

**РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ****МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ****Минздрав России****Москва 2000**

1. Разработаны авторским коллективом в составе: д.м.н. В.Я. Голиков (Российская медицинская академия последипломного образования) - руководитель, О.Е. Тутельян, С.И. Кувшинников (Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России), О.В. Липатова (Департамент госсанэпиднадзора Минздрава России), к.г.-м.н. А.Е. Бахур (Лаборатория изотопных методов анализа Всероссийского НИИ минерального сырья Министерства природных ресурсов России), к.ф.-м.н. Ю.Н. Мартынюк (Центр метрологии ионизирующих излучений ГП «ВНИИФТРИ» Госстандарта России), к.т.н И.П. Стамат, к.б.н. В.Н. Шутов, (Федеральный радиологический центр Санкт-Петербургского НИИ радиационной гигиены Минздрава России).

2. Утверждены заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации "04" апреля 2000 года.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения
 2. Нормативные ссылки
 3. Термины и определения
 4. Общие положения
 5. Требования к методам и средствам РК
 6. Определение соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности
- Приложение 1* Применение рекомендаций по содержанию радионуклидов в питьевой воде, основанной на величине годового уровня дозы 0,1 мЗв
- Приложение 2* Уровни вмешательства (УВ) радионуклидов в питьевой воде (извлечение из приложения П-2 СП 2.6.1,758 -99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99))
- Приложение 3* (справочное) Рекомендуемые методы для радиационного контроля питьевой воды
- Приложение 4* (справочное) Перечень методик, используемых при радиационном контроле питьевой воды
- Приложение 5* Примеры по определению соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности

УТВЕРЖДАЮЗаместитель Главного государственного
санитарного врача Российской Федерации

А.А. Монисов

04.04.2000 г.

РАДИАЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ****1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ**

1.1. Настоящие методические указания (МР) распространяются на проведение гигиенического контроля для оценки радиационной безопасности питьевой воды, производимой и подаваемой централизованными системами питьевого водоснабжения (далее - питьевая вода), а также на питьевую воду, разливаемую в емкости промышленным способом.

1.2. МР не распространяются на воду нецентрализованных и автономных систем водоснабжения, а также на столовые, минеральные и лечебные воды.



1.3. МР относятся к обычным условиям эксплуатации существующих или вводимых в строй систем водоснабжения. На территориях, загрязненных радионуклидами вследствие радиационных аварий или иных причин, органами Госсанэпиднадзора может устанавливаться расширенный перечень контролируемых в воде радионуклидов, с учетом конкретных условий и специфики радионуклидного состава загрязнения.

1.4. МР предназначены для органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы, осуществляющих государственный и ведомственный санитарно-эпидемиологический надзор за состоянием централизованного питьевого водоснабжения, а также для организаций, эксплуатирующих системы водоснабжения питьевого назначения и осуществляющих производственный контроль за качеством питьевой воды.

2. НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих МР использованы ссылки на следующие нормативные документы:

- Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества;
- Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99);
- Руководство по контролю качества питьевой воды. Всемирная организация здравоохранения. (Женева, второе аннотированное издание, 1994 г.);
- МУ 2.1.4.682-97. Методические указания по внедрению и применению Санитарных правил норм СанПиН 2.1.4.559-96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»;
- ГОСТ Р 51232-98. Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества воды;
- МИ 2453-98. Методики радиационного контроля. Общие требования.

3. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Питьевая вода - вода, по своему качеству в естественном состоянии или после подготовки отвечающая гигиеническим нормативам и предназначенная для удовлетворения питьевых и бытовых потребностей человека, либо для производства продукции для потребления человеком (пищевых продуктов, напитков и иной продукции).

Источник питьевого водоснабжения - водный объект или его часть, которые содержат воду, отвечающую установленным гигиеническим нормативам для источников питьевого водоснабжения, и используются или могут быть использованы для забора воды в системы питьевого водоснабжения с соответствующей подготовкой или без нее.

Централизованная система питьевого водоснабжения - комплекс устройств, сооружений и трубопроводов, предназначенных для забора, подготовки или без нее, хранения, подачи к местам расходования питьевой воды и открытый для всеобщего пользования.

Счетный образец - определенное количество вещества, полученное в результате физических или химических воздействий на пробу согласно установленной методике и предназначенное для измерений его радиационных параметров на радиометрической установке в соответствии с регламентированной методикой выполнения измерений.

Активность радионуклида (A) - мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени:

$$A = \frac{dN}{dt},$$

где dN - ожидаемое число спонтанных ядерных превращений из данного энергетического состояния, происходящих за промежуток времени dt. Единицей активности является беккерель (Бк).

Активность радионуклида удельная (объемная) - отношение активности A радионуклида в веществе к массе m (объему V) вещества:

$$A_m = \frac{A}{m}; \quad A_v = \frac{A}{V}.$$



Единица удельной активности - беккерель на килограмм, Бк/кг. Единица объемной активности - беккерель на метр кубический, Бк/м³.

Общая (суммарная) альфа-активность воды:

$$A_{\alpha} = \sum_i (A_i \times \eta_i^{\alpha})$$

где A_i - активность i радионуклида, η_i^{α} - выход альфа-частиц на распад i радионуклида.

