

# **Экологическ ий**

# **МОНИТОРИНГ**

**Мониторинг радиационного  
загрязнения**

# М Радиации

**В природе существует три основных вида радиоактивного излучения – альфа, бета и гамма.**

**Гамма-излучение представляет собой электромагнитное излучение высокой энергии и обладает наибольшей проникающей способностью. Соответственно, защита от внешнего гамма-излучения представляет наибольшие проблемы**

**Бета-излучение имеет корпускулярную природу и представляет собой поток отрицательно заряженных частиц (электронов). Бета-излучение обладает меньшей проникающей способностью. Защититься от этого излучения при внешнем источнике можно сравнительно легко. В принципе, бета-частицы задерживаются неповрежденной кожей. Однако при поступлении внутрь организма бета-активные радионуклиды испускают хорошо поглощаемые тканями организма бета-частицы. Возникающие при этом в организме разрушения значительно превосходят таковые, производимые гамма-излучением.**

**Альфа-излучение представляет собой поток положительно заряженных частиц с зарядом 2 и массой, равной 4, (по существу - ядра гелия). Этот вид излучения легко поглощается любой средой. Защититься от него можно буквально листом бумаги. Однако, поступление альфа-излучателя ВНУТРЬ**

# М Радиации

Количественной характеристикой источника излучения служит *активность*, выражаемая числом радиоактивных превращений в единицу времени.

В СИ единицей активности является беккерель (Бк) – 1 распад в секунду ( $\text{с}^{-1}$ ). Иногда используется внесистемная единица кюри (Ки), соответствующая активности 1 г радия. Соотношение этих единиц определяется следующей формулой:  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

Интенсивность альфа- и бета-излучения может быть охарактеризована активностью на единицу площади. Интенсивность гамма-излучения характеризуется мощностью экспозиционной дозы

*Экспозиционная доза* измеряется по ионизации воздуха и равна количеству электричества, образующегося под действием гамма-излучения в 1 кг воздуха. В СИ экспозиционная доза выражается в кулонах на кг (Кл/кг).

Весьма популярна также внесистемная единица экспозиционной дозы – рентген. Это – доза гамма-излучения, при которой в  $1 \text{ см}^3$  воздуха при нормальных физических условиях (температура  $0 \text{ }^\circ\text{C}$  и давление 760 мм рт.ст.) образуется  $2,08 \cdot 10^9$  пар ионов, несущих одну электростатическую единицу количества электричества.

Мощность экспозиционной дозы отражает скорость накопления дозы и выражается в Кл/(кг·сек) (в СИ) или в Р/ч (во внесистемных единицах)

# М Радиации

Основными документами, в соответствии с которыми осуществляется радиационный контроль за безопасностью населения, являются:

- Федеральный Закон «О радиационной безопасности населения»
- «Нормы радиационной безопасности НРБ-96».

Оба документа служат для обеспечения радиационной безопасности человека. Экологических нормативов, устанавливающих допустимые воздействия на экосистемы, в области радиационной безопасности не существует.

Нормы радиационной безопасности (НРБ) регламентируют допустимые уровни воздействия радиации на человека. На основе этих норм разрабатываются нормативные документы, регламентирующие порядок обращения с различными источниками ионизирующего излучения, подходы к защите населения от радиации и т.п.

В настоящее время действуют «Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующих излучений» ОСП-72/87, основанные на ранее действовавших нормативных документах (в частности, НРБ-76/87)

# М Радиации

В системе нормирования используются следующие основные понятия:

**Поглощенная доза** – фундаментальная дозиметрическая величина, определяемая количеством энергии, переданной излучением единице массы вещества. За единицу поглощенной дозы облучения принимается грей (джоуль на килограмм) – поглощенная доза излучения, переданная массе облучаемого вещества в 1 кг и измеряемая энергией в 1 Дж любого ионизирующего излучения ( $1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг}$ ).

**Эквивалентная доза.** Поскольку поражающее действие ионизирующего излучения зависит не только от поглощенной дозы, но и от ионизирующей способности излучения, вводится понятие эквивалентной дозы. Для расчета эквивалентной дозы поглощенную дозу умножают на коэффициент, отражающий способность данного вида излучения повреждать ткани организма. При этом альфа-излучение считается в двадцать раз опаснее других видов излучений. Единицей эквивалентной дозы является зиверт – доза любого вида излучения, поглощенная в 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения.

**Эффективная эквивалентная доза.** Следует учитывать, что одни части тела (органы) более чувствительны к радиационным повреждениям, чем другие. Поэтому дозы облучения органов и тканей умножаются с радиационными

# М Радиации

## Радионуклиды

| <i>Группа</i> | <i>Класс радионуклидов по степени биологического воздействия</i> | <i>Радионуклиды</i>   |
|---------------|--|---|
| <b>А</b>      | <b>С особо высокой радиотоксичностью</b>                         | $^{210}\text{Pb}$ , $^{210}\text{Po}$ , $^{226}\text{Ra}$ , $^{232}\text{U}$ ,<br>$^{238}\text{Pu}$ |
| <b>Б</b>      | <b>С высокой радиотоксичностью</b>                               | $^{106}\text{Ru}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{144}\text{Ce}$ , $^{210}\text{Bi}$ , $^{234}\text{Th}$    |
| <b>В</b>      | <b>Со средней радиотоксичностью</b>                              | $^{22}\text{Na}$ , $^{32}\text{P}$ , $^{35}\text{S}$ , $^{137}\text{Cs}$                            |
| <b>Г</b>      | <b>С низкой радиотоксичностью</b>                                | $^7\text{Be}$ , $^{51}\text{Cr}$ , $^{64}\text{Cu}$   |
| <b>Д</b>      | <b>С очень низкой радиотоксичностью</b>                          | <b>Тритий и его соединения</b>  |

