

Радиационный контроль воды. Измерение суммарной альфа-активности воды

25.05.2018

До недавнего времени считалось, что радиоактивность природных вод обусловлена главным образом деятельностью человека, т.е. техногенными радионуклидами ($Sr-90$, $Cs-137$ и т.д.). Однако сейчас абсолютно ясно, что радиоактивность вод в основном связана с наличием естественных радионуклидов, а именно, членов радиоактивных рядов $U-238$ и $Th-232$, а также $K-40$.

В настоящее время техногенный радиационный фон обусловлен такими высокоактивными радионуклидами, как Cs^{137} , Sr^{90} , изотопы плутония $Pu^{239,240,238,241}$, Am^{241} . Эти и многие другие так называемые «искусственные» радионуклиды существуют в литосфере без участия человека, образуясь в результате природных ядерных реакций.

За последние 100 лет произошло резкое увеличение природного радиационного фона воды на много порядков, и доведение его во многих случаях до опасного для человека уровня.

В подземных водах (глубина отбора 60-100 м) на удалении более 1 км от озера Карачай (ПО «Маяк»), установлены активности Sr^{90} , превышающие уровни вмешательства (УВ) в десятки и сотни раз. В ряде поверхностных водоемов юго-запада Брянской области фиксируются уровни активности Sr^{90} и Cs^{137} , сопоставимые с УВ.

Факторы, влияющие на радиоактивность природных вод:

- тип природной воды;
- климатическая и ландшафтная зона;
- состав водовмещающих пород;
- тектоническое строение осадочного чехла и кристаллического фундамента;
- взаимосвязь водоносных горизонтов между собой;
- интенсивность и состав атмосферных выпадений (фильтрация в зоне аэрации);
- солевой состав воды;
- сезонные вариации уровня радиоактивности и резкие изменения при тектонических подвижках;
- уровень антропогенного воздействия.

С точки зрения осуществления радиационного контроля вода представляет собой чрезвычайно сложный объект в силу следующих обстоятельств:

- широкий диапазон минерализации и состава солей;
- огромный размах природных вариаций активности, отсутствие понятия фона;
- практически полное отсутствие радиоактивного равновесия;
- разные уровни активности даже в пределах одного водоносного горизонта;
- сезонные вариации уровней активности;
- вариации активности, связанные с тектоническими подвижками;
- разнообразие радионуклидного состава вод.

Причина резкого нарушения радиоактивного равновесия в природных водах: различия в геохимических свойствах разных элементов и правило изотопного сдвига (из нескольких радиоактивных изотопов одного элемента более подвижным является короткоживущий).

Пути поступления радиоактивности в водоисточники:

1. Подземные воды
2. Радон
3. Выщелачивание из пород

4. Смыв с территорий

5. Выпадения

Таким образом, для радионуклидного анализа воды необходимы специальные методы и подходы, учитывающие эти обстоятельства.

Один из методов радиационного контроля воды основан на концентрировании радионуклидов из объема водной пробы методом упаривания до сухого остатка, измерении с помощью радиометра скорости счета альфа- и бета-излучения полученного остатка, сравнении со скоростью счёта образца сравнения с аттестованными значениями активности и расчёте суммарной альфа- и бета- активности пробы.

Суммарная активность - это условная активность счётного образца, численно равная активности регламентированного образца сравнения при одинаковых показаниях радиометра.

Опыт исследований подземных источников водоснабжения показывает, что существенный вклад в активность могут вносить изотопы урана и Ra^{226} с энергией альфа-излучения 4,5-4,7 МэВ, а солевой состав представлен солями $CaCO_3$ и $CaSO_4$. Однако, исключать возможное присутствие в значимых количествах изотопов с большими значениями энергии альфа-излучения (до 5,7 МэВ у ^{224}Ra) нельзя. Учет их возможного присутствия может быть проведен либо применением методов подготовки счетных образцов с известным радионуклидным и солевым составом (например, поэлементного химического выделения), либо путем увеличения неопределенности результата измерений на величину возможных вариаций измеряемой величины. Для любого исследования необходимо провести градуировки радиометра (определение эффективного порога и чувствительности), а также дополнить программное обеспечение модулями, позволяющими учитывать энергию альфа-излучения.