Общая (суммарная) бета-активность воды:

$$A_{\beta} = \sum_i (A_i \times \eta_i^{\beta})$$

где A_i - активность i радионуклида, η_i^{β} - выход бета-частиц на распад i радионуклида.

В рамках настоящих МР применительно упрощенной системы анализа:

Общая (суммарная) альфа- или бета-активность воды - условная альфа- или бета-активность счетного образца, полученного из контролируемой пробы с помощью регламентированной методики пробоподготовки, численно равная активности назначенного образца сравнения при одинаковых показаниях используемого радиометра.

Радиометрическая установка - техническое средство (радиометр, спектрометр) для измерения активности (удельной активности) радионуклидов в счетном образце.

Минимальная измеряемая активность, A_{\min} - активность счетного образца, при измерении которой на данной радиометрической установке за время один час относительная статистическая погрешность составляет 50 % ($P = 0,95$).

Предел дозы - величина годовой эффективной или эквивалентной дозы техногенного облучения, которая не должна превышать в условиях нормальной работы.

Уровень вмешательства (УВ) - уровень радиационного фактора, при превышении которого следует проводить определенные защитные мероприятия.

Уровень контрольный - значение контролируемой величины дозы, мощности дозы, радиоактивного загрязнения и т.д., устанавливаемое для оперативного радиационного контроля, с целью закрепления достигнутого уровня радиационной безопасности, обеспечения дальнейшего снижения облучения персонала и населения, радиоактивного загрязнения окружающей среды.

Контроль радиационный - получение информации о радиационной обстановке в организации, в окружающей среде и об уровнях облучения людей (включает дозиметрический и радиометрический контроль).

Случайная (статистическая) погрешность измерения - составляющая погрешности результата измерения, изменяющаяся случайным образом при повторных измерениях одной и той же величины.

Систематическая погрешность измерения - составляющая результата погрешности измерения, постоянная или слабо меняющаяся при повторных измерениях одной и той же величины, и связанная с особенностями методики подготовки счетного образца, условий измерений и процедуры поверки.

Абсолютная погрешность измерения - погрешность результата измерения, выраженная в единицах измеряемой величины.

4. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1. Настоящие методические рекомендации рассматривают порядок применения общих требований и нормативов в целях обеспечения контроля показателей радиационного качества питьевой воды.

4.2. Радиационная безопасность питьевой воды регламентируется следующими нормативными документами в области санитарно-гигиенических нормативов:

- Санитарные правила и нормативы СП 2.6.1.758-99. Нормы радиационной безопасности НРБ-99;
- Санитарные правила и нормы СанПиН 2.1.4.559-96. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

4.3. При разработке российских гигиенических нормативов питьевой воды учитывались рекомендации ВОЗ и основывались на следующих положениях:



- по данным НКДАР влияние питьевой воды на общую дозу не является преобладающим (за исключением отдельных регионов) и обусловлено в основном природными радионуклидами рядов урана и тория;

- при содержании природных и искусственных радионуклидов в питьевой воде, создающих эффективную дозу меньше 0,1 мЗв за год, не требуется проведение мероприятий по снижению ее радиоактивности;

- этому значению дозы при потреблении воды 2 кг в сутки соответствуют средние значения удельной активности за год (уровни вмешательства - УВ), приведенные в приложении П-2 НРБ-99. При совместном присутствии в воде нескольких радионуклидов должно выполняться условие:

$$\sum_i (A_i / UV_i) \leq 1$$

, где A_i - удельная активность i радионуклида в воде, UV_i - соответствующий уровень вмешательства;

- величины 0,1 Бк/кг для общей альфа-активности и 1,0 Бк/кг для общей бета-активности рекомендованы как те уровни при мониторинге питьевой воды, ниже которых не требуется никаких дальнейших мероприятий. В случае их превышения необходим более детальный радионуклидный анализ воды.

4.4. Радиационный контроль воды проводят в местах водозабора системы водоснабжения, перед подачей ее в распределительную водопроводную сеть, а также в точках распределительной сети.

4.5. Для оценки стабильности удельной активности радионуклидов в питьевой воде в течение года рекомендуется проводить измерения ежеквартально; в дальнейшем - по согласованию с органами госсанэпиднадзора.

4.6. При проведении радиационного контроля питьевой воды выполняются следующие основные процедуры:

- отбор проб;
- приготовление счетных образцов;
- измерение общей α - и β -активности;
- идентификация радионуклидов, измерение их индивидуальных концентраций;
- расчет результатов измерений и погрешностей исследований;
- гигиеническая оценка питьевой воды по критериям радиационной безопасности.

4.7. Отбор, консервацию, хранение и транспортирование проб питьевой воды на радиационные испытания производятся по ГОСТ 24481, а также в соответствии с требованиями стандартов и других действующих нормативных документов на методы определения конкретного показателя, утвержденных в установленном порядке.

