
Качество воды. Радон-222.

Часть 1.

Общие принципы

Water quality — Radon-222 —

Part 1: General principles

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13164-1:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013>

Ответственность за подготовку русской версии несёт GOST R
(Российская Федерация) в соответствии со статьёй 18.1 Устава ISO



Ссылочный номер
ISO 13164-1:2013(R)

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13164-1:2013

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b984dc77-c219-4e88-afd9-b47e4cb568b5/iso-13164-1-2013>



ДОКУМЕНТ ЗАЩИЩЕН АВТОРСКИМ ПРАВОМ

© ISO 2013

Все права сохраняются. Если не указано иное, никакую часть настоящей публикации нельзя копировать или использовать в какой-либо форме или каким-либо электронным или механическим способом, включая фотокопии и микрофильмы, без предварительного письменного согласия ISO, которое должно быть получено после запроса о разрешении, направленного по адресу, приведенному ниже, или в комитет-член ISO в стране запрашивающей стороны.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Опубликовано в Швейцарии

Содержание

Страница

Предисловие.....	iv
Введение	v
1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	1
3 Термины, определения и обозначения.....	2
3.1 Термины и определения.....	2
3.2 Обозначения.....	5
4 Сущность метода измерения	6
5 Отбор проб.....	7
6 Транспортирование и хранение	7
7 Подготовка пробы для анализа.....	10
7.1 Способы дегазации.....	10
7.2 Техника проникания.....	10
7.3 Техника жидкой экстракции.....	10
8 Техника детектирования	10
8.1 Гамма-спектрометрия.....	10
8.2 Сцинтилляция сульфидом цинка, активированным серебром:ZnS(Ag)	11
8.3 Ионизация воздуха	11
8.4 Полупроводниковые сцинтилляторы (альфа-детектирование).....	11
8.5 Жидкие сцинтилляторы	11
9 Методы измерения	11
9.1 Общие положения.....	11
9.2 Гамма-спектрометрический метод.....	11
9.3 Эманационный метод измерения.....	12
9.4 Методы счета с использованием жидких сцинтилляторов (LSC).....	14
9.5 Метод проникания.....	14
10 Калибровка	14
11 Программа обеспечения и контроля качества	14
11.1 Общие положения.....	14
11.2 Влияющие величины	14
11.3 Верификация приборов.....	15
11.4 Верификация метода.....	15
11.5 Демонстрация способностей аналитика.....	15
12 Обработка результатов	15
13 Протокол испытания.....	15
Приложение А (информативное) Радон и продукты его радиоактивного распада в воде	17
Приложение В (информативное) Примеры форм для записи данных.....	21
Библиография.....	25

Предисловие

Международная организация по стандартизации (ISO) всемирная федерация национальных органов по стандартизации (комитеты-члены ISO). Работа по подготовке международных стандартов обычно ведется через технические комитеты ISO. Каждый комитет-член ISO, проявляющий интерес к тематике, по которой учрежден технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, государственные и негосударственные, имеющие связи с ISO, также принимают участие в работе. ISO тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (IEC) по всем вопросам стандартизации в области электротехники.

Процедуры, используемые для разработки данного документа, и процедуры, предусмотренные для его дальнейшего ведения, описаны в Директивах ISO/IEC, Часть 1. В частности, следует отметить различные критерии утверждения, требуемые для различных типов документов ISO. Проект данного документа был разработан в соответствии с редакционными правилами Директив ISO/IEC, Часть 2. www.iso.org/directives.

Необходимо обратить внимание на возможность того, что ряд элементов данного документа могут быть предметом патентных прав. Международная организация ISO не должна нести ответственность за идентификацию таких прав, частично или полностью. Сведения о патентных правах, идентифицированных при разработке документа, будут указаны во Введении и/или в перечне полученных ISO объявлениях о патентном праве. www.iso.org/patents.

Любое торговое название, использованное в данном документе, является информацией, предоставляемой для удобства пользователей, а не свидетельством в пользу того или иного товара или той или иной компании.

За данный документ несет ответственность Технический комитет ISO/TC 147, *Качество воды*, Подкомитет SC 3, *Измерения радиоактивности*.