Для обеспечения возможности выполнения такого учета требуется информация о составе пробы или средней энергии альфа-излучения.

В результаты измерений, помимо значений удельной активности и неопределенности, выданных прибором, необходимо включить значение дополнительной составляющей неопределенности измерения, обусловленной возможными вариациями радионуклидного состава проб воды. Для счетных образцов, полученных из проб воды методом выпаривания и измеряемых на альфа-радиометре с порогом 2 МэВ, эта величина может быть оценена как 30 %.

В случае использования метода выпаривания при проведении процедуры подготовки счетного образца, значение массы осадка должно достигнуть суммы исходных масс солей, внесенных в пробу.

Измерения проводятся на малофоновой аппаратуре высокой чувствительности.

Документы, с помощью которых производят нормирование радиоактивного фона воды:

И НРБ-99/2009

И ОСПОРБ—99/2010

И СанПиН 2.6.1.2800-10

И Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества СанПиП 2.1.4.1074-01, М., Минздрав России, 2002.

И 2.1.4 Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. МУ 2.1.4.682-97

И Радиационный контроль питьевой воды. Методические рекомендации. Минздрав РФ, Москва, 2005

В нормативных документах суммарная альфа-активность используется как нормируемая величина. Определенный в НРБ уровень 0,2 Бк/л используется как критерий радиационной безопасности воды на этапе предварительного контроля.

Принципы нормирования

Экспресс-оценка

Для предварительной оценки соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности используются измеренные значения удельной общей альфа- (A_a) и бета- (A_b) активности в Бк/кг и абсолютные погрешности их определения Δ_a и Δ_b , где: $\Delta_a = A_a * \delta\Sigma_a$ и $\Delta_b = A_b * \delta\Sigma_b$

Вода признается безусловно соответствующей критерию радиационной безопасности, если: $A_a + \Delta_a \leq 0.2$ и $A_b + \Delta_b \leq 1.0$

Для проведения детальных исследований воды в Лаборатории санитарно-эпидемиологического и радиационного контроля ГБУ «Центр экспертиз, испытаний и исследований в строительстве» используется спектрометрическая установка МКС-01А «МУЛЬТИРАД».

«МУЛЬТИРАД» представляет собой лабораторное (в том числе, для передвижных лабораторий) оборудование с широким спектром возможностей. Принцип действия «МУЛЬТИРАД» основан на преобразовании энергии ионизирующих излучений в электрические импульсы, которые с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП) преобразуются в цифровой сигнал. Цифровой сигнал в дальнейшем обрабатывается посредством программного обеспечения (далее - ПО) «Прогресс», установленном на персональном компьютере (далее - ПК). ПО позволяет провести обсчет и сравнение результатов измерений со значениями нормативов из действующей нормативно-методической документации, а также вести всю необходимую документацию (журналы, протоколы) в электронном виде с возможностью вывода на печать любого документа по усмотрению пользователя. ПО поддерживает возможность получения данных от GPS-приемника и наносить результаты замеров на электронную карту местности.

С начала 2018 года Лаборатория санитарно-эпидемиологического и радиационного контроля ГБУ «ЦЭИИС» осуществляет контроль воды на строительных объектах города в рамках государственной работы по оценке соответствия качества воды, подаваемой в помещения жилого, общественного, производственного и служебного назначения, в том числе и по радиационным показателям.

Оценка проводится на завершающем этапе строительства, при вводе объекта в эксплуатацию.

По результатам выполненной государственной работы выдается заключение о соответствии (или несоответствии) измеренной активности альфа-излучающих нуклидов в воде требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, СанПиН 2.6.1.2523-09.

Статью написал / оформил лаборант Лаборатории «СЭиРК» О.Н.Миронова

Статью правил / утвердил Начальник Лаборатории «СЭиРК» Д.Е.Ипполитов

Адрес страницы: <http://ceiis.mos.ru/presscenter/news/detail/7352597.html>

[ГБУ ЦЭИИС](#)