МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет)

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

Р 52.18.873–2018

ПОРЯДОК РАСЧЁТА КОНТРОЛЬНЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МОРСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Обнинск
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 РАЗРАБОТАНЫ Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-производственное объединение «Тайфун» (ФГБУ «НПО «Тайфун»)

2 РАЗРАБОТЧИКИ Т.Г. Сазыкина, д-р физ.-мат. наук, И.И. Крышев, д-р физ.-мат. наук, А.И. Крышев, д-р биол. наук, М.Н. Каткова, канд. биол. наук, И.В. Косых, И.Я. Газиев

3 СОГЛАСОВАНЫ с Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ (УМЗА) Росгидромета 31.09.2018

4 УТВЕРЖДЕНЫ Руководителем Росгидромета 01.10.2018

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ приказом Росгидромета от 31.10.2018 № 456

5 ЗАРЕГИСТРИРОВАНЫ ФГБУ «НПО «Тайфун» от 16.10.2018 за номером Р 52.18.873–2018

6 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

Содержание

1 Область применения 1

2 Нормативные ссылки 2

3 Термины и определения 3

4 Общие положения 6

5 Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов по экологическому критерию 8

6 Радиационный критерий ограничения содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов 10

7 Радиационно-гигиенический критерий ограничения содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов 10

8 Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов 11

9 Контрольные уровни содержания природного урана и тория в компонентах морских водных объектов 13

Приложение А (рекомендуемое) Значения коэффициентов распределения радионуклидов в компонентах морских водных объектов между водой и организмами биоты, между водой и донными отложениями, использованные при расчётах контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях 15

Приложение Б (рекомендуемое) Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в морских донных отложениях, удовлетворяющие экологическому критерию обеспечения экологической безопасности 18

Приложение В (рекомендуемое) Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов, удовлетворяющие одновременно радиационному, радиационно-гигиеническому и экологическому критериям обеспечения экологической безопасности 22
Библиография 25

Введение

В соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года № 7-ФЗ (статья 1, пункты 18, 19, 22; статья 19, пункт 1; статья 23, пункт 1) [1] при соблюдении природоохранных нормативов должны обеспечиваться условия сохранения благоприятной окружающей среды и экологической безопасности, достаточные для устойчивого функционирования естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического разнообразия.

В современных международных основных нормах безопасности [2], являющихся базовым документом для обновления и переработки национальных норм радиационной безопасности, сформулирован принцип защиты нынешних и будущих поколений и окружающей среды от радиационных рисков, а также выдвинуто требование о необходимости подтверждения (а не гипотетического предположения) о защите окружающей среды от воздействия радиоактивного загрязнения.

Настоящие рекомендации содержат основные положения, принципы и методы расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях (седиментах) морских водных объектов, при соблюдении которых обеспечивается экологическая безопасность с учётом требований отечественных нормативных документов и публикаций международных организаций [1] – [4].

Методические рекомендации по расчёту контрольных уровней содержания радионуклидов в морской воде, разработанные с учётом радиационно-гигиенического и экологического критериев, обеспечивающих экологическую безопасность, содержатся в Р 52.18.852–2016.

Настоящие рекомендации разработаны в соответствии с Федеральными законами «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [1], «О радиационной безопасности населения» от 09.01.1996

№ 3-ФЗ, «Об использовании атомной энергии» от 21.11.1995 № 170-ФЗ, «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 № 174-ФЗ, «О животном мире» от 24.04.1995 № 52-ФЗ, а также с Водным кодексом Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ, Постановлением Правительства Российской Федерации «О критериях отнесения твёрдых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериям отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов» от 19.10.2012 № 1069, СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормами радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», СП 2.6.1.2612-10 «Основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010)», «Методическими указаниями по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты № 1097» (утв. приказом Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 12.12.2007 № 328) и другими нормативно-правовыми документами в области радиационной безопасности и охраны окружающей среды.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПОРЯДОК РАСЧЁТА КОНТРОЛЬНЫХ УРОВНЕЙ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МОРСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Дата введения – 2019–12–20
Срок действия – до 2029–12–20

1 Область применения

1.1 Настоящие рекомендации предлагают порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов, непревышение которых обеспечивает экологическую безопасность человека и объектов морской биоты.

1.2 Настоящие рекомендации могут быть использованы для:

– оценки радиационного состояния водных объектов, в т.ч. в районах расположения радиационных объектов, эксплуатация которых приводит к сбросу в морскую среду слабоактивных технологических вод;

– обоснования нормативов сбросов радиоактивных веществ в водную среду, при соблюдении которых обеспечивается сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и защита водных экосистем;

– обоснования приоритетных мероприятий в планах действий по охране окружающей среды и оценки их эффективности;

– оптимизации мониторинга радиационной обстановки водных объектов.

1.3 Настоящие рекомендации не распространяются на:

– оценку радиационного воздействия в целях охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов водных организмов;

– гарантийные, страховые, правовые и финансовые аспекты анализа радиационного воздействия на население и объекты морской биоты.

1.4 Настоящие рекомендации предназначены для управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и их филиалов, научно-исследовательских учреждений Росгидромета и других подведомственных Росгидромету организаций и могут быть применены подразделениями других ведомств, выполняющих работы в области мониторинга радиационной обстановки и охраны окружающей среды.

2 Нормативные ссылки

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Р 52.18.787–2013 Методика оценки радиационных рисков на основе данных мониторинга радиационной обстановки

Р 52.18.820–2015 Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки

Р 52.18.852–2016 Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в морских водах

СанПиН 2.6.1.2523–09 Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)

СП 2.6.1.2612–10 Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)

П р и м е ч а н и е – При пользовании настоящими рекомендациями целесообразно проверять действие ссылочных нормативных документов Росгидромета по РД 52.18.5 и дополнениям к нему – ежегодно издаваемым информационным указателям нормативных документов.

Если ссылочный нормативный документ заменён (изменён), то при пользовании настоящими рекомендациями следует руководствоваться заменённым (изменённым) нормативным документом. Если ссылочный нормативный документ отменён без

замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящих рекомендациях применены следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **активность *A*,** Бк**:** Мера радиоактивности какого-либо количества радионуклида, находящегося в данном энергетическом состоянии в данный момент времени.

Примечание – Использовавшаяся ранее внесистемная единица активности кюри, Ки, составляет $3{,}7 \cdot 10^{10}$ Бк.

3.2 **активность объёмная A_v,** Бк/м^3 (Бк/л)**:** Отношение активности радионуклида в веществе к объёму вещества.

3.3 **активность удельная A_m,** Бк/кг**:** Отношение активности радионуклида в веществе к массе.

3.4 **биота:** Совокупность живых организмов.

3.5 **благоприятная окружающая среда:** Окружающая среда, качество которой обеспечивает устойчивое функционирование естественных экологических систем, природных и природно-антропогенных объектов [1].

3.6 **вещество радиоактивное:** Вещество в любом агрегатном состоянии, содержащее радионуклиды с активностью, на которые распространяются требования норм радиационной безопасности.

3.7 **внешнее облучение:** Облучение организма от находящихся вне его источников ионизирующего излучения.

3.8 **внутреннее облучение:** Облучение организма от находящихся внутри него источников ионизирующего облучения.

3.9 **водный объект:** Природный или искусственный водоём, водоток или иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима.

3.10 **донные отложения:** Донные наносы и твёрдые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта.

3.11 **контрольный уровень содержания радионуклидов в донных отложениях водного объекта:** Критерий оценки радиационной обстановки для оперативного мониторинга, анализа и интерпретации информации о радиационной обстановке в водном объекте в целях выявления её изменений под воздействием природных и антропогенных факторов, обеспечения экологической безопасности и сохранения благоприятной природной среды.

3.12 **коэффициент распределения радионуклида между морской водой и донными отложениями:** Отношение удельной активности донных отложений к удельной активности морской воды в равновесном состоянии.

3.13 **критерий предельно допустимого радиационно-экологического воздействия на объекты водной биоты** P_{max}, мГр/сут: Максимально допустимая мощность дозы, не приводящая к появлению радиационного воздействия на заболеваемость, размножение и продолжительность жизни объектов водной биоты.

