

УДК 539.1.074(476)

## РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ, КОМБИНИРОВАННЫЙ ПРИБОР РАДИАЦИОННОГО КОНТРОЛЯ

*Яковлев А.С., студент гр.940401*

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь*

*Научный Руководитель: Рыбаков С.А. – старший преподаватель кафедры ИРТ*

**Аннотация.** В данной работе мы расскажем вам о радиационной обстановке в Республике Беларусь, методах контроля радиационной обстановки, в частности расскажем о комбинированном приборе радиационного контроля окружающей среды.

**Ключевые слова:** радиация, радиационный контроль, универсальный дозиметр, пункты наблюдения радиацией.

**Введение.** Радиационный мониторинг в Республике Беларусь проводится в соответствии с «Инструкцией по технологии работ по организации и проведению радиационного мониторинга», утвержденной приказом Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 30.04.2021 г. № 151 – ОД. На территории Республики Беларусь функционируют большое количество пунктов наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха.

Универсальный прибор радиационного контроля окружающей среды — это устройство, которое используется для мониторинга радиационного загрязнения окружающей среды. Он может использоваться для измерения радиоактивного загрязнения воздуха, почвы, воды и других объектов.

Такие приборы используются в различных отраслях, включая ядерную энергетику, медицину, науку, экологию и промышленность.

Существует множество различных универсальных приборов радиационного контроля окружающей среды, каждый из которых имеет свои уникальные особенности и преимущества. Некоторые из них могут быть портативными, что позволяет использовать их в полевых условиях, в то время как другие могут быть стационарными и использоваться для постоянного мониторинга в определенной области.

**Основная часть.** На территории Республики Беларусь функционируют пункты наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха, включающие:

41 пункт наблюдений, на которых ежедневно проводятся измерения мощности дозы гамма-излучения (далее – МД);

25 пунктов наблюдений, на которых проводятся наблюдения за естественными выпадениями из атмосферы (отбор проб проводится с помощью горизонтальных планшетов ежедневно на 7-ми пунктах, расположенных в зонах влияния работающих АЭС, на остальных пунктах наблюдений – 1 раз в 10 дней);

10 пунктов наблюдений, расположенных в городах Браслав, Гомель, Минск, Могилев, Мозырь, Мстиславль, Пинск, Лынтупы, Нарочь и Ошмяны, на которых проводятся наблюдения за радиоактивными аэрозолями в приземном слое атмосферы (отбор проб проводится с использованием фильтровентиляционных установок на 9 пунктах наблюдений ежедневно, на пункте наблюдений г. Могилев – 1 раз в 10 дней).

В пробах естественных выпадений из атмосферы и аэрозолей определяются такие параметры наблюдений как: суммарная бета-активность; в месячных пробах аэрозолей и в месячных пробах естественных атмосферных выпадений, объединенных по территориальному признаку, – активность гамма-излучающих радионуклидов.

Результаты измерений МД гамма-излучения, суммарной бета-активности естественных выпадений из атмосферы и радиоактивных аэрозолей в воздухе, а также активность гамма-излучающих радионуклидов в объединенных пробах внесены в соответствующие базы данных.

В 4 квартале 2022 г. радиационная обстановка на территории республики оставалась стабильной, не выявлено ни одного случая превышения уровней МД над установленными многолетними значениями.

Средние за 4 квартал 2022 г. значения МД гамма-излучения в пунктах наблюдений Брестской, Витебской, Гродненской и Минской областей не превышали 0,10 мкЗв/ч (10 мкР/ч), на пунктах наблюдений Гомельской и Могилевской областей не превышали 0,12 мкЗв/ч (12 мкР/ч) за исключением уровней, которые зарегистрированы в пунктах наблюдений городов Брагин и Славгород (0,42 мкЗв/ч и 0,18 мкЗв/ч соответственно), находящихся в зонах радиоактивного загрязнения (рис. 1, рис. 2).