4.8. Для сопоставимости и воспроизводимости результатов измерения суммарной альфа- и бета-активности с точки зрения соответствия питьевой воды требованиям НРБ-99 и СанПиН 2.1.4.559-96 рекомендуется использование единого способа концентрирования радионуклидов - выпаривание и единых стандартов сравнения - сульфата калия (стандарт «Бета») и сульфата кальция с гомогенно распределенными ^{239}Pu (стандарт «Альфа») как наиболее близких к реальным пробам по матричному и спектральному составу.

4.9. Контроль за содержанием радионуклидов в питьевой воде организует и (или) осуществляет организация, обеспечивающая водоснабжение населения.

4.10. Лаборатории, осуществляющие радиационный контроль питьевой воды, должны быть аккредитованы на техническую компетентность в установленном порядке в соответствующих областях измерений.

4.11. Государственный надзор за содержанием радионуклидов в питьевой воде осуществляет орган госсанэпиднадзора, который производит оценку доз внутреннего облучения населения территорий и отдельных критических групп населения, подвергающихся наибольшему облучению за счет потребления питьевой воды с повышенным содержанием радионуклидов.

5. ТРЕБОВАНИЯ К МЕТОДАМ И СРЕДСТВАМ РК

5.1. Методики радиационного контроля питьевой воды должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 8.563 и МИ 2453-98, в установленном порядке метрологически аттестованы органами Госстандарта РФ и согласованы с Минздравом РФ.

5.2. Радиометрические установки, используемые для радиационного контроля питьевой воды, должны быть внесены в государственный реестр утвержденных типов средств измерений и



поверены. Контрольные меры активности, стандарты сравнения и изотопные индикаторы должны быть аттестованы органами Госстандарта РФ в установленном порядке.

5.3. Радиометрические установки для измерения суммарной альфа- и бета-активности должны отвечать следующим требованиям:

- минимальная измеряемая альфа-активность $A_{\min} (\square\alpha)$ для установленных стандартов сравнения не более 0,02 Бк;

- минимальная измеряемая бета-активность $A_{\min} (\square\beta)$ для установленных стандартов сравнения не более 0,2 Бк.

5.4. Методики выполнения измерений должны обеспечивать:

- определение общей альфа- и бета-активности проб воды без учета вклада ^{222}Rn с короткоживущими продуктами его распада (^{218}Po , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{214}Po);

- определение удельной активности легколетучих радионуклидов (^{131}I , ^{222}Rn и др.) при возможном присутствии их в воде.

5.5. При определении отдельных нормируемых радионуклидов методики выполнения измерений и радиометрические установки должны обеспечивать минимальную измеряемую активность A_{\min} не выше 0,1 УВ^{вода} для данного радионуклида.

5.6. Рекомендуются использовать селективные (избирательные) методы прямого измерения контролируемых радионуклидов, избегая косвенных и расчетных.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СООТВЕТСТВИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ КРИТЕРИЯМ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. Результатом измерения при определении соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности является измеренное значение удельной активности и погрешность измерения при доверительной вероятности ($P = 0,95$).

Абсолютная погрешность измерения состоит из случайной (статистической) \square_s и систематической (постоянной) Δ_0 составляющих. Полная погрешность измерения Δ определяется как:

$$\Delta = \Delta_s + \Delta_0.$$

Систематическую погрешность Δ_0 следует оценивать, исходя из следующего принципа суммирования:

$$\Delta_0 = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2},$$

где Δ_1 - погрешности аттестованных метрологических характеристик средств измерений, указанной в свидетельстве о поверке, Δ_2 - методическая погрешность подготовки счетного образца. При отсутствии в методике указания последней погрешности, она принимается равной 0,10 (10 %).

6.2. Для предварительной оценки соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности используются измеренные значения удельной общей альфа- (A_α) и бета- (A_β) активности и абсолютные погрешности их определения Δ_α и Δ_β .

Для питьевой воды подземных источников водоснабжения одновременно с измерениями общей альфа- и бета-активности необходимо определять содержание радона. Результатом измерения является измеренное значение удельной активности радона (A_{Rn}) и абсолютная погрешность его определения \square_{Rn} .

6.3. Вода соответствует требованиям Норм радиационной безопасности НРБ-99, если одновременно выполняются следующие условия:

$$A_\alpha + \Delta_\alpha \leq 0,1 \text{ Бк/кг} \quad (1)$$

$$A_\beta + \Delta_\beta \leq 1,0 \text{ Бк/кг} \quad (2)$$

$$A_{\text{Rn}} + \Delta_{\text{Rn}} \leq 60 \text{ Бк/кг} \quad (3)$$

6.4. При содержании радона в воде выше 60 Бк/кг, необходимо провести дальнейшие исследования в соответствии с пунктами №№ 6.9-6.10 настоящих МР.

6.5. Если превышен один или оба показателя общей альфа- или бета-активности, то необходимо выполнить радионуклидный анализ.



В таблице 1 приведена рекомендованная последовательность радионуклидного анализа воды в зависимости от измеренных уровней общей альфа- и бета-активности, позволяющая свести к минимуму непроизводительные затраты и оптимизировать исследования при радиационном контроле. При формировании перечня контролируемых радионуклидов учитывались распространенность радионуклидов, их концентрации в воде и радиотоксикологические характеристики.