3.14 **критическая группа водной биоты:** Группа референтных водных организмов, для которых расчётные контрольные уровни содержания радионуклидов в донных отложениях водного объекта являются наименьшими.

3.15 **мониторинг радиационной обстановки:** Система длительных регулярных наблюдений с целью оценки радиационной обстановки, а также прогноза её изменений в будущем.

Примечание – Мониторингу радиационной обстановки подлежат: атмосферный воздух, почва, поверхностные воды, донные отложения, биота.

3.16 **облучение:** Воздействие на организмы ионизирующего излучения.

3.17 **окружающая среда:** Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов [1].

3.18 **природная среда:** Совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов [1].

3.19 **радиационно-экологическое воздействие:** Воздействие факторов ионизирующего излучения на организмы.

3.20 **радиационная обстановка:** Совокупность радиационных факторов в пространстве и во времени, способных воздействовать на функционирование (использование) радиационного объекта, вызвать облучение персонала, населения и радиоактивное загрязнение окружающей среды.

3.21 **радиационный объект:** Физический объект (сооружение, здание, огороженный комплекс зданий), где осуществляется обращение с техногенными источниками ионизирующего излучения.

3.22 **радионуклиды:** Нуклиды, ядра которых нестабильны и испытывают радиоактивный распад.

Примечание – Нуклиды – вид атомов, характеризующийся определённым массовым числом, атомным номером и энергетическим состоянием ядер и имеющий время жизни, достаточное для наблюдения.

3.23 **радиочувствительность:** Чувствительность биологических объектов к действию ионизирующего излучения.

3.24 **экологическая безопасность:** Состояние защищённости граждан, животного и растительного мира, государства или региона в целом от последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, а также стихийных бедствий и катастроф.

Примечание – Под радиоэкологической безопасностью понимается состояние защищённости граждан, животного и растительного мира, материальных ценностей от радиоактивного загрязнения окружающей среды, радиационных аварий и катастроф.

3.25 **экосистема:** Сообщество живых организмов вместе со средой их обитания.

4 Общие положения

4.1 Контрольные уровни содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов рассчитываются с учётом радиационного, радиационно-гигиенического и экологического критериев, обеспечивающих экологическую безопасность, в т.ч. сохранение благоприятной окружающей среды по [5]–[8].

4.2 При расчёте контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов в качестве радиационного критерия используется ограничение содержания радионуклидов в донных отложениях уровнями, при которых происходит переход отложений в категорию твёрдых радиоактивных отходов [9]. В качестве радиационно-гигиенического критерия используется условие непревышения квоты допустимой дозы от потребления морепродуктов, приведённое в документе Р 52.18.852.

4.3 В качестве экологического критерия при расчёте контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов принимается значение критерия предельно допустимого радиационно-экологического воздействия на объекты морской водной биоты: для морских водных позвоночных животных P_{max}, равного 1,0 мГр в сутки; для морских водных беспозвоночных животных и морских водных растений P_{max}, равного 10 мГр в сутки согласно [7], [8].

4.4 Для радионуклидов природного происхождения (уран, торий), имеющих низкую активность на единицу массы вещества, ограничения на содержание в донных отложениях устанавливаются на основе химической токсичности этих элементов, более значимой для биоты, чем облучение [10]–[14].

4.5 В связи с большим биоразнообразием морских экосистем, оценки радиационно-экологического воздействия от донных отложений проводятся для ограниченного набора критических типов морской водной биоты,

имеющих наибольший контакт с донными отложениями. Объекты морской водной биоты, контактирующие с донными отложениями, характеризуются либо придонным образом обитания, либо обитают в толще донных отложений, либо обитают вблизи кромки воды.

4.6 В качестве представительных объектов биоты для морского водного объекта рекомендуется выбирать следующие группы (при их наличии в исследуемой экосистеме):

– морские ракообразные (пример: краб);

– рыба придонная (пример: камбала);

– морские моллюски (пример: мидия);

– морские растения (пример: бурые водоросли);

– морские млекопитающие (пример: тюлень).

4.7 При расчёте контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов предполагается наличие равновесного распределения между удельными активностями радионуклидов в воде и в донных отложениях, определяемого коэффициентами распределения. Величины коэффициентов распределения вода–седименты зависят от химических свойств радионуклида, химической формы поступления в морской водный объект и от типа донных отложений.

4.8 При оценке величины внешнего радиационного воздействия на морскую биоту от донных отложений учитывается внешнее облучение представительных типов организмов от радионуклидов, содержащихся в верхнем 10-сантиметровом слое донных отложений, либо в верхнем 50-сантиметровом слое для объектов биоты, обитающих в толще донных отложений.

4.9 При расчёте величины внутреннего радиационного воздействия на морскую биоту от донных отложений рассматривается накопление радионуклидов в организмах морской биоты из загрязнённой воды. Содержание радионуклидов в организмах морской биоты определяется коэффициентами накопления, специфичными для каждого радионуклида и каждого типа морской биоты.

5 Порядок расчёта контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов по экологическому критерию

5.1 Контрольный уровень *i*-го радионуклида в донных отложениях морского водного объекта для *k*-го представительного объекта водной биоты $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг, рассчитывается по формуле

$$A_{m,i,k,эк} = \frac{P_{\max,k}}{\left(DCF_{i,k,1} \cdot Q_i \cdot \frac{CF_{i,k,2}}{K_{d,i,3}} + \varepsilon \cdot DCF_{i,k,2} \cdot \alpha'_{k,3}\right) \cdot \tau}, \quad (1)$$

где $A_{m,i,k,эк}$ – удельная активность *i*-го радионуклида в верхнем 10-сантиметровом слое донных отложений для объектов биоты, обитающих на поверхности донных отложений, либо удельная активность *i*-го радионуклида в верхнем 50-сантиметровом слое донных отложений для объектов биоты , обитающих внутри донных отложений, Бк/кг сырой массы; удельная масса донных отложений по умолчанию принимается равной 1,6 кг/м^3 (сырой массы);

$P_{max,k}$ – критерий предельно допустимого радиационно-экологического воздействия на *k*-й представительный объект водной биоты, мГр/сут;

$DCF_{i,k,1}$ – фактор дозовой конверсии для внутреннего облучения *k*-го представительного объекта водной биоты от *i*-го радионуклида, (мкГр/ч)/(Бк/кг сырой массы);

Q_i – коэффициент качества ионизирующего излучения *i*-го радионуклида; консервативно в расчётах приняты значения Q_i в соответствии с НРБ-99/2009;

$CF_{i,k,2}$ – коэффициент накопления *i*-го радионуклида в *k*-м представительном объекте водной биоты, л/кг;

$K_{d,i,3}$ – коэффициент распределения *i*-го радионуклида между морской водой и донными отложениями, л/кг сырой массы;

ε – характеристика контакта с донными отложениями *k*-го представительного вида биоты: ε = 1 обитание организмов биоты в толще седиментов; ε = 0,5 обитание организмов на поверхности седиментов;

$DCF_{i,k,2}$ – фактор дозовой конверсии для внешнего облучения *k*-го представительного объекта биоты от *i*-го радионуклида в донных отложениях, (мкГр/ч)/(Бк/кг);

$\alpha'_{k,3}$ – доля времени, которую *k*-й представительный объект биоты проводит в контакте с донными отложениями, безразмерный; для выбранных представительных типов водных организмов $\alpha'_{k,3}$ = 1;

τ – переводной коэффициент, равный $2{,}4 \cdot 10^{-2}$ (мГр/сут)/(мкГр/ч).

5.2 Значения параметров $DCF_{i,k,1}$, $DCF_{i,k,2}$ указаны в Р 52.18.820 (приложение А, таблицы А.4–А.6).

Типовые значения $K_{d,i,3}$ и $CF_{i,k,2}$ указаны в таблице А.1 (приложение А).

5.3 Значения $A_{m,i,k,эк}$, рассчитанные по экологическому критерию для представительных объектов биоты морских водных объектов, представлены в таблице Б.1 (приложение Б).

5.4 Значения $A_{m,i,k,эк}$, рассчитанные по экологическому критерию для критической группы морской биоты морских водных объектов, представлены в таблице Б.2 (приложение Б).

