

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 последиplomного 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. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [2. Нормативные ссылки. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [3. Термины и определения. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [4. Общие положения. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [5. Требования к методам и средствам РК. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [6. Определение соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [Приложение 1 Применение рекомендаций по содержанию радионуклидов в питьевой воде, основанной на величине годового уровня дозы 0,1 мЗв. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [Приложение 2 Уровни вмешательства \(УВ\) радионуклидов в питьевой воде \(извлечение из приложения П-2 СП 2.6.1.758 -99. Нормы радиационной безопасности \(НРБ-99\) **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [Приложение 3 \(справочное\) Рекомендательные методы для радиационного контроля питьевой воды. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [Приложение 4 \(справочное\) Перечень методик, используемых при радиационном контроле питьевой воды. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)
- [Приложение 5 Примеры по определению соответствия питьевой воды критериям радиационной безопасности. **Ошибка! Закладка не определена.**](#)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель 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_β - 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 превышаться 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

$$\sum_i (A_i / УВ_i) \leq 1$$

должно выполняться условие: , где A_i - удельная активность i радионуклида в воде, $УВ_i$ - 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 $A_{\min} (\Sigma\alpha)$ для установленных стандартов сравнения не более 0,02 Бк;

- минимальная измеряемая бета-активность $A_{\min} (\Sigma\beta)$ 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 $0,1 \text{ УВ}^{\text{вода}}$ 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) Δ_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:

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

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 $\Delta\alpha$ и $\Delta\beta$.

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 ΔRn .

6.3. Вода соответствует требованиям Норм радиационной безопасности [НРБ-99](#), если одновременно выполняются следующие условия:

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

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

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

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}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}Po , ^{210}Pb , ^{216}Ra , ^{228}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}Po , ^{210}Pb , ^{216}Ra , ^{228}Ra , ^{238}U , ^{234}U	При невыполнении условия (4) необходимо дополнительное определение ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th ; в районах техногенного загрязнения, действующих АЭС и предприятий ЯТЦ - $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{241}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}Cs , ^{90}Sr , при необходимости другие техногенные бета-излучающие нуклиды, $^{40}\text{K}^{**}$	

*- необходимость контроля ^{210}Pb в данном случае вызвана его очень жестким нормативом ($УВ^{\text{вода}} = 0.2$ 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:

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

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 $УВ_{\text{вода}}$, определение которых в процессе анализа не выполнялось (например, ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th с короткоживущими продуктами его распада, возможно $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}Pu , ^{241}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 $E_{\alpha} \cong 5.15 \text{ МэВ}$ и нижним уровнем дискриминации альфа-радиометра $\cong 3 \text{ МэВ}$

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}U ; ^{226}Ra	4770; 4780	0.90
$^{239+240}\text{Pu}$; ^{210}Po	5155 + 5168; 5305	1.00
^{228}Th ; ^{241}Am ; ^{238}Pu	5420; 5486; 5500	1.10
^{224}Ra ; ^{223}Ra	5680; 5610	1.15

6.7. Вода признается соответствующей критерию радиационной безопасности, если:

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

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

$УВ_i$ - соответствующий уровень вмешательства ($УВ_{\text{вода}}$) 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:

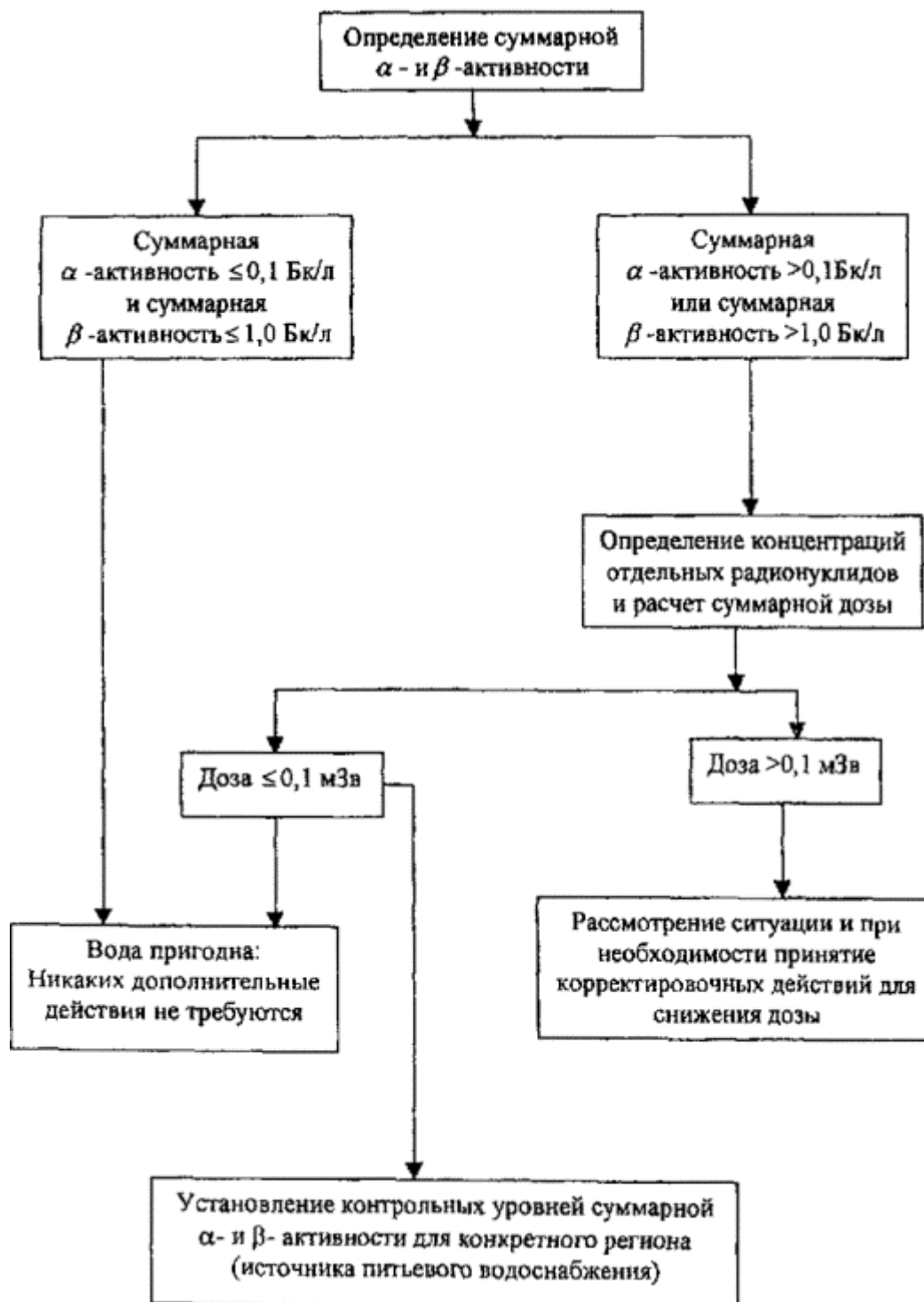
- Измерения должны характеризовать качество воды на протяжении всего года. Для подземных источников исследуется не менее 4 проб в год, отбираемых в каждый сезон для поверхностных источников - не менее 12 проб в год, отбираемых ежемесячно.

- 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
¹⁴ C(β)	5,73 + 3 лет	2,4 + 2
⁶⁰ Co(β, γ)	5,27 лет	4,1 + 1
⁸⁹ Sr(β)	50,5 сут	5,3 + 1
⁹⁰ Sr(β)	29,1 лет	5,0
¹²⁹ I(β)	1,57 + 7 лет	1,3
¹³¹ I(β, γ)	8,04 сут	6,3
¹³⁴ Cs(β, 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(α)	3,66 сут	2,1
²²⁶ Ra(α)	1,60 + 3 лет	5,0 - 1
²²⁸ Ra(β)	5,75 лет	2,0 - 1
²²⁸ Th(α)	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(α)	2,44 + 5 лет	2,9
²³⁸ U(α)	4,47 + 9 лет	3,1
²³⁸ Pu(α)	87,7 лет	6,0 - 1
²³⁹ Pu(α)	2,41 + 4 лет	5,6-1
²⁴⁰ Pu(α)	6,54 + 3 лет	5,6 - 1
²⁴¹ Am(α)	4,32 + 2 лет	6,9 - 1
²²² Rn(α)	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	с Гамма-спектрометры на основе ППД или сцинтилляционных детекторов, низкофоновые альфа-	(0.05-0.1)-10 ³

Измеряемые характеристики	Рекомендуемые методы измерения	Средства измерения	Диапазон измерений, Бк/кг
	равновесных дочерних продуктов распада, альфа-бета-радиометрический с селективным радиохимическим выделением изотопов радия и измерением по регламентированной методике	бета-радиометры	
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 или сцинтилляционных детекторов или проточных пропорциональных счетчиков	$0.02 \cdot 10^3 (\alpha)$ $0.05 \cdot 10^3 (\beta)$
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	$0.1 \cdot 10^3$
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	$0.1 \cdot 10^3$
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. ВИС 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. Мареев 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 ГНМЦ 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 ГНМЦ 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:

$A_\alpha + \Delta A_\alpha = 0,17$ Бк/кг, $A_\beta + \Delta A_\beta = 0,16$ 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:

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

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

^{210}Po - $0,002 \pm 0,001$ Бк/кг,

^{210}Pb - $0,030 \pm 0,015$ Бк/кг.

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

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

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:

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

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_α + Δα = 0,27 ≤ 0,40 - выполняем **расширенный** радионуклидный анализ (в пробе определяем ²¹⁰Po, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra).

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:

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

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

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

Пример 3.

1). При выполнении анализа питьевой воды было установлено:

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

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_α + Δα = 0,57 > 0,4 - выполняем **полный** радионуклидный анализ (в пробе определяем ²¹⁰Po, ²¹⁰Pb, ²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²³⁸U, ²³⁴U).

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:

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

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.