Таблица 1

Рекомендуемая последовательность радионуклидного анализа в зависимости от измеренных уровней общей альфа- и бета-активности

№ п/п	Измеренные уровни суммарной альфа- и бета-активности, Бк/кг	Контролируемые радионуклиды	Примечания
1.	$A_\alpha + \Delta\alpha \leq 0,10$ $A_\beta + \Delta\beta \leq 1,0$	<i>Радионуклидный состав не контролируется</i>	
2.	$0,10 < A_\alpha + \Delta\alpha \leq 0,20$ $A_\beta + \Delta\beta \leq 1,0$	Сокращенный: $^{210}\text{Po}, ^{210}\text{Pb}^*$	Проверяется выполнение условия (5). Далее - действия по пп. 6.8.-6.10. настоящих МР.
3.	$0,20 < A_\alpha + \Delta\alpha \leq 0,40$ $A_\beta + \Delta\beta \leq 1,0$	Расширенный: $^{210}\text{Po}, ^{210}\text{Pb}, ^{216}\text{Ra}, ^{228}\text{Ra}$	Проверяется выполнение условия (5). Далее - действия по пп. 6.8.-6.10. настоящих МР.
4.	$A_\alpha + \Delta\alpha > 0,40$ $A_\beta + \Delta\beta \leq 1,0$	Полный: $^{210}\text{Po}, ^{210}\text{Pb}, ^{216}\text{Ra}, ^{228}\text{Ra}, ^{238}\text{U}, ^{234}\text{U}$	При невыполнении условия (4) необходимо дополнительное определение $^{232}\text{Th}, ^{230}\text{Th}, ^{228}\text{Th}$; в районах техногенного загрязнения, действующих АЭС и предприятий ЯТЦ - $^{239+240}\text{Pu}, ^{238}\text{Pu}, ^{241}\text{Am}$. Проверяется выполнение условия (5). Далее - действия по пп. 6.8.-6.10. настоящих МР.
5.	$A_\beta + \Delta\beta > 1,0$ (при любых значениях $A_\alpha + \Delta\alpha$)	$^{137}\text{Cs}, ^{90}\text{Sr}$, при необходимости другие техногенные бета-излучающие нуклиды, $^{40}\text{K}^{**}$	

*- необходимость контроля ^{210}Pb в данном случае вызвана его очень жестким нормативом ($УВ^{вода} = 0.2$ Бк/кг) и типичным для атмосферных выпадений и поверхностных вод соотношением $^{210}\text{Po}/^{210}\text{Pb} = 0.2 - 0.3$.

* * - превышение общей бета-активности может быть обусловлено присутствием ^{40}K , который дает пренебрежимо малый вклад в эффективную дозу за счет питьевой воды.

6.6. При полном радионуклидном анализе рекомендуется выполнять оценку соответствия суммарной активности и суммы активностей радионуклидов по критерию:

$$A_\alpha - \sum K_i A_i \leq 0,2, \text{ где} \tag{4}$$

A_α - общая альфа-активность,

A_i - измеренная удельная активность i радионуклида в воде,

K_i - коэффициенты, характеризующие несоответствие энергетических спектров стандарта сравнения и реальной пробы (таблица 2),

0,2 - эмпирический коэффициент, учитывающий присутствие в пробе воды других альфа-излучающих нуклидов на уровне не более 5 % от значения $УВ^{вода}$, определение которых в процессе анализа не выполнялось (например, $^{232}\text{Th}, ^{230}\text{Th}, ^{228}\text{Th}$ с короткоживущими продуктами его распада, возможно $^{239+240}\text{Pu}, ^{238}\text{Pu}, ^{241}\text{Am}$). Если условие (4) выполнено, то считается, что все основные дозообразующие альфа-излучающие нуклиды, представленные в пробе, определены, и дальнейшие измерения не требуются.



Таблица 2

Значения коэффициента K_i при использовании стандарта сравнения с $E\alpha \cong 5.15$ МэВ и нижним уровнем дискриминации альфа-радиометра ≈ 3 МэВ

Альфа-излучающий Радионуклид	Энергия альфа-излучения, кэВ	Значение коэффициента K_i
^{232}Th	4010	0.60
^{238}U	4195	0.65
^{230}Th	4685	0.85
$^{234}\text{U}; ^{226}\text{Ra}$	4770; 4780	0.90
$^{239+240}\text{Pu}; ^{210}\text{Po}$	5155 + 5168; 5305	1.00
$^{228}\text{Th}; ^{241}\text{Am}; ^{238}\text{Pu}$	5420; 5486; 5500	1.10
$^{224}\text{Ra}; ^{223}\text{Ra}$	5680; 5610	1.15

6.7. Вода признается соответствующей критерию радиационной безопасности, если:

$$\sum \frac{A_i}{UB_i} + \sqrt{\sum \left(\frac{\Delta A_i}{UB_i} \right)^2} \leq 1, \text{ где} \tag{5}$$

A_i - измеренная удельная активность i радионуклида в воде, включая ^{222}Rn ,

UB_i - соответствующий уровень вмешательства ($UB^{\text{вода}}$) согласно Приложению П-2 НРБ-99,

ΔA_i - абсолютная погрешность измерения удельной активности i радионуклида.