6 Радиационный критерий ограничения содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов

В качестве радиационного критерия ограничения содержания радионуклидов в донных отложениях используются предельные значения удельных активностей радионуклидов в твёрдых материалах, приведённые в документе «Критерии отнесения твёрдых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам», утверждённые постановлением № 1069 Правительства Российской Федерации от 19.10.2012. Значения контрольных уровней содержания *i*-го радионуклида в донных отложениях, удовлетворяющие требованию радиационного критерия $A_{m,i,рад}$, приведены в таблице В.1 (приложение В).

7 Радиационно-гигиенический критерий ограничения содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов

В качестве радиационно-гигиенического критерия используется ограничение дозы облучения населения от потребления морепродуктов, которая не должна превышать 10 % от допустимого предела дозы для населения по СанПиН 2.6.1.2523 (1 мЗв в год), т.е. должна быть не более 0,1 мЗв в год. В предположении равновесного распределения радионуклидов в системе «вода – донные отложения», контрольные уровни *i*-го радионуклида в морских донных отложениях $A_{m,i,гиг}$, Бк/кг, удовлетворяющие требованию радиационно-гигиенического критерия, рассчитываются по формуле

$$A_{m,i,гиг} = K_{d,i,3} \cdot A_{i,min} , \quad (2)$$

где $K_{d,i,3}$ – коэффициент распределения *i*-го радионуклида между водой и донными отложениями для исследуемого водного объекта, л/кг сырой массы;

$A_{i,min}$ – контрольные уровни радионуклидов в морской воде стандартной солёности, Бк/л, приведены в таблице В.1 (приложение В) документа Р 52.18.852.

Полученные значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях по радиационно-гигиеническому критерию приведены в таблице В.1 (приложение В).

8 Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов

8.1 В целях обеспечения экологической безопасности рекомендуется в качестве контрольного уровня содержания *i*-го радионуклида в донных отложениях $A_{m,i,min}$ брать минимальное из имеющихся значений по радиационному , экологическому и радиационно-гигиеническому критериям. Таким образом, значение $A_{m,i,min}$, Бк/кг определяется по формуле

$$A_{m,i,min} = min\,(A_{m,i,рад}\,,\ A_{m,i,k,эк}\,,\ A_{m,i,еиг}\,)\,. \qquad (3)$$

Значения $A_{m,i,min}$, полученные по формуле (3) и удовлетворяющие радиационному, радиационно-гигиеническому и экологическому критериям, приведены в таблице В.1 (приложение В).

8.2 При наличии в донных отложениях рассматриваемого водного объекта смеси радионуклидов должно выполняться условие

$$\sum_i \frac{A_{m,i,d}}{A_{m,i,\min}} \le 1, \qquad (4)$$

где $A_{m,i,d}$ – удельная активность *i*-го радионуклида в донных отложениях, Бк/кг.

8.3 При отсутствии данных наблюдений о содержании радионуклидов в донных отложениях следует оценивать активность донных отложений по формуле (5), используя данные об объёмной активности радионуклидов в воде водного объекта и коэффициенты распределения *i*-го радионуклида $K_{d,i,3}$ между морской водой и донными отложениями для исследуемого водного объекта по формуле

$$A_{m,i,d} = K_{d,i,3} \cdot A_{v,i,в}\,, \qquad (5)$$

где $A_{v,i,в}$ – объёмная активность *i*-го радионуклида в воде водного объекта, Бк/л.

В случае отсутствия экспериментальных значений $K_{d,i,3}$ для рассматриваемого водного объекта можно использовать значения, приведённые в таблице А.1 (приложение А).

8.4 Формула (5) неприменима, если отсутствует равновесие в распределении удельной активности *i*-го радионуклида между водой и донными отложениями. В этом случае $A_{m,i,d}$ может быть рассчитана с помощью динамических моделей, представленных в [15] – [17].

8.5 Рекомендуется использовать значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях водных объектов $A_{m,i,k,эк}$, указанных в таблице Б.2 для морских водных объектов (приложение Б), в качестве экологических оценок безопасности водной биоты.

9 Контрольные уровни содержания природного урана и тория в компонентах морских водных объектов

9.1 Природная радиоактивность урана (^{238}U более 99 %) составляет 24,8 Бк/мг. В связи с низкой удельной активностью природного урана его химическая токсичность для водных организмов превосходит радиационную токсичность. По химической токсичности уран является общеклеточным ядом, сравнимым по токсичности с мышьяком или ртутью [14].

Для морских вод ПДК урана в России не установлено.

В отечественных нормативных документах содержание урана в донных отложениях пресноводных и морских водных объектов до сих пор не нормируется. В России для элементов без ПДК/ОДК используют эмпирический критерий ПДК = 4 · Фон [18], т.е. предельно допустимой концентрацией вещества может быть принято значение, равное 4-кратному фоновому содержанию в компоненте природной среды.

Естественное содержание природного урана в воде Мирового океана составляет 3 мкг/л, или 0,074 Бк/л. В донных отложениях океанов среднее естественное содержание урана-238 составляет около 26,5 Бк/кг, или около 1 мг/кг. В органических осадках некоторых морей (Балтийское, Чёрное) содержание урана составляет более высокие значения – в среднем 100 Бк/кг, или 4 мг/кг [11], [19].

Среднее содержание урана в пресных водах составляет 1 мкг/л (от 0,002 до 50 мкг/л) [11].

В Канадском руководстве по оценке качества пресных природных вод для водной биоты на основе анализа токсикологических тестов с водными организмами установлен контрольный уровень в воде 15 мкг/л при хроническом воздействии [12]. Для донных отложений может быть использован контрольный уровень урана, равный 23 мг/кг, установленный для почв в Канадском руководстве по защите окружающей среды и здоровья человека [13].

Контрольный уровень содержания урана в донных отложениях морских водных объектов, обеспечивающий радиационную и химическую безопасность водной биоты, рекомендуется принять равным 23 мг/кг седиментов.

9.2 Природная радиоактивность тория составляет 4,07 Бк/мг и практически полностью определяется ^{232}Th [10], [11]. Содержание тория в океанских осадках колеблется в пределах от 0,7 до 64 Бк/кг, при наиболее вероятном значении 20 Бк/кг. В морской воде содержится мало тория – $5 \cdot 10^{-8}$ г/л [11], [19].

Контрольный уровень содержания тория определён на уровне 4-кратного превышения фонового значения. Для морских водных объектов контрольное содержание тория в донных отложениях при отсутствии локальных аномалий устанавливается на уровне 20 мг/кг (80 Бк/кг).

Приложение А
(рекомендуемое)

Значения коэффициентов распределения радионуклидов в компонентах морских водных объектов между водой и организмами биоты, между водой и донными отложениями, использованные при расчётах контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях

Таблица А.1 – Коэффициенты распределения радионуклидов в морских водных объектах между водой и организмами биоты $CF_{i,k,2}$; между водой и донными отложениями $K_{d,i,3}$

Обозначение радионуклида	Значение $CF_{i,k,2}$, л/кг					Значение $K_{d,i,3}$, л/кг
	Морские ракообразные	Рыба придонная	Морские моллюски	Морские растения	Морские млекопитающие	
^{14}C	10000	20000	20000	10000	17000	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{32}P	27000	99000	99000	99000	190000	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{33}P	27000	99000	99000	99000	190000	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{35}S	1,2	1	1	3	1,5	$5{,}00\cdot10^{-1}$
^{36}Cl	0,056	0,06	0,06	0,05	0,033	$3{,}00\cdot10^{-2}$
^{40}K	7,8	7,81	7,81	7,81	7,8	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{45}Ca	3	2	2	6	2	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{51}Cr	2000	200	200	6000	200	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{54}Mn	5900	1000	1000	6000	4600	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{57}Co	1800	700	700	6000	500	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{58}Co	1800	700	700	6000	500	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{60}Co	1800	700	700	6000	500	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{59}Ni	550	1000	1000	2000	170	$2{,}00\cdot10^{4}$
^{63}Ni	550	1000	1000	2000	170	$2{,}00\cdot10^{4}$
^{65}Zn	80000	1000	1000	2000	1000	$7{,}00\cdot10^{4}$
^{75}Se	7100	10000	10000	1000	8300	$3{,}00\cdot10^{3}$
^{79}Se	7100	10000	10000	1000	8300	$3{,}00\cdot10^{3}$
^{89}Sr	13	3	3	10	1,4	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{90}Sr	13	3	3	10	1,4	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{95}Zr	220	20	20	3000	83	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{94}Nb	100	30	30	3000	83	$1{,}00\cdot10^{4}$