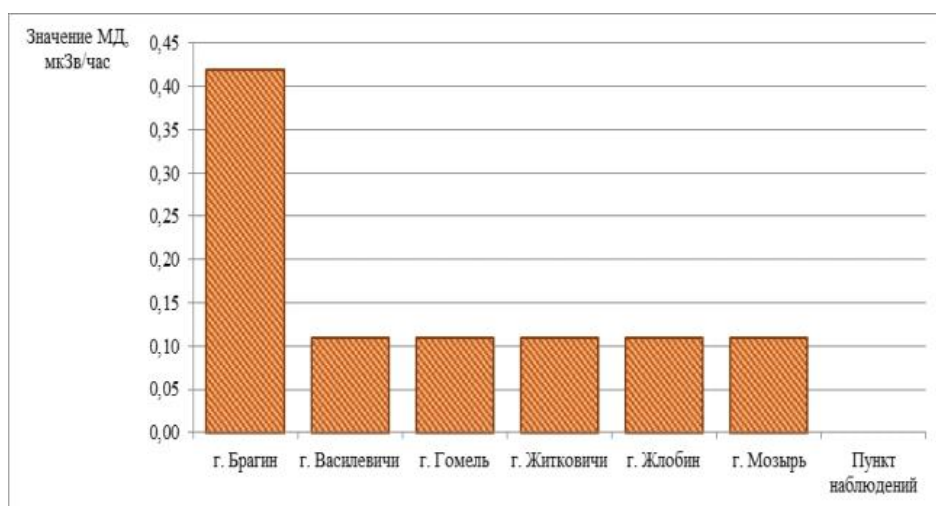


Рисунок 1 – Средние значения МД в пунктах наблюдения радиационного мониторинга Гомельской области в 4 квартале 2022 г.

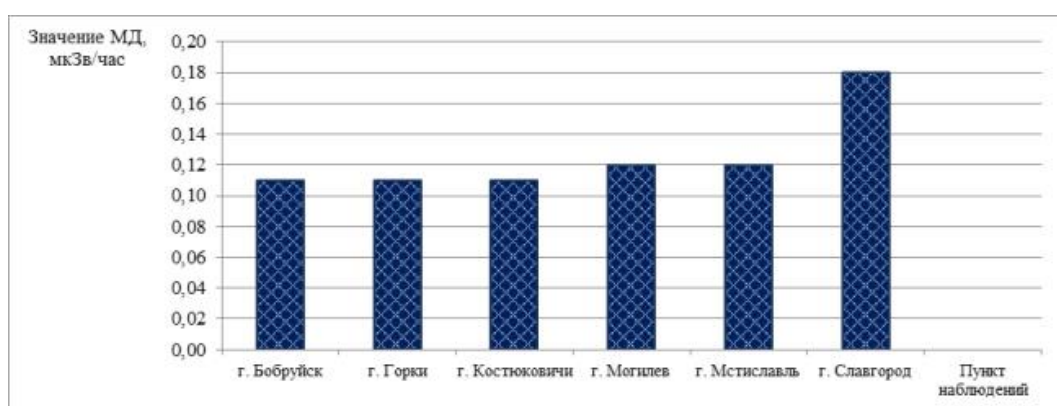


Рисунок 2 – Средние значения МД в пунктах наблюдения радиационного мониторинга Могилевской области в 4 квартале 2022 г.

По данным автоматизированных систем радиационного контроля в 30-км зоне наблюдения Игналинской АЭС, в зоне отчуждения и 100 км зоне Чернобыльской АЭС, а также в 100 км зонах наблюдения Смоленской, Ровенской и Белорусской АЭС в течение 4 квартала 2022 г. превышений уровней МД над установившимися многолетними значениями не установлено.

Комбинированные дозиметры — это портативные приборы, которые используются для измерения уровня ионизирующего излучения в окружающей среде. Они являются незаменимым инструментом для защиты людей, которые работают в области ядерной энергетики, медицины, науки и других отраслях, где есть риск воздействия радиации.