ISO 13164 состоит из следующих частей под общим названием *Качество воды. Радон-222*:

- *Часть 1. Общие принципы*
- *Часть 2. Метод гамма-лучевой спектрометрии*
- *Часть 3. Эманационный метод измерения*

Следующая часть находится на стадии подготовки:

- *Часть 4. Метод измерения активности с помощью двухфазных жидкостных сцинтилляторов*

Введение

В окружающей среде наблюдается радиоактивность некоторых природных и искусственных источников. Таким образом, водные объекты (поверхностные воды, грунтовые воды и морская вода) могут содержать радионуклиды естественного и искусственного происхождения.

- Природные радионуклиды, включая калий-40, а также радиоактивные семейства тория и урана, в частности, радий-226, радий-228, уран-234, уран-238, свинец-210, можно обнаружить в воде по естественным причинам (например, десорбция из грунта и смыв дождевой водой) или в результате выбросов технологических процессов, включая встречающиеся в природе радиоактивные материалы (например, добыча и обработка минерального песка или производство и использование фосфатных удобрений).
- Искусственные радионуклиды, например, трансурановые элементы (америций, плутоний, нептуний, кюрий), тритий, углерод-14, стронций-90 и гамма-излучающие радионуклиды можно также обнаружить в природных водах по мере их повседневного выбрасывания в окружающую среду в малых количествах в сточные воды, выбрасываемые из установок ядерного топливного цикла, и после их использования в открытой форме в медицине или промышленности. Их также обнаруживают в воде за счет выпадения осадков после взрывов в атмосфере ядерных устройств и аварий в Чернобыле и Фукусиме.

Таким образом, питьевая вода может содержать радионуклиды в объемной активности, которая представляет риск для здоровья людей. Чтобы оценить качество питьевой воды (включая минеральные воды и родниковые воды) в отношении содержания радионуклидов и обеспечить руководство по сокращению риска для здоровья посредством принятия мер по снижению объемной активности радионуклидов, осуществляют мониторинг водных источников (грунтовые воды, река, озеро, море и т.д.) и питьевой воды в отношении их радиоактивности в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ).

Стандартные методы определения объемной активности радона-222 в пробах воды требуются для испытательных лабораторий, выполняющих такие измерения, во исполнение требований национальных органов власти. Лаборатории может потребоваться получение специальной аккредитации для измерений радионуклидов в пробах питьевой воды.

Объемная активность радона в поверхностных водах очень низка, обычно ниже 1 Бк л^{-1} . В грунтовых водах объемная активность меняется от 1 Бк л^{-1} до 50 Бк л^{-1} в подземных водоносных пластах, от 10 Бк л^{-1} до 300 Бк л^{-1} в скважинах, и от 100 Бк л^{-1} до $1\,000 \text{ Бк л}^{-1}$ в кристаллических породах. Максимальная объемная активность обычно измеряется в породах с высокой концентрацией урана (Ссылка [30]).

Наблюдаются значительные колебания в объемной активности радона в водоносных горизонтах. Даже в районе с относительно однородными петротипами, вода из скважины может проявлять объемную активность радона значительно выше среднего значения для этого района. Также регистрируются значительные сезонные колебания (см. Приложения А).

Вода может растворять химические вещества на пути от поверхности почвы к водоносным горизонтам или родникам. Вода может проходить сквозь породу или оставаться на некоторое время в породе, некоторые пласты которой могут содержать природные радионуклиды в высокой концентрации. При благоприятных геохимических условиях вода может избирательно растворить некоторые из этих радионуклидов.

Руководство по содержанию радона в водопроводах питьевой воды, разработанное ВОЗ в 2008 г., предлагает осуществлять контроль, если концентрация радона в питьевой воде для водоснабжения населения превышает 100 Бк л^{-1} . Также рекомендуется испытывать все новые, особенно коммунальные водопроводные системы, использующие грунтовые воды перед использованием для общего потребления, и, если концентрация радона превышает 100 Бк л^{-1} , следует предпринять очистку источника, чтобы значительно понизить концентрацию радона (Ссылка [41]).

Настоящий международный стандарт является одним из серии стандартов на измерение объемной активности радионуклидов в пробах воды.

Качество воды. Радон-222.

Часть 1.

Общие принципы

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ — Лицам, использующим настоящий международный стандарт, следует хорошо знать обычную лабораторную практику. Данный стандарт не ставит целью рассмотрение всех проблем безопасности, связанных с его применением, если таковые возникают. Пользователь сам берет на себя ответственность за установление соответствующих правил безопасности и гигиены труда, чтобы обеспечить соблюдение условий национальных регламентов.