Продолжение таблицы А.1

Обозначение радионуклида	Значение $CF_{i,k,2}$, л/кг					Значение $K_{d,i,3}$, л/кг
	Морские ракообразные	Рыба придонная	Морские моллюски	Морские растения	Морские млекопитающие	
^{95}Nb	100	30	30	3000	83	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{99}Tc	22000	80	80	30000	24	$1{,}00\cdot10^{2}$
^{103}Ru	320	2	2	2000	26	$4{,}00\cdot10^{3}$
^{106}Ru	320	2	2	2000	26	$4{,}00\cdot10^{3}$
^{110m}Ag	16000	10000	10000	5000	22000	$1{,}00\cdot10^{4}$
^{109}Cd	2600000	5000	5000	20000	4700	$3{,}00\cdot10^{4}$
^{124}Sb	1400	600	600	20	230	$2{,}00\cdot10^{3}$
^{125}Sb	1400	600	600	20	230	$2{,}00\cdot10^{3}$
^{129m}Te	1000	1000	1000	10000	1000	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{132}Te	1000	1000	1000	10000	1000	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{125}I	3,6	9	9	10000	0,68	$7{,}00\cdot10^{1}$
^{129}I	3,6	9	9	10000	0,68	$7{,}00\cdot10^{1}$
^{131}I	3,6	9	9	10000	0,68	$7{,}00\cdot10^{1}$
^{132}I	3,6	9	9	10000	0,68	$7{,}00\cdot10^{1}$
^{133}I	3,6	9	9	10000	0,68	$7{,}00\cdot10^{1}$
^{134}Cs	41	100	100	50	210	$4{,}00\cdot10^{3}$
^{135}Cs	41	100	100	50	210	$4{,}00\cdot10^{3}$
^{136}Cs	41	100	100	50	210	$4{,}00\cdot10^{3}$
^{137}Cs	41	100	100	50	210	$4{,}00\cdot10^{3}$
^{140}Ba	10	10	10	70	10	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{140}La	10	10	10	70	10	$5{,}00\cdot10^{2}$
^{141}Ce	3400	50	50	5000	120	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{144}Ce	3400	50	50	5000	120	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{152}Eu	4000	300	300	3000	440	$5{,}00\cdot10^{3}$
^{154}Eu	4000	300	300	3000	440	$5{,}00\cdot10^{3}$
^{155}Eu	4000	300	300	3000	440	$5{,}00\cdot10^{3}$
^{192}Ir	100	21	21	1000	21	$5{,}00\cdot10^{3}$
^{210}Pb	10000	200	200	1000	19000	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{210}Po	60000	2000	2000	1000	10000	$2{,}00\cdot10^{6}$
^{226}Ra	150	100	100	100	60	$2{,}00\cdot10^{3}$
^{228}Ra	150	100	100	100	60	$2{,}00\cdot10^{3}$
^{227}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{228}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{229}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{230}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{231}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{232}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{234}Th	1000	600	600	200	180	$1{,}00\cdot10^{5}$
^{231}Pa	500	50	50	100	50	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{233}U	10	1	1	100	0,4	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{234}U	10	1	1	100	0,4	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{235}U	10	1	1	100	0,4	$1{,}00\cdot10^{3}$
^{238}U	10	1	1	100	0,4	$1{,}00\cdot10^{3}$

Окончание таблицы А.1

Обозначение радионуклида	Значение $CF_{i,k,2}$, л/кг					Значение $K_{d,i,3}$, л/кг
	Морские ракообразные	Рыба придонная	Морские моллюски	Морские растения	Морские млекопитающие	
^{237}Np	100	1	1	50	0,4	$1{,}00 \cdot 10^{3}$
^{238}Pu	160	100	100	4000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{239}Pu	160	100	100	4000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{240}Pu	160	100	100	4000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{241}Pu	160	100	100	4000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{241}Am	1300	100	100	8000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{242}Cm	1300	100	100	5000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{243}Cm	1300	100	100	5000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$
^{244}Cm	1300	100	100	5000	280	$1{,}00 \cdot 10^{4}$

Приложение Б
(рекомендуемое)

Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в морских донных отложениях, удовлетворяющие экологическому критерию обеспечения экологической безопасности

Таблица Б.1 – Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов, рассчитанные по экологическому критерию для представительных объектов морской биоты

Обозначение радионуклида	Значение $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг сырой массы				
	Морские ракообразные	Рыба придонная	Морские моллюски	Морские растения	Морские млекопитающие
^{14}C	$1,4 \cdot 10^{6}$	$7,2 \cdot 10^{4}$	$7,4 \cdot 10^{5}$	$1,5 \cdot 10^{6}$	$8,5 \cdot 10^{4}$
^{32}P	$2,0 \cdot 10^{4}$	$5,5 \cdot 10^{2}$	$6,0 \cdot 10^{3}$	$7,5 \cdot 10^{3}$	$2,8 \cdot 10^{2}$
^{33}P	$1,8 \cdot 10^{5}$	$4,8 \cdot 10^{3}$	$4,8 \cdot 10^{4}$	$4,8 \cdot 10^{4}$	$2,5 \cdot 10^{3}$
^{35}S	$6,0 \cdot 10^{6}$	$7,5 \cdot 10^{5}$	$7,5 \cdot 10^{6}$	$2,5 \cdot 10^{6}$	$5,0 \cdot 10^{5}$
^{36}Cl	$1,2 \cdot 10^{6}$	$1,1 \cdot 10^{5}$	$8,7 \cdot 10^{5}$	$4,2 \cdot 10^{5}$	$2,3 \cdot 10^{5}$
^{40}K	$1,7 \cdot 10^{8}$	$1,7 \cdot 10^{7}$	$1,8 \cdot 10^{8}$	$2,1 \cdot 10^{8}$	$1,5 \cdot 10^{7}$
^{45}Ca	$1,5 \cdot 10^{9}$	$2,2 \cdot 10^{8}$	$1,9 \cdot 10^{9}$	$6,5 \cdot 10^{8}$	$2,3 \cdot 10^{8}$
^{51}Cr	$2,8 \cdot 10^{7}$	$3,0 \cdot 10^{6}$	$2,6 \cdot 10^{7}$	$2,4 \cdot 10^{7}$	$1,5 \cdot 10^{8}$
^{54}Mn	$2,8 \cdot 10^{4}$	$2,7 \cdot 10^{3}$	$2,5 \cdot 10^{4}$	$2,5 \cdot 10^{4}$	$3,5 \cdot 10^{5}$
^{57}Co	$1,3 \cdot 10^{6}$	$1,3 \cdot 10^{5}$	$1,2 \cdot 10^{6}$	$1,1 \cdot 10^{6}$	$1,4 \cdot 10^{7}$
^{58}Co	$1,6 \cdot 10^{5}$	$1,6 \cdot 10^{4}$	$1,5 \cdot 10^{5}$	$1,4 \cdot 10^{5}$	$2,5 \cdot 10^{6}$
^{60}Co	$6,1 \cdot 10^{4}$	$6,1 \cdot 10^{3}$	$5,7 \cdot 10^{4}$	$5,6 \cdot 10^{4}$	$1,1 \cdot 10^{6}$
^{59}Ni	$3,6 \cdot 10^{9}$	$2,0 \cdot 10^{8}$	$2,0 \cdot 10^{9}$	$1,0 \cdot 10^{9}$	$1,2 \cdot 10^{9}$
^{63}Ni	$1,5 \cdot 10^{9}$	$8,4 \cdot 10^{7}$	$8,4 \cdot 10^{8}$	$4,2 \cdot 10^{8}$	$5,0 \cdot 10^{8}$
^{65}Zn	$4,1 \cdot 10^{6}$	$7,7 \cdot 10^{5}$	$7,7 \cdot 10^{6}$	$7,0 \cdot 10^{6}$	$1,6 \cdot 10^{7}$
^{75}Se	$3,3 \cdot 10^{6}$	$2,9 \cdot 10^{5}$	$4,2 \cdot 10^{6}$	$9,6 \cdot 10^{6}$	$9,9 \cdot 10^{4}$
^{79}Se	$5,4 \cdot 10^{6}$	$3,9 \cdot 10^{5}$	$3,9 \cdot 10^{6}$	$3,9 \cdot 10^{7}$	$4,8 \cdot 10^{5}$
^{89}Sr	$4,9 \cdot 10^{7}$	$2,1 \cdot 10^{7}$	$2,1 \cdot 10^{8}$	$7,5 \cdot 10^{7}$	$4,5 \cdot 10^{7}$
^{90}Sr	$2,6 \cdot 10^{7}$	$1,1 \cdot 10^{7}$	$1,1 \cdot 10^{8}$	$4,2 \cdot 10^{7}$	$2,3 \cdot 10^{7}$
^{95}Zr	$3,1 \cdot 10^{4}$	$3,1 \cdot 10^{3}$	$2,9 \cdot 10^{4}$	$2,8 \cdot 10^{4}$	$1,7 \cdot 10^{7}$
^{94}Nb	$3,7 \cdot 10^{4}$	$3,6 \cdot 10^{3}$	$3,4 \cdot 10^{4}$	$3,3 \cdot 10^{4}$	$8,4 \cdot 10^{6}$
^{95}Nb	$7,6 \cdot 10^{4}$	$7,4 \cdot 10^{3}$	$6,9 \cdot 10^{4}$	$6,8 \cdot 10^{4}$	$1,8 \cdot 10^{7}$
^{99}Tc	$3,3 \cdot 10^{4}$	$9,0 \cdot 10^{5}$	$9,0 \cdot 10^{6}$	$2,4 \cdot 10^{4}$	$3,0 \cdot 10^{6}$
^{103}Ru	$9,6 \cdot 10^{5}$	$9,6 \cdot 10^{4}$	$9,2 \cdot 10^{5}$	$8,4 \cdot 10^{5}$	$2,8 \cdot 10^{7}$
^{106}Ru	$1,2 \cdot 10^{6}$	$1,1 \cdot 10^{5}$	$8,4 \cdot 10^{5}$	$3,8 \cdot 10^{5}$	$7,2 \cdot 10^{6}$
^{110m}Ag	$6,8 \cdot 10^{5}$	$9,4 \cdot 10^{4}$	$1,1 \cdot 10^{6}$	$1,3 \cdot 10^{6}$	$2,1 \cdot 10^{4}$
^{109}Cd	$8,4 \cdot 10^{4}$	$3,9 \cdot 10^{6}$	$3,9 \cdot 10^{7}$	$1,2 \cdot 10^{7}$	$4,2 \cdot 10^{6}$