Они обычно имеют три основных функции: измерение дозы радиации, измерение поглощенной дозы и измерение скорости дозы. Эти приборы могут быть использованы как для контроля уровня радиации в местах работы, так и для контроля уровня радиации в окружающей среде.

Одним из главных преимуществ комбинированных дозиметров является их портативность и легкость использования. Они могут быть надежно закреплены на одежде или на поясе, и работают длительное время от батареек или аккумуляторов.

Основной физической величиной в дозиметрии для оценки меры радиационного воздействия на среду является поглощенная доза. Поглощенная доза  $D$  определяется как отношение средней энергии ионизирующего излучения  $dE$ , поглощенной в элементарном объеме вещества, к массе  $dm$  вещества в этом объеме:

$$D = \frac{dE}{dm}$$

За единицу поглощенной дозы излучения в СИ принимается *грей* (Гр).

Внесистемная единица поглощенной дозы излучения *рад*.

Рад соответствует поглощению 100 эрг энергии излучения в 1 г облученного вещества, 1 рад = 0,01 Гр.

В качестве меры воздействия на среду косвенно ионизирующего излучения, к которым относится фотонное излучение, часто используется физическая величина – *керма*.  $K = dE_k / dm$

Чтобы оценить возможность применения газоразрядных счетчиков в дозиметрии фотонного излучения, необходимо установить связь между скоростью счета  $N$  и мощностью воздушной кермы, определяемой соотношением:

$$\dot{K} = \mu_{kmB} \cdot I_{\gamma} = \mu_{kmB} \cdot E_{\gamma} \cdot \varphi,$$

где  $I$  – интенсивность излучения;

$\mu_{kmB}$  – массовый коэффициент передачи энергии фотонного излучения для воздуха;

$E$  – энергия фотонов;

$\varphi$  – плотность потока фотонов.

Счетчик регистрирует только часть фотонов, падающих на поверхность катода. При этом эффективность регистрации определяется соотношением:

$$\varepsilon = \frac{N}{S \cdot \varphi},$$

где  $N$  – число разрядов в счетчике в единицу времени;

$S$  – площадь рабочей поверхности счетчика (катода).

$$\dot{K} = \mu_{kmB} \cdot E_{\gamma} \cdot \frac{N}{S \cdot \varepsilon}.$$

Используемая при операционном дозиметрическом контроле мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы определяется соотношением:

$$P = H^*(10) = \dot{K} \cdot f(10),$$

где  $f(10)$  – коэффициент перевода мощности воздушной кермы (Гр/с) в мощность AMBIENTНОГО эквивалента дозы, Зв/с.

Таблица 1 - Коэффициенты перевода от кермы в воздухе  $K$  и экспозиционной дозы  $X$  к эквивалентной дозе в зависимости от энергии фотонного излучения.

Энергия фотонов , МэВ	Коэффициент перехода $f(10)$ , Зв/Гр	Коэффициент перехода $f'(10)$ , Зв/100 Р
0.06	1.74	1.52
0.134	1.52	1.34
0.662	1.2	1.03
1.25	1.16	1.02

Коэффициент перевода  $f(10)$  и  $f'(10)$  от воздушной кермы  $K$  и экспозиционной дозы  $X$  к AMBIENTНОМУ эквиваленту дозы  $H^*(10)$  в зависимости от энергии гамма-излучения.

В настоящее время на рынке представлено множество различных моделей универсальных дозиметров. Они различаются по диапазону измерения, точности, времени работы и другим характеристикам. Однако все они имеют одну общую цель - защиту людей от воздействия ионизирующего излучения. Схема комбинированного прибора радиационного контроля окружающей среды представлена ниже (рис. 3).