# М Радиации

## Мониторинг радиоактивного загрязнения атмосферного воздуха

При проведении мониторинга радиоактивного загрязнения атмосферы применяются сборники радиоактивных загрязнений и воздухофильтрующие устройства

Для отбора проб из приземной атмосферы в окрестностях АЭС предназначена установка «Тайфун-4», имеющая следующий принцип действия. Фильтродержатель установки представляет собой редкую жесткую сетку, выполненную в виде двускатной поверхности с тупым углом между составляющими плоскостями, что облегчает обслуживание. На фильтродержателе размещаются йодный фильтр и поверх него — аэрозольный фильтр, которые прижимаются по контуру рамкой. Воздух с газоаэрозольными радиоактивными примесями засасывается с помощью воздуходувки через фильтр, лежащий на фильтродержателе. Чистый воздух, пропущенный через фильтр, проходит через интегрирующий расходомер, откуда через вертикальную трубу выбрасывается вверх в атмосферу, что затрудняет его повторное засасывание в фильтрующее устройство. Установка размещается в защитной будке, которая запирается на замок и для поступления наружного воздуха имеет окна с жалюзи, снабженными снего- и каплезадерживающими карманами.

Если не происходит повышенных выбросов радионуклидов в атмосферу, проба с помощью «Тайфуна-4» отбирается в течение недели. Если же произошел повышенный выброс радионуклидов, работу фильтра необходимо прервать и провести его досрочный изотопный анализ.

В пунктах контроля, в которых имеется возможность ежедневной смены фильтра (они располагаются в жилом поселке атомной электростанции) аэрозольные пробы

# М Радиации

## Мониторинг радиоактивного загрязнения природных вод

При проведении наблюдений за радиоактивным загрязнением природных вод для отбора и одновременного концентрирования проб глубинной воды большого объема используется шланговый пробоотборник «Спрут». Работа осуществляется следующим образом. К гидрологическому тросу подвешивают груз, предназначенный для затопления пробоотборного шланга, а также для уменьшения сноса при отборе проб с дрейфующего судна. Масса груза выбирается в зависимости от погодных условий. При штиле (или работе на заякоренном судне) масса груза может составлять 20-30 кг, при сильном дрейфе ее следует увеличить. На некотором расстоянии от груза (около 1 м) закрепляют заборный конец пробоотборного шланга. Затем трос опускают до тех пор, пока заборный конец шланга не окажется на необходимом уровне воды, после чего устанавливают на нуль счетчик глубины. Трос и соединенный с ним шланг опускают на заданный горизонт, закрепляя через шланг каждые 10 м к тросу. Отрезки шланга длиной 20 м каждый соединяют между собой специальными переходными штуцерами. По достижении заданного горизонта спуск прекращают, пробоотборный шланг через насадку подсоединяют к вибронасосу «Малыш».

К выходному патрубку насоса подсоединяют шланг для подачи воды на борт судна. Насос на тросе или капроновом шнуре спускают в воду на глубину 0,5-1,0 м. К отбору пробы приступают примерно через 10 мин. Это время необходимо для откачки воды более высоких горизонтов, находящейся в шланге, и промывки шланга водой нужного горизонта. Затем вода по шлангу подается на фильтровальную установку «Мидия», абсорбер и расходомер. Фильтровальная установка «Мидия» предназначена для

# М Радиации

## Мониторинг радиоактивного загрязнения почв

Для контроля за радиоактивным загрязнением почв применяется метод отбора проб почв с последующим их гамма-спектрометрическим анализом с помощью портативного гамма-спектрометра (экспресс-анализа с помощью приборов «Белла» и СРП-88).

Основное количество радионуклидов сосредоточено в верхнем 10-сантиметровом слое почвы, поэтому необходимо наиболее тщательно проводить исследование вертикального распределения загрязнения в этом верхнем слое почвы. В данном случае используют специальные пробоотборники цилиндрической формы диаметром 26 см.

При отборе проб с большей глубины используют пробоотборник, который имеет уменьшенный диаметр по сравнению с указанным выше. Это объясняется тем, что на пахотных почвах и глубинах более 10 см изменение содержания радионуклидов в почве с глубиной значительно меньше, чем в поверхностном слое почвы. В связи с этим можно проводить исследование более толстых слоев, а следовательно, лунки для отбора пробы могут быть меньшего диаметра. Кроме того, уменьшение диаметра пробоотборника позволяет исключить попадание почвы из верхних слоев в нижние.

После забивания пробоотборника в почву его выкапывают, разбирают на две половинки, а отобранную пробу делят на куски высотой 5 см. Пробы упаковывают в полиэтиленовые мешки и заворачивают в бумагу, снабжая этикетками с подробным описанием места отбора пробы и состояния поверхности почвы.