Окончание таблицы Б.1

Обозначение радионуклида	Значение $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг сырой массы				
	Морские ракообразные	Рыба придонная	Морские моллюски	Морские растения	Морские млекопитающие
^{124}Sb	$1{,}1\cdot10^{6}$	$1{,}6\cdot10^{5}$	$1{,}7\cdot10^{6}$	$2{,}2\cdot10^{6}$	$4{,}8\cdot10^{5}$
^{125}Sb	$4{,}2\cdot10^{6}$	$6{,}6\cdot10^{5}$	$6{,}6\cdot10^{6}$	$9{,}4\cdot10^{6}$	$1{,}8\cdot10^{6}$
^{129m}Te	$1{,}1\cdot10^{6}$	$1{,}2\cdot10^{5}$	$1{,}2\cdot10^{6}$	$1{,}5\cdot10^{5}$	$1{,}1\cdot10^{5}$
^{132}Te	$5{,}5\cdot10^{5}$	$5{,}8\cdot10^{4}$	$6{,}5\cdot10^{5}$	$1{,}3\cdot10^{5}$	$3{,}5\cdot10^{4}$
^{125}I	$1{,}2\cdot10^{8}$	$7{,}7\cdot10^{6}$	$7{,}0\cdot10^{7}$	$2{,}2\cdot10^{5}$	$1{,}2\cdot10^{8}$
^{129}I	$1{,}1\cdot10^{8}$	$5{,}8\cdot10^{6}$	$5{,}7\cdot10^{7}$	$7{,}7\cdot10^{4}$	$8{,}4\cdot10^{7}$
^{131}I	$9{,}8\cdot10^{6}$	$7{,}7\cdot10^{5}$	$7{,}7\cdot10^{6}$	$2{,}9\cdot10^{4}$	$1{,}2\cdot10^{7}$
^{132}I	$1{,}7\cdot10^{6}$	$1{,}5\cdot10^{5}$	$1{,}5\cdot10^{6}$	$1{,}3\cdot10^{4}$	$2{,}3\cdot10^{6}$
^{133}I	$5{,}7\cdot10^{6}$	$4{,}3\cdot10^{5}$	$4{,}3\cdot10^{6}$	$1{,}5\cdot10^{4}$	$6{,}6\cdot10^{6}$
^{134}Cs	$3{,}0\cdot10^{6}$	$2{,}8\cdot10^{5}$	$2{,}7\cdot10^{6}$	$2{,}6\cdot10^{6}$	$1{,}4\cdot10^{6}$
^{135}Cs	$1{,}0\cdot10^{9}$	$4{,}4\cdot10^{7}$	$4{,}0\cdot10^{8}$	$7{,}6\cdot10^{8}$	$2{,}0\cdot10^{7}$
^{136}Cs	$2{,}1\cdot10^{6}$	$2{,}1\cdot10^{5}$	$2{,}0\cdot10^{6}$	$2{,}0\cdot10^{6}$	$1{,}0\cdot10^{6}$
^{137}Cs	$8{,}0\cdot10^{6}$	$7{,}2\cdot10^{5}$	$6{,}8\cdot10^{6}$	$6{,}8\cdot10^{6}$	$2{,}4\cdot10^{6}$
^{140}Ba	$3{,}9\cdot10^{5}$	$3{,}9\cdot10^{4}$	$3{,}7\cdot10^{5}$	$3{,}3\cdot10^{5}$	$1{,}4\cdot10^{6}$
^{140}La	$4{,}9\cdot10^{5}$	$4{,}9\cdot10^{4}$	$4{,}6\cdot10^{5}$	$4{,}1\cdot10^{5}$	$2{,}0\cdot10^{6}$
^{141}Ce	$2{,}1\cdot10^{6}$	$2{,}0\cdot10^{5}$	$1{,}8\cdot10^{6}$	$1{,}6\cdot10^{6}$	$2{,}7\cdot10^{8}$
^{144}Ce	$1{,}1\cdot10^{6}$	$7{,}2\cdot10^{4}$	$5{,}3\cdot10^{5}$	$2{,}4\cdot10^{5}$	$4{,}6\cdot10^{7}$
^{152}Eu	$1{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}0\cdot10^{3}$	$9{,}0\cdot10^{3}$	$9{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}2\cdot10^{6}$
^{154}Eu	$9{,}5\cdot10^{3}$	$9{,}0\cdot10^{2}$	$8{,}5\cdot10^{3}$	$8{,}0\cdot10^{3}$	$8{,}5\cdot10^{5}$
^{155}Eu	$2{,}0\cdot10^{5}$	$2{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}8\cdot10^{5}$	$1{,}8\cdot10^{5}$	$8{,}0\cdot10^{6}$
^{192}Ir	$2{,}9\cdot10^{5}$	$2{,}8\cdot10^{4}$	$2{,}6\cdot10^{5}$	$2{,}5\cdot10^{5}$	$2{,}4\cdot10^{7}$
^{210}Pb	$1{,}7\cdot10^{7}$	$2{,}7\cdot10^{7}$	$1{,}5\cdot10^{8}$	$4{,}1\cdot10^{7}$	$8{,}8\cdot10^{5}$
^{210}Po	$2{,}2\cdot10^{5}$	$6{,}8\cdot10^{5}$	$6{,}8\cdot10^{6}$	$1{,}3\cdot10^{7}$	$1{,}3\cdot10^{5}$
^{226}Ra	$2{,}0\cdot10^{4}$	$3{,}0\cdot10^{3}$	$3{,}0\cdot10^{4}$	$3{,}0\cdot10^{4}$	$4{,}6\cdot10^{3}$
^{228}Ra	$3{,}6\cdot10^{6}$	$3{,}8\cdot10^{5}$	$3{,}6\cdot10^{6}$	$3{,}6\cdot10^{6}$	$2{,}4\cdot10^{6}$
^{231}Pa	$9{,}1\cdot10^{3}$	$2{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}8\cdot10^{4}$	$1{,}5\cdot10^{4}$	$1{,}4\cdot10^{4}$
^{237}Np	$4{,}1\cdot10^{5}$	$6{,}5\cdot10^{4}$	$6{,}5\cdot10^{5}$	$1{,}6\cdot10^{4}$	$2{,}3\cdot10^{4}$
^{238}Pu	$4{,}3\cdot10^{5}$	$6{,}9\cdot10^{4}$	$6{,}9\cdot10^{5}$	$1{,}7\cdot10^{4}$	$2{,}5\cdot10^{4}$
^{239}Pu	$4{,}3\cdot10^{5}$	$6{,}9\cdot10^{4}$	$6{,}9\cdot10^{5}$	$1{,}7\cdot10^{4}$	$2{,}5\cdot10^{4}$
^{240}Pu	$8{,}2\cdot10^{9}$	$1{,}3\cdot10^{9}$	$1{,}3\cdot10^{10}$	$3{,}4\cdot10^{8}$	$4{,}8\cdot10^{8}$
^{241}Pu	$4{,}8\cdot10^{4}$	$3{,}9\cdot10^{4}$	$3{,}6\cdot10^{5}$	$8{,}0\cdot10^{3}$	$2{,}3\cdot10^{4}$
^{241}Am	$4{,}6\cdot10^{4}$	$5{,}9\cdot10^{4}$	$5{,}8\cdot10^{5}$	$1{,}2\cdot10^{4}$	$2{,}1\cdot10^{4}$
^{242}Cm	$3{,}8\cdot10^{4}$	$1{,}4\cdot10^{4}$	$1{,}3\cdot10^{5}$	$1{,}1\cdot10^{4}$	$2{,}1\cdot10^{4}$
^{243}Cm	$4{,}9\cdot10^{4}$	$6{,}2\cdot10^{4}$	$6{,}2\cdot10^{5}$	$1{,}3\cdot10^{4}$	$2{,}3\cdot10^{4}$
^{244}Cm	$4{,}1\cdot10^{5}$	$6{,}5\cdot10^{4}$	$6{,}5\cdot10^{5}$	$1{,}6\cdot10^{4}$	$2{,}3\cdot10^{4}$