ВНИМАНИЕ — Очень важно, чтобы испытания, проводимые в соответствии с данным международным стандартом, осуществлял соответствующим образом подготовленный персонал.

1 Область применения

Данная часть ISO 13164 дает общее руководство по отбору проб, упаковыванию и транспортированию всех типов проб воды для измерений объемной активности радона-222.

Методы испытания делятся на две категории:

- a) прямое измерение пробы воды без перемещения из фазы в фазу (см. ISO 13164-2);
- b) не прямое измерение, включающее перенос радона-222 из водной фазы в другую фазу (см. ISO 13164-3).

Эти методы испытания можно применять в лаборатории или на месте (в полевых условиях).

Лаборатория несет ответственность за обеспечение пригодности метода испытания к испытываемым пробам.

2 Нормативные ссылки

В настоящем документе даются нормативные ссылки на следующие документы либо их части, которые обязательны для его применения. Для датированных документов, допускаются к использованию только указанное издание. Для недатированных документов — последнее издание указанного документа (включая любые изменения).

ISO 5667-1, *Качество воды, Отбор проб. Часть 1. Руководство по составлению программ и методик отбора проб*

ISO 5667-3, *Качество воды, Отбор проб. Часть 3. Консервация и обработка проб воды*

ISO 10703, *Качество воды. Определение активной концентрации радионуклидов с помощью рентгеновской спектрометрии с высоким разрешением*

ISO 13164-2, *Качество воды. Радон-222. Часть 2. Метод гамма-лучевой спектрометрии*

ISO 13164-3, *Качество воды. Радон-222. Часть 3. Эманационный метод измерения*

ISO/IEC 17025, *Общие требования к компетенции испытательных и калибровочных лабораторий*

ISO 80000-10, *Величины и единицы. Часть 10. Атомная и ядерная физика*

3 Термины, определения и обозначения

3.1 Термины и определения

В данном документе используются термины и определения, приведенные в ISO 80000-10, а также следующие.

3.1.1 активность (радионуклида) activity

число спонтанных ядерных распадов, возникающих в данном количестве материала за достаточно малый интервал времени, отнесенное к этому интервалу времени

[ИСТОЧНИК: ISO 921:1997,¹ 23]

3.1.2 (удельная) объемная активность (радионуклида) в воде activity concentration in water

активность (радионуклида) на объем воды

Примечание 1 к статье: Объемная активность (радионуклида) в воде выражается в беккерелях на литр.

3.1.3 (удельная) объемная активность (радионуклида) в воздухе activity concentration in air

активность на объем воздуха после этапа дегазации

Примечание 1 к статье: Объемная активность (радионуклида) в воздухе выражается в беккерелях на метр кубический.

3.1.4 проба (воды) для анализа test sample

часть лабораторной пробы (воды), подвергаемая анализу

3.1.5 коэффициент Бунзена Bunsen coefficient

объем растворенного газа при стандартной температуре (273,15 K) и стандартном парциальном давлении (0,1 МПа), отнесенный к объему растворителя при температуре, T , и стандартном давлении (0,1 МПа)

Примечание 1 к статье: Взято из ссылки [10], стр. 239.

Примечание 2 к статье: Современная практика рекомендует выражать растворимость газа в пересчете на молярность, мольную долю или мольное соотношение (см. Ссылку [10]). В то же время в большинстве исследований, связанных с измерением содержания радона в воде, часто появляется коэффициент Бунзена.

Примечание 3 к статье: Растворимость радона в воде увеличивается по мере уменьшения температуры воды (см. Приложение А).

3.1.6**непрерывное измерение содержания радона в воде
continuous measurement of radon in water**

измерение объемной активности радона в непрерывных пробах в заданной точке пробоотбора в водной среде

Примечание 1 к статье: Такую форму анализа используют для мониторинга колебаний объемной активности радона в воде в заданной точке опробования во времени.