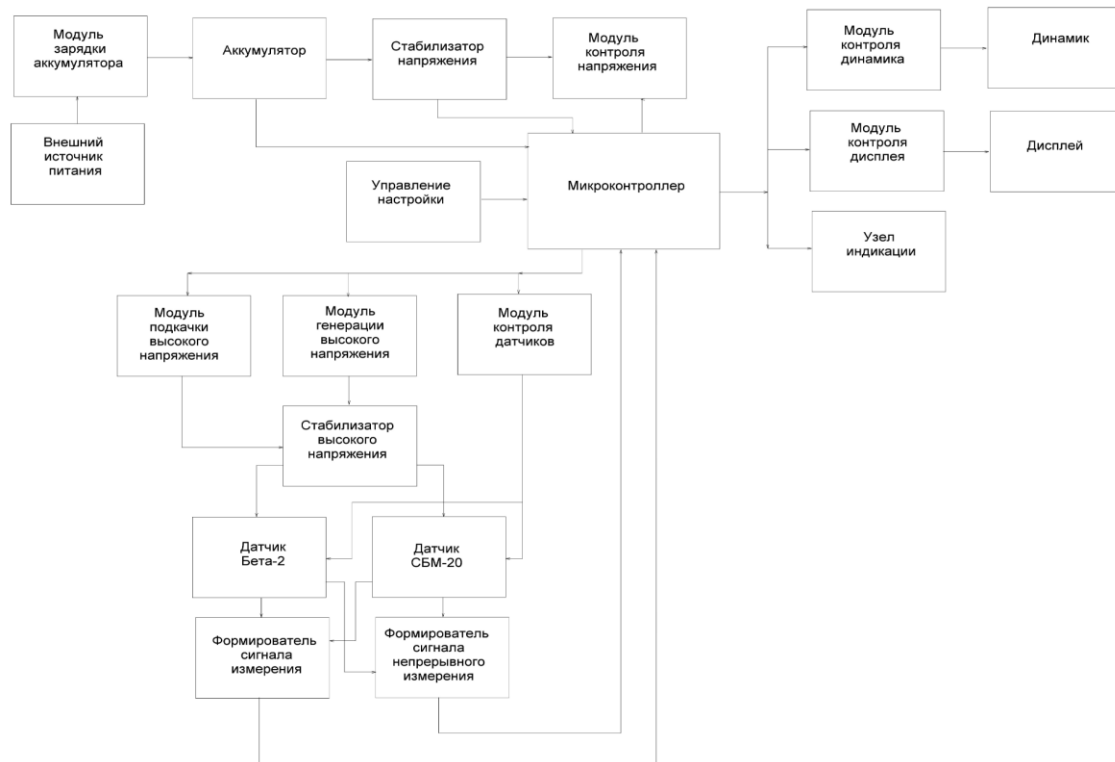


Рисунок 3 – Структурная схема комбинированного прибора радиационного контроля окружающей среды.

Устройство и принцип работы прибора радиационного контроля окружающей среды на примере счетчика Гейгера-Мюллера. Как правило такой счетчик выполняется в виде герметичной трубки, стеклянной или металлической, из которой откачан воздух, а вместо него добавлен инертный газ (неон или аргон или их смесь) под небольшим давлением, с примесью галогенов или спирта. По оси трубки натянута тонкая проволока, а коаксиально с ней расположен металлический цилиндр. И трубка, и проволока являются электродами: трубка – катод, а проволока – анод. К катоду подключают минус от источника постоянного напряжения, а к аноду – через большое постоянное сопротивление – плюс от источника постоянного напряжения. Электрически получается делитель напряжения, в средней точке которого (место соединения сопротивления и анода счетчика) напряжение практически равно напряжению на источнике. Обычно это несколько сотен вольт.