Таблица Б.2 – Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов для критической группы морской биоты

Обозначение радионуклида	Значение $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг сырой массы	Критическая(ие) группа(ы) морской биоты по экологическому критерию
^{14}C	$7,2 \cdot 10^4$	Рыба придонная
^{32}P	$2,8 \cdot 10^2$	Морские млекопитающие
^{33}P	$2,5 \cdot 10^3$	То же
^{35}S	$5,0 \cdot 10^5$	<<
^{36}Cl	$1,1 \cdot 10^5$	Рыба придонная
^{40}K	$1,5 \cdot 10^7$	Морские млекопитающие
^{45}Ca	$2,2 \cdot 10^8$	Рыба придонная
^{51}Cr	$3,0 \cdot 10^6$	То же
^{54}Mn	$2,7 \cdot 10^3$	<<
^{57}Co	$1,3 \cdot 10^5$	<<
^{58}Co	$1,6 \cdot 10^4$	<<
^{60}Co	$6,1 \cdot 10^3$	<<
^{59}Ni	$2,0 \cdot 10^8$	<<
^{63}Ni	$8,4 \cdot 10^7$	<<
^{65}Zn	$7,7 \cdot 10^5$	<<
^{75}Se	$9,9 \cdot 10^4$	Морские млекопитающие
^{79}Se	$3,9 \cdot 10^5$	Рыба придонная
^{89}Sr	$2,1 \cdot 10^7$	То же
^{90}Sr	$1,1 \cdot 10^7$	<<
^{95}Zr	$3,1 \cdot 10^3$	<<
^{94}Nb	$3,6 \cdot 10^3$	<<
^{95}Nb	$7,4 \cdot 10^3$	<<
^{99}Tc	$2,4 \cdot 10^4$	Морские растения
^{103}Ru	$9,6 \cdot 10^4$	Рыба придонная
^{106}Ru	$1,1 \cdot 10^5$	То же
^{110m}Ag	$2,1 \cdot 10^4$	Морские млекопитающие
^{109}Cd	$8,4 \cdot 10^4$	Морские ракообразные
^{124}Sb	$1,6 \cdot 10^5$	Рыба придонная
^{125}Sb	$6,6 \cdot 10^5$	То же
^{129m}Te	$1,1 \cdot 10^5$	Морские млекопитающие
^{132}Te	$3,5 \cdot 10^4$	То же
^{125}I	$2,2 \cdot 10^5$	Морские растения
^{129}I	$7,7 \cdot 10^4$	То же
^{131}I	$2,9 \cdot 10^4$	<<
^{132}I	$1,3 \cdot 10^4$	<<
^{133}I	$1,5 \cdot 10^4$	<<
^{134}Cs	$2,8 \cdot 10^5$	Рыба придонная
^{135}Cs	$2,0 \cdot 10^7$	Морские млекопитающие
^{136}Cs	$2,1 \cdot 10^5$	Рыба придонная
^{137}Cs	$7,2 \cdot 10^5$	То же
^{140}Ba	$3,9 \cdot 10^4$	<<

Окончание таблицы Б.2

Обозначение радионуклида	Значение $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг сырой массы	Критическая(ие) группа(ы) морской биоты по экологическому критерию
^{140}La	$4{,}9 \cdot 10^{4}$	Рыба придонная
^{141}Ce	$2{,}0 \cdot 10^{5}$	То же
^{144}Ce	$7{,}2 \cdot 10^{4}$	<<
^{152}Eu	$1{,}0 \cdot 10^{3}$	<<
^{154}Eu	$9{,}0 \cdot 10^{2}$	<<
^{155}Eu	$2{,}0 \cdot 10^{4}$	<<
^{192}Ir	$2{,}8 \cdot 10^{4}$	<<
^{210}Pb	$8{,}8 \cdot 10^{5}$	Морские млекопитающие
^{210}Po	$1{,}3 \cdot 10^{5}$	То же
^{226}Ra	$3{,}0 \cdot 10^{3}$	Рыба придонная
^{228}Ra	$3{,}8 \cdot 10^{5}$	То же
^{231}Pa	$2{,}0 \cdot 10^{3}$	<<
^{237}Np	$7{,}4 \cdot 10^{4}$	Морские ракообразные
^{238}Pu	$1{,}6 \cdot 10^{4}$	Морские растения
^{239}Pu	$1{,}7 \cdot 10^{4}$	То же
^{240}Pu	$1{,}7 \cdot 10^{4}$	<<
^{241}Pu	$3{,}4 \cdot 10^{8}$	<<
^{241}Am	$8{,}0 \cdot 10^{3}$	<<
^{242}Cm	$1{,}2 \cdot 10^{4}$	<<
^{243}Cm	$1{,}1 \cdot 10^{4}$	<<
^{244}Cm	$1{,}3 \cdot 10^{4}$	<<

Приложение В
(рекомендуемое)

Значения контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях морских водных объектов, удовлетворяющие одновременно радиационному, радиационно-гигиеническому и экологическому критериям обеспечения экологической безопасности