3.1.7**непрерывный пробоотбор
continuous sampling**

процесс, в ходе которого пробы отбирают непрерывно из водного объекта

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-2:2006,³ 32, с изменениями]

3.1.8**дегазация
degassing**

перенос растворенного радона из воды в воздух, обычно с помощью физического процесса

3.1.9**прямое измерение *in-situ*
direct *in-situ* measurement**

автоматическая система анализа, в которой, по крайней мере, измерительный зонд погружен в водный объект

3.1.10**точечная проба
локальная точечная проба
discrete sample
localized discrete sample**

отдельная проба, взятая из водного объекта в произвольное время или в произвольном месте

3.1.11**растворение
dissolution**

смешивание двух фаз с образованием одной новой гомогенной фазы

3.1.12**питьевая вода
drinking water
potable water**

вода, пригодная для питья

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-1:2004,² 30]

3.1.13**грунтовая вода
groundwater**

вода, которая находится, и которую обычно можно взять из подземного пласта

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-1:2004,² 41, с изменениями]

3.1.14**периодический отбор проб
intermittent sampling**

процесс, в ходе которого отбирают точечные пробы из водного объекта

3.1.15

водопроводная вода
mains water

вода, подаваемая со станции очистки воды для питья, из родника или скважины в систему водоснабжения или резервуар

3.1.16

коэффициент Оствальда
Ostwald coefficient

объем растворенного газа при данной температуре и давлении, деленный на объем растворителя при той же температуре и давлении

Примечание 1 к статье: Взято из Ссылки [10], стр. 1147.

Примечание 2 к статье: Современная практика рекомендует выражать растворимость газа как молярность, мольная доля или мольное соотношение (см. Ссылку [10]). В то же время в большинстве исследований, связанных с измерением содержания радона в воде, часто появляется коэффициент Оствальда.

Примечание 3 к статье: Растворимость радона в жидкости увеличивается по мере уменьшения температуры этой жидкости (см. Приложение А).

3.1.17

перенос радона прониканием
radon transport by permeation

перенос радона из одной среды в другую через третью гомогенную среду (мембрану)

3.1.18

сырая вода
raw water

вода, которая никоим образом не обработана, или вода, поступающая на установку для очистки или дальнейшей обработки

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-1:2004,² 59]

3.1.19

резервуар
reservoir

конструкция, частично или полностью искусственного происхождения, для хранения или регулирования и контроля воды

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-2:2006,³ 107, с изменениями]

3.1.20

поверхностная вода
surface water

вода, которая течет по поверхности земли или на ней находится

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-1:2004,² 74]

3.1.21

проба
sample

часть, в идеале представительная, извлекаемая из установленного водного объекта, периодически или непрерывно, с целью изучения различных определенных параметров

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-2:2006,³ 111]

3.1.22**отбор проб
пробоотбор
sampling**

процесс извлечения части, подразумевается представительной, водного объекта с целью изучения различных определенных параметров

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-2:2006,³ 114]

3.1.23**точка пробоотбора
sampling point**

точное положение в пределах места, из которого отбирают пробы

[ИСТОЧНИК: ISO 6107-2:2006,³ 117]

3.1.24**участок взятия проб
sampling zone**

протяженность водного объекта, на которой отбираются пробы

3.1.25**короткоживущие продукты распада ^{222}Rn
short-lived ^{222}Rn decay products**

радионуклиды с периодом полураспада < 1 ч, полученные при распаде радона-222 (^{222}Rn), а именно: полоний-218 (^{218}Po), свинец-214 (^{214}Pb), висмут-214 (^{214}Bi), и полоний-214 (^{214}Po)

Примечание 1 к статье: см. Рисунок 1.

3.1.26**точечный замер радона в воде
spot measurement of radon in water**

измерение объемной активности точечной пробы воды, выполняемое либо немедленно, либо спустя определенное время

Примечание 1 к статье Полученный результат является репрезентативным только на момент взятия пробы.

3.1.27**перенос
transfer**

перемещение или перенос радона из одной фазы в другую

3.2 Обозначения

В данном документе используются обозначения, приведенные в ISO 80000-10, ISO 13164-1, а также следующие.

c	объемная активность в воздухе после дегазации, в беккерелях на метр кубический
c_A	объемная активность радона в воде, в беккерелях на литр
c_A^*	порог решения, в беккерелях на литр
$c_A^\#$	предел обнаружения, в беккерелях на литр
$c_A^{<}, c_A^{>}$	нижняя и верхняя границы доверительного интервала, в беккерелях на литр
c_l	объемная активность в жидкости, в беккерелях на литр

- L коэффициент Оствальда
- T_{H_2O} температура пробы воды, в градусах Цельсия
- U расширенная неопределенность, вычисленная по формуле $U = k.u()$ при $k = 2$
- $u(c_A)$ стандартная неопределенность, связанная с результатом измерения
- V объем пробы для анализа, в литрах
- α коэффициент Бунзена

4 Сущность метода измерения

Радон-222 (^{222}Rn) является радиоактивным газом, полученным при распаде радия-226 (^{226}Ra), который является одним из продуктов распада урана-238 (^{238}U), который в природе встречается в земной коре (см. Приложение А). Распад радона-222 проходит через ряд нелетучих радиоактивных элементов до получения устойчивого свинца-206 (см. Рисунок 1) (Ссылка [9]).