6.8. При выполнении условия (5) для дальнейшего мониторинга питьевой воды рекомендуется установление **местных контрольных уровней** для данного водоисточника по общей α - и (или) β -активности, гарантирующих непревышение уровня дозы 0,1 мЗв/год.

6.9. При невыполнении условия (5) необходимы дальнейшие исследования воды с целью определения годового поступления радионуклидов:

- Измерения должны характеризовать качество воды на протяжении всего года. Для подземных источников исследуется не менее 4 проб в год, отбираемых в каждый сезон для поверхностных источников - не менее 12 проб в год, отбираемых ежемесячно.

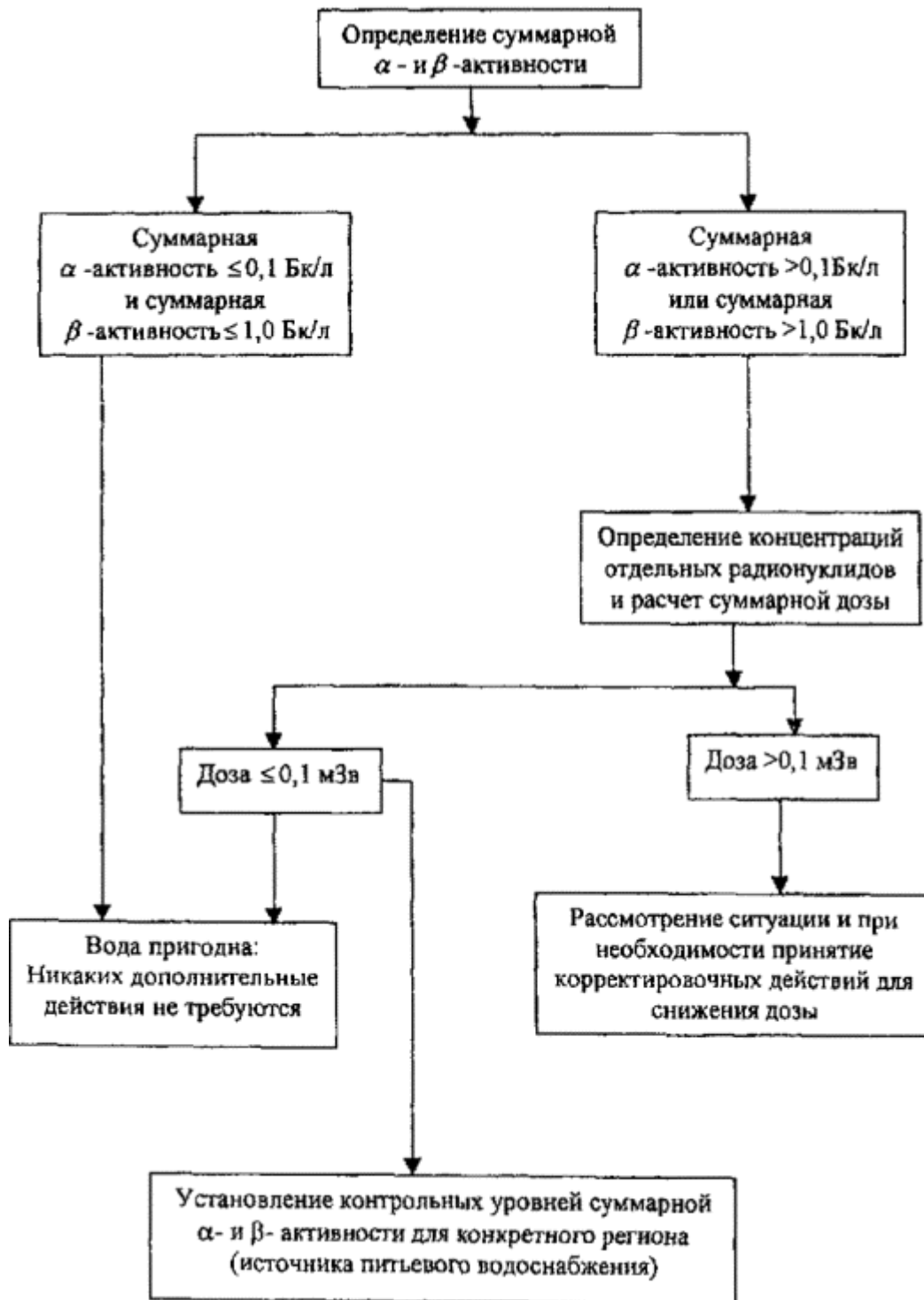
- Анализы должны отражать качество воды, реально потребляемой населением. При наличии обработки воды или смешения воды различных водозаборов радиационный контроль проводится перед подачей ее в водопроводную сеть а для некоторых радионуклидов (газообразных или с малым периодом полураспада, например, для ^{222}Rn) - в точках распределительной сети.