Таблица В.1

Обозначение радионуклида	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по экологическому критерию (без учёта потребления морепродуктов населением) $A_{m,i,к,эк}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по радиационно-гигиеническому критерию (с учётом потребления морепродуктов) $A_{m,i,гиг}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по радиационному критерию $A_{m,i,рад}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня радионуклида в морских донных отложениях, удовлетворяющее радиационному, радиационно-гигиеническому и экологическому критериям $A_{m,i,min}$, Бк/кг сырой массы
^{14}C	$7{,}2 \cdot 10^{4}$	$4{,}1 \cdot 10^{1}$	$1{,}00 \cdot 10^{7}$	$4{,}1 \cdot 10^{1}$
^{32}P	$2{,}8 \cdot 10^{2}$	$1{,}0 \cdot 10^{0}$	$1{,}00 \cdot 10^{6}$	$1{,}0 \cdot 10^{0}$
^{33}P	$2{,}5 \cdot 10^{3}$	$1{,}0 \cdot 10^{0}$	$1{,}00 \cdot 10^{8}$	$1{,}0 \cdot 10^{0}$
^{35}S	$5{,}0 \cdot 10^{5}$	$3{,}0 \cdot 10^{2}$	н.д.	$3{,}0 \cdot 10^{2}$
^{36}Cl	$1{,}1 \cdot 10^{5}$	$2{,}5 \cdot 10^{2}$	н.д.	$2{,}5 \cdot 10^{2}$
^{40}K	$1{,}5 \cdot 10^{7}$	$9{,}7 \cdot 10^{3}$	$1{,}00 \cdot 10^{5}$	$9{,}7 \cdot 10^{3}$
^{45}Ca	$2{,}2 \cdot 10^{8}$	$1{,}6 \cdot 10^{5}$	$1{,}00 \cdot 10^{7}$	$1{,}6 \cdot 10^{5}$
^{51}Cr	$3{,}0 \cdot 10^{6}$	$4{,}8 \cdot 10^{5}$	$1{,}00 \cdot 10^{6}$	$4{,}8 \cdot 10^{5}$
^{54}Mn	$2{,}7 \cdot 10^{3}$	$8{,}1 \cdot 10^{2}$	$1{,}00 \cdot 10^{4}$	$8{,}1 \cdot 10^{2}$
^{57}Co	$1{,}3 \cdot 10^{5}$	$3{,}0 \cdot 10^{4}$	$1{,}00 \cdot 10^{5}$	$3{,}0 \cdot 10^{4}$
^{58}Co	$1{,}6 \cdot 10^{4}$	$4{,}8 \cdot 10^{3}$	$1{,}00 \cdot 10^{4}$	$4{,}8 \cdot 10^{3}$
^{60}Co	$6{,}1 \cdot 10^{3}$	$1{,}8 \cdot 10^{3}$	$1{,}00 \cdot 10^{4}$	$1{,}8 \cdot 10^{3}$
^{59}Ni	$2{,}0 \cdot 10^{8}$	$1{,}3 \cdot 10^{5}$	$1{,}00 \cdot 10^{7}$	$1{,}3 \cdot 10^{5}$
^{63}Ni	$8{,}4 \cdot 10^{7}$	$6{,}4 \cdot 10^{4}$	$1{,}00 \cdot 10^{8}$	$6{,}4 \cdot 10^{4}$
^{65}Zn	$7{,}7 \cdot 10^{5}$	$2{,}4 \cdot 10^{3}$	$1{,}00 \cdot 10^{4}$	$2{,}4 \cdot 10^{3}$
^{75}Se	$9{,}9 \cdot 10^{4}$	$5{,}5 \cdot 10^{1}$	$1{,}00 \cdot 10^{5}$	$5{,}5 \cdot 10^{1}$
^{79}Se	$3{,}9 \cdot 10^{5}$	$4{,}9 \cdot 10^{1}$	н.д.	$4{,}9 \cdot 10^{1}$
^{89}Sr	$2{,}1 \cdot 10^{7}$	$2{,}7 \cdot 10^{4}$	$1{,}00 \cdot 10^{6}$	$2{,}7 \cdot 10^{4}$
^{90}Sr	$1{,}1 \cdot 10^{7}$	$2{,}5 \cdot 10^{3}$	$1{,}00 \cdot 10^{5}$	$2{,}5 \cdot 10^{3}$
^{95}Zr	$3{,}1 \cdot 10^{3}$	$9{,}3 \cdot 10^{2}$	$1{,}00 \cdot 10^{4}$	$9{,}3 \cdot 10^{2}$

Продолжение таблицы В.1

Обозначение радионуклида	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по экологическому критерию (без учёта потребления морепродуктов населением) $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по радиационно-гигиеническому критерию (с учётом потребления морепродуктов) $A_{m,i,гиг}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по радиационному критерию $A_{m,i,рад}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня радионуклида в морских донных отложениях, удовлетворяющее радиационному, радиационно-гигиеническому и экологическому критериям $A_{m,i,min}$, Бк/кг сырой массы
^{94}Nb	$3{,}6\cdot10^{3}$	$1{,}1\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}1\cdot10^{3}$
^{95}Nb	$7{,}4\cdot10^{3}$	$2{,}2\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$2{,}2\cdot10^{3}$
^{99}Tc	$2{,}4\cdot10^{4}$	$9{,}6\cdot10^{1}$	$1{,}00\cdot10^{7}$	$9{,}6\cdot10^{1}$
^{103}Ru	$9{,}6\cdot10^{4}$	$2{,}9\cdot10^{4}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$2{,}9\cdot10^{4}$
^{106}Ru	$1{,}1\cdot10^{5}$	$2{,}2\cdot10^{4}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$2{,}2\cdot10^{4}$
^{110m}Ag	$2{,}1\cdot10^{4}$	$1{,}6\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}6\cdot10^{2}$
^{109}Cd	$8{,}4\cdot10^{4}$	$8{,}2\cdot10^{1}$	$1{,}00\cdot10^{7}$	$8{,}2\cdot10^{1}$
^{124}Sb	$1{,}6\cdot10^{5}$	$6{,}0\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$6{,}0\cdot10^{2}$
^{125}Sb	$6{,}6\cdot10^{5}$	$1{,}4\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$1{,}4\cdot10^{3}$
^{129m}Te	$1{,}1\cdot10^{5}$	$1{,}6\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{6}$	$1{,}6\cdot10^{2}$
^{132}Te	$3{,}5\cdot10^{4}$	$1{,}2\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$1{,}2\cdot10^{2}$
^{125}I	$2{,}2\cdot10^{5}$	$2{,}5\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{6}$	$2{,}5\cdot10^{2}$
^{129}I	$7{,}7\cdot10^{4}$	$3{,}4\cdot10^{1}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$3{,}4\cdot10^{1}$
^{131}I	$2{,}9\cdot10^{4}$	$1{,}7\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$1{,}7\cdot10^{2}$
^{132}I	$1{,}3\cdot10^{4}$	$3{,}8\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$3{,}8\cdot10^{3}$
^{133}I	$1{,}5\cdot10^{4}$	$8{,}6\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$8{,}6\cdot10^{2}$
^{134}Cs	$2{,}8\cdot10^{5}$	$1{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}0\cdot10^{3}$
^{135}Cs	$2{,}0\cdot10^{7}$	$1{,}5\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}5\cdot10^{3}$
^{136}Cs	$2{,}1\cdot10^{5}$	$6{,}4\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$6{,}4\cdot10^{3}$
^{137}Cs	$7{,}2\cdot10^{5}$	$1{,}5\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}5\cdot10^{3}$
^{140}Ba	$3{,}9\cdot10^{4}$	$9{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$9{,}0\cdot10^{3}$
^{140}La	$4{,}9\cdot10^{4}$	$1{,}2\cdot10^{4}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}2\cdot10^{4}$
^{141}Ce	$2{,}0\cdot10^{5}$	$6{,}0\cdot10^{4}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$6{,}0\cdot10^{4}$
^{144}Ce	$7{,}2\cdot10^{4}$	$2{,}2\cdot10^{4}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$2{,}2\cdot10^{4}$
^{152}Eu	$1{,}0\cdot10^{3}$	$3{,}0\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$3{,}0\cdot10^{2}$
^{154}Eu	$9{,}0\cdot10^{2}$	$2{,}7\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$2{,}7\cdot10^{2}$
^{155}Eu	$2{,}0\cdot10^{4}$	$6{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{5}$	$6{,}0\cdot10^{3}$
^{192}Ir	$2{,}8\cdot10^{4}$	$8{,}3\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$8{,}3\cdot10^{3}$
^{210}Pb	$8{,}8\cdot10^{5}$	$1{,}3\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}3\cdot10^{2}$
^{210}Po	$1{,}3\cdot10^{5}$	$2{,}1\cdot10^{2}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$2{,}1\cdot10^{2}$
^{226}Ra	$3{,}0\cdot10^{3}$	$3{,}3\cdot10^{1}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$3{,}3\cdot10^{1}$
^{228}Ra	$3{,}8\cdot10^{5}$	$1{,}3\cdot10^{1}$	$1{,}00\cdot10^{4}$	$1{,}3\cdot10^{1}$
^{231}Pa	$2{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}0\cdot10^{1}$	$1{,}00\cdot10^{3}$	$1{,}0\cdot10^{1}$
^{237}Np	$1{,}6\cdot10^{4}$	$1{,}0\cdot10^{3}$	$1{,}00\cdot10^{3}$	$1{,}0\cdot10^{3}$