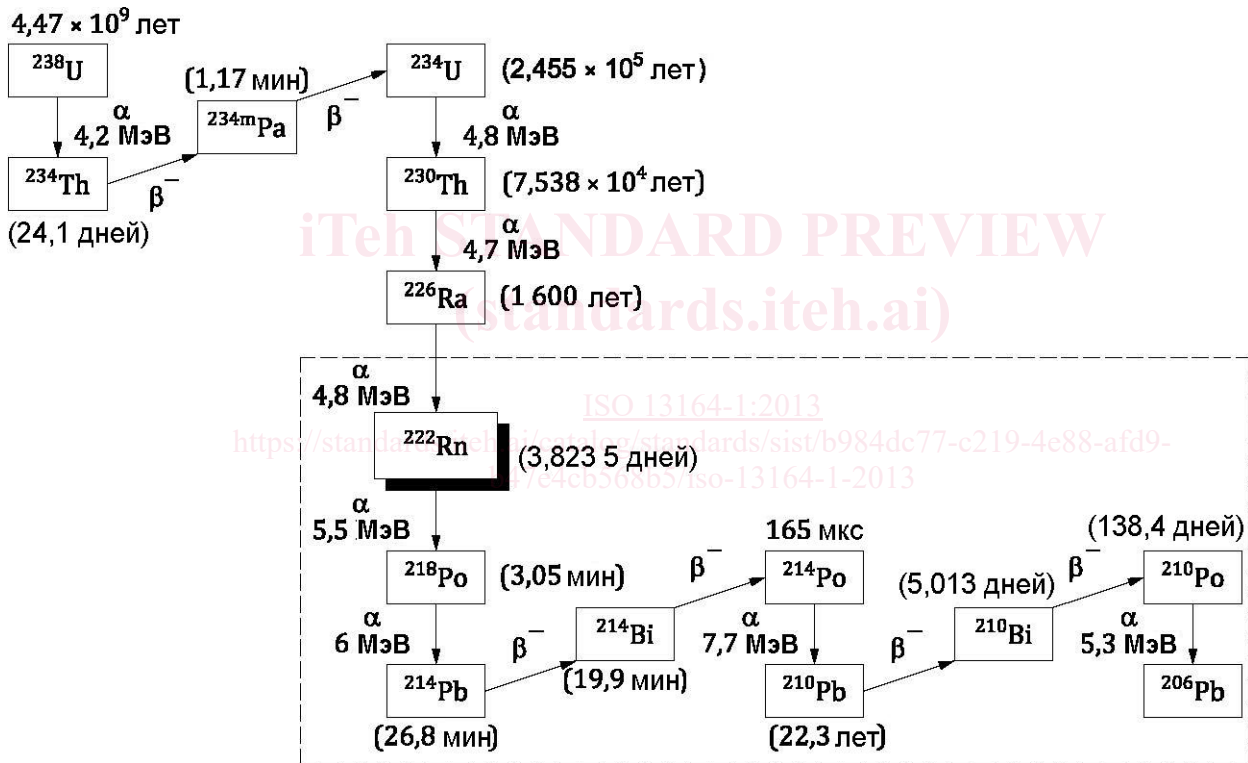


Рисунок 1 — Уран-238 и продукты его радиоактивного распада

Для измерения объемной активности радона-222 в воде существует множество методов.

Измерение объемной активности радона-222 в воде включает следующие операции:

- получение представительной пробы воды в момент времени t в подходящую емкость;
- хранение и транспортирование пробы, если измерение осуществляется в лаборатории;
- подготовка пробы для анализа переносом радона, растворенного в воде в другую фазу, если это необходимо для техники детектирования (эманационного метода измерения или измерения с помощью жидких сцинтилляторов);