6.10. При обнаружении в воде действующих источников водоснабжения стабильного присутствия радионуклидов выше уровней вмешательства (приложение П-2 НРБ-99) необходимо провести санитарно-эпидемиологическую экспертизу о возможности дальнейшего использования источника водоснабжения или необходимости осуществления защитных мер.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Применение рекомендаций по содержанию радионуклидов в питьевой воде, основанной на величине годового уровня дозы 0,1 мЗв.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Уровни вмешательства (УВ) радионуклидов в питьевой воде (извлечение из приложения П-2 СП 2.6.1,758 -99. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99))

Радионуклид	T 1/2	УВ ^{вода} (Бк/кг)
³ H(β)	12,3 лет	7,7 + 3



Радионуклид	T 1/2	УВ ^{вода} (Бк/кг)
¹⁴ C(β)	5,73 + 3 лет	2,4 + 2
⁶⁰ Co(β, γ)	5,27 лет	4,1 + 1
⁸⁹ Sr(□)	50,5 сут	5,3 + 1
⁹⁰ Sr(□)	29,1 лет	5,0
¹²⁹ I(β)	1,57 + 7 лет	1,3
¹³¹ I(□, γ)	8,04 сут	6,3
¹³⁴ Cs(□, γ)	2,06 лет	7,3
¹³⁷ Cs(β, γ)	30,0 лет	1,1 + 1
²¹⁰ Pb(β)	22,3 лет	2,0 - 1
²¹⁰ Po(α)	138 сут	1,2 - 1
²²⁴ Ra(a)	3,66 сут	2,1
²²⁶ Ra(a)	1,60 + 3 лет	5,0 - 1
²²⁸ Ra(b)	5,75 лет	2,0 - 1
²²⁸ Th(a)	1,91 лет	1,9
²³⁰ Th(α)	7,70 + 4 лет	6,6 - 1
²³² Th(α)	1,40 + 10 лет	6,0 - 1
²³⁴ U(a)	2,44 + 5 лет	2,9
²³⁸ U(a)	4,47 + 9 лет	3,1
²³⁸ Pu(a)	87,7 лет	6,0 - 1
²³⁹ Pu(a)	2,41 + 4 лет	5,6-1
²⁴⁰ Pu(α)	6,54 + 3 лет	5,6 - 1
²⁴¹ Am(□)	4,32 + 2 лет	6,9 - 1
²²² Rn(a)	3,82 сут	60

РН - распространены повсеместно, вероятность достижения или превышения значений УВ^{вода} высокая.

РН - распространены повсеместно, достижение или превышение значений УВ^{вода} возможно в отдельных случаях.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

(справочное)

Рекомендуемые методы для радиационного контроля питьевой воды

Измеряемые характеристики	Рекомендуемые методы измерения	Средства измерения	Диапазон измерений, Бк/кг
Суммарная альфа- и бета-активность А(Σα) и А(Σβ)	Альфа-бета-радиометрический предварительным концентрированием радионуклидов (выпаривание) по регламентированной методике, из объема пробы 0.5 - 1.0 л	с Низкофоновые альфа-бета-радиометры на основе ППД, сцинтилляционных детекторов или проточных пропорциональных счетчиков	0.02-10 ³ (Σα) 0.02-10 ³ (Σβ)
Удельная активность ²³⁸ U, ²³⁴ U, ²³⁵ U, ²³² Th, ²³⁰ Th, ²²⁸ Th, ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu, ²³⁸ Pu, ²⁴¹ Am	Альфа-спектрометрический предварительным радиохимическим выделением радионуклидов из объема пробы 0.5 - 1 л и использованием изотопных индикаторов ²³² U, ²³⁴ Th, ²⁴² Pu, ²³⁶ Pu, ²⁴³ Am;	с Альфа-спектрометры на основе ППД или ионизационных импульсных камер	5×10 ⁻³ -10 ³
Удельная активность ²²⁶ Ra, ²²⁸ Ra, ²²⁴ Ra	Гамма-спектрометрический предварительным количественным концентрированием изотопов радия из объема пробы 5 - 10 л, герметизацией концентрата и выдержкой для накопления равновесных дочерних продуктов распада, альфа-бета-радиометрический с селективным	с Гамма-спектрометры на основе ППД или сцинтилляционных детекторов, низкофоновые альфа-бета-радиометры	(0.05-0.1)-10 ³



Измеряемые характеристики	Рекомендуемые методы измерения	Средства измерения	Диапазон измерений, Бк/кг
	радиохимическим выделением изотопов радия и измерением по регламентированной методике		
Удельная активность ^{210}Po , ^{210}Pb	Альфа-бета-радиометрический или альфа-спектрометрический (^{210}Po) с предварительным селективным радиохимическим выделением радионуклидов ^{210}Po , ^{210}Pb или ^{210}Bi из объема пробы 1 - 3 л	Низкофоновые альфа-бета-радиометры на основе ППД сцинтилляционных детекторов или проточных пропорциональных счетчиков	0.02-10 ³ (α) 0.05-10 ³ (β)
Удельная активность ^{137}Cs , ^{134}Cs	Гамма-спектрометрический радиометрический с предварительным изотопов цезия из объема пробы 1 - 10 л	Гамма-спектрометры на основе ППД или детекторов, бета-радиометры	0.1-10 ³
Удельная активность ^{90}Sr	Бета-спектрометрический инструментальный или бета-радиометрический с предварительным селективным концентрированием ^{90}Sr из объема пробы 1 - 5 л	Бета-спектрометры, низкофоновые бета-радиометры	0.1-10 ³
Удельная активность ^{222}Rn	Радиометрический	Радиометры радона	6-800