Окончание таблицы В.1

Обозначение радионуклида	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по экологическому критерию (без учёта потребления морепродуктов населением) $A_{m,i,k,эк}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по радиационно-гигиеническому критерию (с учётом потребления морепродуктов) $A_{m,i,гиг}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня в морских донных отложениях по радиационному критерию $A_{m,i,рад}$, Бк/кг сырой массы	Значение контрольного уровня радионуклида в морских донных отложениях, удовлетворяющее радиационному, радиационно-гигиеническому и экологическому критериям $A_{m,i,min}$, Бк/кг сырой массы
^{238}Pu	$1,7 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^2$
^{239}Pu	$1,7 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^2$
^{240}Pu	$3,4 \cdot 10^8$	$1,8 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^2$
^{241}Pu	$8,0 \cdot 10^3$	$9,6 \cdot 10^3$	$1,00 \cdot 10^5$	$9,6 \cdot 10^3$
^{241}Am	$1,2 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^3$	$1,7 \cdot 10^2$
^{242}Cm	$1,1 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^3$	$1,00 \cdot 10^5$	$2,8 \cdot 10^3$
^{243}Cm	$1,3 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^3$	$2,3 \cdot 10^2$
^{244}Cm	$1,6 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^2$	$1,00 \cdot 10^4$	$2,8 \cdot 10^2$
Примечание — н.д. – нет данных				

Библиография

[1] Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 года № 7–ФЗ.

[2] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Требования безопасности. Радиационная защита и безопасность источников облучения. Международные основные нормы безопасности. Общие требования безопасности, ООБ часть 3, МАГАТЭ, Вена, 2011. – 318 с. (Safety Standards Series, GSR Part 3. Radiation Protection and Safety of Radiation Sources. International Basic Safety Standards, IAEA, Vienna, 2011. – 303 p.)

[3] Труды МКРЗ. Публикация 103. Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ). Рекомендации 2007 года. – М.: ФМБЦ им. А.И. Бурназяна при поддержке ФМБА России, 2009. – 314 с.

[4] Эффекты радиации на окружающую среду. Отчёт НКДАР ООН 2008 года Генеральной Ассамблее ООН с научными приложениями. Том II, научное приложение Е. Эффекты ионизирующей радиации на биоту. Нью-Йорк: ООН, 2011. – 164 с. (Effects of radiation on the environment. UNSCEAR 2008 Report to the General Assembly with Scientific Annexes. Volume II, Scientific Annex E. Effect of ionizing radiation on non-human biota. United Nations, New York, 2011. – 164 p.)

[5] Сазыкина Т.Г., Крышев И.И. Оценка контрольной концентрации радионуклидов в морской воде с учётом гигиенических и радиоэкологических критериев. – М.: Атомная энергия, 1999. Т. 87, вып. 4. – С. 302–307.

[6] Сазыкина Т.Г., Крышев И.И. Методология радиоэкологической оценки допустимых уровней радионуклидов в морях – защита человека и морской биоты. Радиационная защита – коллоквиумы. Т. 37. – 2002. – С1. С. 899–902. (Sazykina, T.G., Kryshev, I.I. Methodology for radioecological assesssment of radionuclides permissible levels in the seas-protection of human and marine biota. Radioprotection-Collogues, Vol. 37, 2002. – C1. – P. 899–902.)

[7] Труды МКРЗ. Публикация 108. Международная Комиссия по радиационной защите (МКРЗ). Защита окружающей среды: концепция и использование референтных животных и растений. Анналы МКРЗ, 2009. – 251 с. (ICRP – International Commission on Radiological Protection. ICRP Publication 108. Environmental Protection: the Concept and Use of Reference Animals and Plants. Annals ICRP, 2009. – 251 p.)

[8] Труды МКРЗ. Публикация 124. Международная Комиссия по радиационной защите (МКРЗ). Защита окружающей среды при различных ситуациях облучения. Анналы МКРЗ, 2014. – 59 с. (ICRP – International Commission on Radiological Protection. Publication 124. Protection of the Environment under Different Exposure Situations. Annals of the ICRP, 2014. – 59 p.)

[9] Постановление Правительства Российской Федерации «О критериях отнесения твёрдых, жидких и газообразных отходов к радиоактивным отходам, критериям отнесения радиоактивных отходов к особым радиоактивным отходам и к удаляемым радиоактивным отходам и критериях классификации удаляемых радиоактивных отходов» от 19.10.2012 № 1069

[10] Тяжёлые естественные радионуклиды в биосфере; под ред. акад. Р.М. Алексахина. – М.: Наука, 1990. – 367 с.

[11] Титаева Н.А. Ядерная геохимия. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 272 с.

[12] Канадские стандарты качества почвы для защиты окружающей среды и здоровья человека. Министерство окружающей среды Канады, 2011. – 6 с. (Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health. Canadian Council of Ministers of the Environment, 2007. – 6 p.)

[13] Канадское качество воды. Рекомендации по защите водной жизни. Уран. Министерство окружающей среды Канады, 2011. – 9 с. (Canadian Water Quality. Guidelines for the Protection of Aquatic Life. Uranium. Canadian Council of Ministers of the Environment, 2011. – 9 p.)

[14] Вредные химические вещества. Радиоактивные вещества. Справочник. – Л.: Химия, 1990. – 463 с.

[15] МЕЖДУНАРОДНОЕ АГЕНТСТВО ПО АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ. Обобщённые модели для оценок воздействия сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду. Серия Отчёты по безопасности № 19 МАГАТЭ, Вена, 2001. – 213 с. (IAEA – International Atomic Energy Agency. Generic models for use in assessing the impact of discharges of radioactive substances to the environment. Safety Report Series, № 19. IAEA, Vienna, 2001. – 213 p.)

[16] Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. Математическое моделирование миграции радионуклидов в водных экосистемах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 152 с.

[17] Сазыкина Т.Г. ЭКОМОД – экологический подход к радиоэкологическому моделированию. Журнал Радиоактивность окружающей среды 50(3), 2000. – С. 207–220. (Sazykina, T.G. ECOMOD – An ecological approach to radioecological modelling. Journal of Environmental Radioactivity 50(3), 2000. – P. 207–220.)

[18] Водяницкий Ю.Н. Химические аспекты поведения урана в почвах. Почвоведение, 2011. – № 8. – С. 940–953.

[19] Попов Н.И., Федоров К.Н., Орлов В.М. Морская вода / Справочное руководство. – М.: Наука, 1979. – 327 с.

Ключевые слова: контрольный уровень, содержание радионуклидов, донные отложения, моря, биота, дозы, облучение, природная среда, радиационная обстановка, радиационный объект, радиационно-экологическое воздействие, сброс, экологическая безопасность, экосистема

Лист регистрации изменений

Номер изменения	Номер страницы				Номер документа (ОРН)	Подпись	Дата	
	измененной	замененной	новой	аннулированной			внесения изменения	введения изменения

Подписано к печати __.__.2019. Формат 60×84/16.
Печать офсетная. Печ. л. 2,09. Тираж 116 экз. Заказ № 9.

Отпечатано в ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», г. Обнинск, ул. Королёва, 6.

gost.e-ecolog.ru