободных электронов. В результате чего положительный потенциал системы резко падает и возникает импульс тока в цепи питания счетчика Гейгера-Мюллера. Этот импульс регистрируется блоком обработки счета. Далее сигнал поступает в микроконтроллер, где происходит вычисление мощности дозы. Далее данные непрерывно записываются на подключенный к нему модуль Micro SD Card Reader (карту памяти). А также, в случае превышения установленного предела значений мощности дозы, обрабатывается звуковая сигнализация.

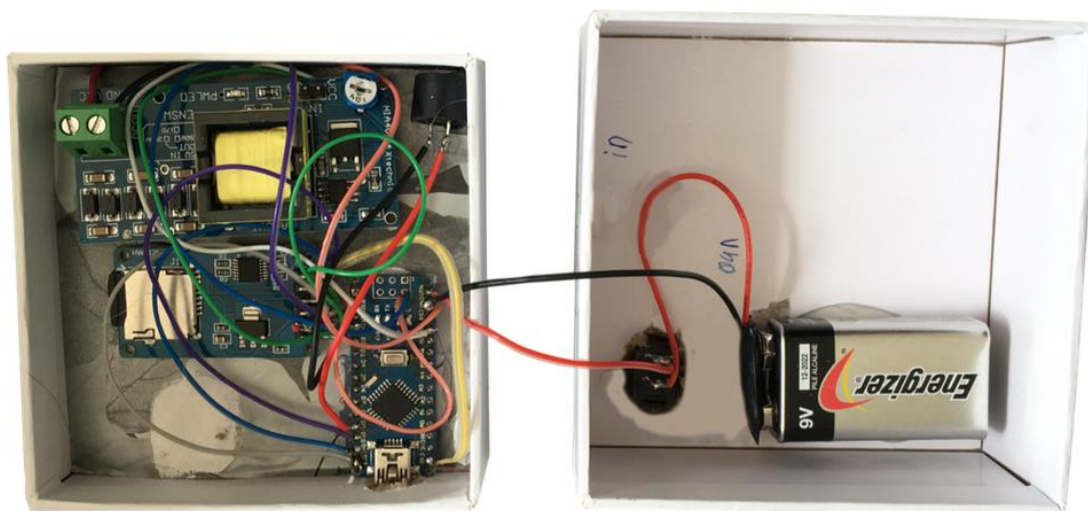


Рис. 1. Внутренний вид устройства

**Заключение.** Одним из важнейших условий соблюдения правил безопасности на рабочем месте сотрудников лечебно-профилактических учреждений является непрерывный и качественный контроль радиационного фона в помещении. Дозиметрические приборы обеспечивают проведение данной процедуры. Поэтому важно исследовать уже существующие устройства и внедрять новые технологии для того, чтобы обеспечить высокую радиационную безопасность работников и пациентов медицинских организаций.

#### Библиографический список

1. Радиационная медицина: пособие в 2 ч. Ч. 1 / И. И. Бурак, О. А. Черкасова, С. В. Григорьева, Н. И. Миклис. — Витебск: ВГМУ, 2018. — 206 с.
2. Баранова, А. А. Дозиметрия: учеб.-метод. пособие / А. А. Баранова, А. П. Оконечников, В. А. Пустоваров; Мин-во науки и высш. образования РФ. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2020. — 112 с.
3. Близнюк, У. А. Клиническая дозиметрия: учеб. пособие / У. А. Близнюк, Е. Н. Лыкова. — Москва: ООП физического факультета МГУ, 2019. — 45 с.

4. Дозиметры термолюминесцентные ДТЛ-02. Руководство по эксплуатации. ЖБИТ2.805.006РЭ, 2012 / docplayer: [сайт]. — URL: <https://docplayer.com/31193335-Dozimetry-termolyuminescentnye-dtl-02-pasport-zhbit-re.html> (дата обращения: 22.05.2021).

*Об авторах:*

**Тимофеева Анастасия Андреевна**, магистрант кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [anastaslatima@yandex.ru](mailto:anastaslatima@yandex.ru)

**Шуруева Анастасия Романовна**, магистрант кафедры «Приборостроение и биомедицинская инженерия» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [shuruieva99@mail.ru](mailto:shuruieva99@mail.ru)

*About the Authors:*

**Timofeeva, Anastasiya A.**, Master's degree student, Department of Instrumentation and Biomedical Engineering, Don State Technical University 1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [anastaslatima@yandex.ru](mailto:anastaslatima@yandex.ru)

**Shurueva, Anastasiya R.**, Master's degree student, Department of Instrumentation and Biomedical Engineering, Don State Technical University 1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [shuruieva99@mail.ru](mailto:shuruieva99@mail.ru)