Когда сквозь трубку пролетает ионизирующая частица, атомы инертного газа, и так находящиеся в электрическом поле большой напряженности, испытывают столкновения с этой частицей. Энергии, отданной частицей при столкновении, хватает для отрыва электронов от атомов газа. Образующиеся вторичные электроны сами способны образовать новые столкновения и, таким образом, получается целая лавина электронов и ионов. Под действием электрического поля, электроны ускоряются в направлении анода, а положительно заряженные ионы газа – к катоду трубки. Таким образом, возникает электрический ток. Но так как энергия частицы уже израсходована на столкновения, полностью или частично (частица пролетела сквозь трубку), то кончается и запас ионизированных атомов газа, что является желательным и обеспечивается кое-какими дополнительными мерами, о которых мы поговорим при разборе параметров счетчиков.

При попадании в счетчик Гейгера-Мюллера заряженной частицы, за счет возникающего тока падает сопротивление трубки, а вместе с ним и напряжение в средней точке делителя напряжения, о которой шла речь выше. Затем сопротивление трубки вследствие возрастания ее сопротивления восстанавливается, и напряжение опять становится прежним. Таким образом, мы получаем отрицательный импульс напряжения. Считая импульсы, мы можем оценить число пролетевших частиц. Особенно велика напряженность электрического поля вблизи анода из-за его малых размеров, что делает счетчик более чувствительным.

Использование комбинированных приборов радиационного контроля окружающей среды является важным элементом безопасности при работе с радиоактивными материалами или в зоне воздействия радиации. При правильном использовании эти приборы помогают предотвратить воздействие радиации на здоровье человека.

Комбинированные дозиметры имеют несколько преимуществ перед другими типами дозиметров, так как они могут измерять дозу излучения различных типов (гамма, бета, альфа-излучения), имеют большой диапазон измерений и могут быть перезаписаны и использованы многократно. Однако, несмотря на все преимущества универсальных дозиметров, они не могут полностью заменить специализированные дозиметры, которые могут обладать большей точностью и чувствительностью в

конкретных задачах. Также необходимо учитывать, что универсальные дозиметры не могут защитить от радиации, они лишь предоставляют информацию о дозе излучения.

**Заключение.** В 4 квартале 2022 г. радиационная обстановка в республике Беларусь оставалась стабильной. На территориях, загрязненных в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, в пунктах наблюдения радиационного мониторинга повышенные уровни МД, как и прежде сохранялись в городах Брагин и Славгород (0,42 мкЗв/ч и 0,18 мкЗв/ч соответственно). На остальной территории Республики Беларусь уровни МД составляли от 0,10 до 0,12 мкЗв/ч. Оперативная информация, поступавшая с автоматических пунктов измерений, также свидетельствует о стабильности радиационной обстановки в зонах влияния Чернобыльской, Игналинской, Смоленской, Ровенской и Белорусской АЭС.

Универсальные дозиметры играют важную роль в обеспечении безопасности от излучения и могут быть использованы в различных сферах деятельности, но для более точных и специализированных измерений может потребоваться применение других типов дозиметров.

**Список использованных источников:**

1. Радиационная обстановка 4 кв. [электронный ресурс] // Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Минприроды Республики Беларусь, 2022. URL: <https://rad.org.by/articles/radiation/radiacionnaya-obstanovka-4-kv-2022-2.html>
2. Руководство по работе с приборами радиационного контроля (II) / Гурачевский В.Л[и др.] // Методическое пособие, 2015.

UDC 539.1.074(476)

## **RADIATION SITUATION IN THE REPUBLIC OF BELARUS, COMBINED RADIATION MONITORING DEVICE**

*Yakauleu A.S.*

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics<sup>1</sup>, Minsk, Republic of Belarus*

*Rybakov S.A. – Senior Lecturer of the Department of IRT*

**Annotation.** In this paper, we will tell you about the radiation situation in the Republic of Belarus, methods of monitoring the radiation situation, in particular, we will tell you about the combined device for environmental radiation monitoring.

**Keywords.** Radiation, radiation monitoring, universal dosimeter, radiation observation points.