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

(справочное)

Перечень методик, используемых при радиационном контроле питьевой воды

1. Подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа- и бета-активности. Методические рекомендации ВИМС. Утверждена. Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений ГП ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 28.02.97.
2. Методика измерения суммарной альфа- и бета-активности сухих остатков водных проб с помощью проточного пропорционального счетчика NRR-610. Дополнение к методическим рекомендациям «подготовка проб природных вод для измерения суммарной альфа- и бета-активности». Утверждена. Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений ГП ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 19.03.97.
3. Методика измерения суммарной альфа- и бета-активности водных проб с помощью альфа-бета радиометра УМФ-2000. Утверждена Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений ГП ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 10.06.97.
4. Радиометрическое определение полония-210 и свинца-210 в водах. Утверждена. ВИМС 02.12.92. Согласована. Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений НПО ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 10.02.92.
5. Методика выполнения измерений объемной активности изотопов урана (234, 238) в пробах природных вод альфа-спектрометрическим методом с радиохимическим выделением. Утверждена. ВИМС. 12.05.99. Утверждена. Директор Центра метрологии ионизирующих излучений ГНМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 07.05.99.
6. Методика выполнения измерения объемной активности радия-226 и радия-228 в пробах природных вод гамма-спектрометрическим методом с предварительным концентрированием. Проект, ВИМС.
7. Методика выполнения измерений объемной активности изотопов тория (232, 230, 228) в пробах природных вод альфа-спектрометрическим методом с радиохимическим выделением. Утверждена. ВИМС 19.11.97. Согласована. Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений НПО ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 10.10.95.
8. Методика выполнения измерений объемной активности изотопов плутония (239+240, 238) в пробах природных вод альфа-спектрометрическим методом с радиохимическим выделением. Утверждена. ВИМС 31.03.99. Утверждена. Директор Центра метрологии ионизирующих излучений ГНМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 09.03.99.



9. Методические рекомендации по определению естественных изотопов: радия-224, свинца-210, тория-232, урана-238, радия-226 в пробах питьевой воды, почвы и золы растений. МР ЛНИИРГ МЗ РСФСР. Л., 1978.
10. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды /Под ред. А.Н. Марeya и А.С. Зыковой. М., 1980. Утв. Главный государственный санитарный врач СССР - П.В. Бургасов.
11. Методика измерения активности радионуклидов в счетных образцах на сцинтилляционном гамма-спектрометре с использованием программного обеспечения «Прогресс». Утверждена. Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений ННМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта России - В.П. Ярына. 01.05.96.
12. Методика измерения активности бета-излучающих радионуклидов в счетных образцах с использованием программного обеспечения «Прогресс». Утверждена. Нач. Центра метрологии ионизирующих излучений ННМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта России - В.П. Ярына. 07.05.96.
13. Методические рекомендации по применению радиологических комплексов с программным обеспечением Прогресс для определения соответствия проб питьевой воды требованиям радиационной безопасности согласно СанПиН 2.1.4.559-96, СанПиН 2.3.2.560-96 и ГН 2.6.1.054-96 (НРБ-96). Утверждена. Директор Центра метрологии ионизирующих излучений ГНМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына.
14. Методика экспрессного измерения объемной активности ^{222}Rn в воде с помощью радиометра радона РРА-01М. Утверждена. Директор Центра метрологии ионизирующих излучений ГНМЦ ВНИИФТРИ Госстандарта РФ - В.П. Ярына. 05.03.93.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Примеры по определению соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности

Пример 1.

1). При выполнении анализа питьевой воды было установлено:

$$A_{\alpha} + \Delta\alpha = 0,17 \text{ Бк/кг}, A_{\beta} + \Delta\beta = 0,16 \text{ Бк/кг}.$$

2) Так как превышен контрольный уровень суммарной альфа-активности, необходимо провести радионуклидный анализ. При выборе радионуклидов, подлежащих определению в пробе, руководствуемся п. 6.5. настоящих МР:

$0,10 < A_{\alpha} + \Delta\alpha = 0,17 \leq 0,20$ - выполняем **сокращенный** радионуклидный анализ (в пробе определяем ^{210}Po , ^{210}Pb)

3). Последующий анализ показал присутствие данных радионуклидов в следующих концентрациях:

$$^{210}\text{Po} - 0,002 \pm 0,001 \text{ Бк/кг},$$

$$^{210}\text{Pb} - 0,030 \pm 0,015 \text{ Бк/кг}.$$

4). Проверяем выполнение условия (5) настоящих МР:

$$\sum \frac{A_i}{\text{УВ}_i} + \sqrt{\sum \left(\frac{\Delta A_i}{\text{УВ}_i} \right)^2} = \left(\frac{0,002}{0,12} + \frac{0,015}{0,20} \right) + \sqrt{\left(\frac{0,001}{0,12} \right)^2 + \left(\frac{0,015}{0,20} \right)^2} = 0,24 < 1$$

Так как присутствие в пробе любых других альфа-излучающих радионуклидов гарантирует выполнение условия (5) настоящих МР, дальнейших исследований не требуется.

Доза, соответствующая этому значению, $< 0,1$ мЗв. Вода пригодна, никакие дополнительные действия не требуются.

5). Установление контрольного уровня суммарной альфа-активности для данного водоисточника - **0,17** Бк/кг.

Пример 2.

1). При выполнении анализа питьевой воды было установлено:

$$A_{\alpha} + \Delta\alpha = 0,27 \text{ Бк/кг}, A_{\beta} + \Delta\beta = 0,18 \text{ Бк/кг}.$$

2) Так как превышен контрольный уровень суммарной альфа-активности, необходимо провести радионуклидный анализ. При выборе радионуклидов, подлежащих определению в пробе, руководствуемся п. 6.5. настоящих МР:



$0,20 < A_\alpha + \Delta\alpha = 0,27 \leq 0,40$ - выполняем **расширенный** радионуклидный анализ (в пробе определяем ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{228}Ra).

3). Последующий анализ показал присутствие данных радионуклидов в следующих концентрациях:

$$^{210}\text{Po} - 0,012 \pm 0,004 \text{ Бк/кг},$$

$$^{210}\text{Pb} - 0,020 \pm 0,010 \text{ Бк/кг},$$

$$^{226}\text{Ra} - 0,117 \pm 0,030 \text{ Бк/кг},$$

$$^{228}\text{Ra} - 0,050 \pm 0,020 \text{ Бк/кг}.$$

4). Проверяем выполнение условия (5) настоящих МР:

$$\sum \frac{A_i}{YB_i} + \sqrt{\sum \left(\frac{\Delta A_i}{YB_i} \right)^2} = \left(\frac{0,012}{0,012} + \frac{0,020}{0,20} + \frac{0,117}{0,50} + \frac{0,050}{0,20} \right) + \sqrt{\left(\frac{0,004}{0,12} \right)^2 + \left(\frac{0,010}{0,20} \right)^2 + \left(\frac{0,030}{0,50} \right)^2 + \left(\frac{0,020}{0,20} \right)^2} = 0,82 < 1$$

Доза, соответствующая этому значению, $< 0,1$ мЗв. Вода пригодна, никакие дополнительные действия не требуются.

5). Установление контрольного уровня суммарной альфа-активности для данного водоемисточника - **0,27** Бк/кг.

Пример 3.

1). При выполнении анализа питьевой воды было установлено:

$$A_\alpha + \Delta\alpha = 0,049 + 0,008 = 0,57 \text{ Бк/кг}, A_\beta + \Delta\beta = 0,52 \text{ Бк/кг}.$$

2). Так как превышен контрольный уровень суммарной альфа-активности, необходимо провести радионуклидный анализ. При выборе радионуклидов, подлежащих определению в пробе, руководствуемся п. 6.5. настоящих МР:

$A_\alpha + \Delta\alpha = 0,57 > 0,4$ - выполняем **полный** радионуклидный анализ (в пробе определяем ^{210}Po , ^{210}Pb , ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{238}U , ^{234}U).

3). Последующий анализ показал присутствие данных радионуклидов в следующих концентрациях:

$$^{210}\text{Po} - 170 \pm 0,030 \text{ Бк/кг}, ^{210}\text{Pb} - 0,010 \pm 0,005 \text{ Бк/кг},$$

$$^{226}\text{Ra} - 0,202 \pm 0,030 \text{ Бк/кг}, ^{228}\text{Ra} - 0,033 \pm 0,013 \text{ Бк/кг},$$

$$^{238}\text{U} - 0,041 \pm 0,006 \text{ Бк/кг}, ^{234}\text{U} - 0,059 \pm 0,008 \text{ Бк/кг}.$$

4). Выполняем оценку соответствия суммарной активности и суммы активностей радионуклидов по критерию (4) настоящих МР:

$$A_\alpha - \sum K_i A_i = 0,49 - (0,17 \times 1,0 + 0,202 \times 0,90 + 0,041 \times 0,65 + 0,059 \times 0,90) = 0,14 \leq 0,2$$

Основные дозообразующие радионуклиды, представленные в пробе, определены.

5). Проверяем выполнение условия (5) настоящих МР:

$$\sum \frac{A_i}{YB_i} + \sqrt{\sum \left(\frac{\Delta A_i}{YB_i} \right)^2} = \left(\frac{0,170}{0,120} + \frac{0,010}{0,20} + \frac{0,202}{0,50} + \frac{0,033}{0,20} + \frac{0,041}{3,1} + \frac{0,059}{2,9} \right) + \sqrt{\left(\frac{0,030}{0,12} \right)^2 + \left(\frac{0,005}{0,20} \right)^2 + \left(\frac{0,030}{0,50} \right)^2 + \left(\frac{0,013}{0,20} \right)^2 + \left(\frac{0,006}{3,10} \right)^2 + \left(\frac{0,008}{2,40} \right)^2} = 2,34 > 1$$

6). Необходимо проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы с целью определения возможности дальнейшей эксплуатации водоемисточника или необходимости принятия защитных мер.