

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Министра –
Главный государственный
санитарный врач
Республики Беларусь



С.В. Нечай
2024 г.

Регистрационный № 030-1121

**МЕТОД ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ И СБРОСОВ РАДИОАКТИВНЫХ
ВЕЩЕСТВ ОТ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ**
инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК:

Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены,
эпидемиологии и общественного здоровья»

АВТОРЫ: к.м.н. Николаенко Е.В., Роздяловская Л.Ф., к.т.н. доцент
Жукова О.М., Гусейнова Д.И., Суходольская А.А., Елизарова Н.В., Бабич Е.А.

Минск, 2024

ГЛАВА 1

НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. В настоящей инструкции по применению (далее – Инструкция) изложен метод оценки радиационной безопасности для населения выбросов и сбросов радиоактивных веществ от радиационных объектов.

2. Настоящая Инструкция разработана для обеспечения радиационной безопасности населения при эксплуатации радиационных объектов, осуществляющих газоаэрозольные выбросы в атмосферный воздух и (или) жидкие сбросы радиоактивных веществ в хозяйственно-бытовую канализацию (далее – ХБК), и не распространяется на объекты использования атомной энергии.

3. Положения Инструкции могут использоваться в комплексе мероприятий, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения, применение которого позволит:

оценивать дозы облучения населения от радиоактивных веществ, попадающих в окружающую среду со сточными водами ХБК и газоаэрозольными выбросами в атмосферный воздух при нормальной эксплуатации радиационных объектов;

обосновывать мероприятия, направленные на снижение радиационного воздействия на среду обитания человека и минимизацию риска для здоровья населения, необходимость установления граничной дозы облучения населения и санитарно-защитной зоны вокруг объекта, предельно допустимых уровней газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду;

на основе результатов оценки контролировать соблюдение радиационными объектами установленных нормативов радиационного воздействия жидких сбросов и газоаэрозольных выбросов радиоактивных веществ на население;

обосновывать безопасность для населения существующей или планируемой практики утилизации отходов радиоактивных веществ.

4. Настоящая Инструкция предназначена для врачей-гигиенистов, иных врачей-специалистов учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор (далее – госсаннадзор) за радиационными объектами, и организаций здравоохранения.

5. Настоящая Инструкция вступает в силу с даты ее утверждения.

ГЛАВА 2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

6. Метод основан на принципах и критериях международной системы радиационной безопасности, в соответствии с которыми в качестве количественной меры радиационной безопасности населения используется годовая эффективная доза (далее – ГЭД) внешнего и внутреннего облучения репрезентативного лица из населения радионуклидами, содержащимися в газоаэрозольных выбросах в атмосферный воздух и жидких сбросах в систему ХБК при эксплуатации радиационных объектов.

7. Критерием обеспечения радиационной безопасности населения от радиоактивных выбросов и жидких сбросов радиационных объектов является поддержание годовой дозы облучения репрезентативного лица на уровне ниже граничной дозы для населения, установленной для радиационного объекта органами государственного санитарного надзора.

8. В основу метода положены сценарии облучения, выбор репрезентативного лица и определение параметров расчета доз облучения репрезентативного лица при использовании открытых источников ионизирующего излучения (далее – ИИИ).

9. В методе используются в качестве количественной меры оценки радиационной безопасности населения ГЭД облучения репрезентативного лица из населения радионуклидами, содержащимися в газоаэрозольных выбросах в атмосферный воздух и жидких сбросах в систему ХБК при эксплуатации радиационных объектов.

10. Метод содержит сценарии облучения, порядок выбора репрезентативного лица, определение параметров расчета и расчет ГЭД репрезентативного лица при использовании открытых ИИИ, а также окончательную оценку радиационной безопасности населения на основе полученных данных.

11. Для проведения оценки рекомендуется использовать в том числе расчетные инструменты и модели, изложенные в Руководстве серии безопасности МАГАТЭ GSG-10 [1].

12. Оценка радиационной безопасности населения от газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радионуклидов при эксплуатации радиационного объекта состоит из следующих основных этапов:

На 1-м этапе проводится сбор и оценка данных о радиационном объекте и используемых открытых ИИИ: оцениваются радионуклиды, поступающие в окружающую среду в виде газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов в ХБК, их физические характеристики (летучесть,

растворимость, период полураспада), способы утилизации образующихся при их использовании отходов, способы и эффективность очистки газоаэрозольных выбросов, наличие спецканализации и поведение радионуклидов в системе ХБК.

На 2-м этапе выполняется оценка суммарных годовых активностей радионуклидов, поступающих с выбросами и сбросами радиационного объекта в окружающую среду, определяются основные источники радиационного воздействия на население в результате выбросов и сбросов, группа наиболее облучаемых лиц из населения, получающих в результате этого воздействия наиболее высокую дозу облучения – репрезентативное лицо.

На 3-м этапе осуществляется оценка основного источника и путей облучения репрезентативного лица, например, экспериментально или с использованием литературных данных определяется удельная активность образующегося на очистных сооружениях (далее – ОС) осадка сточных вод (далее – ОСВ), коэффициент перехода активности радионуклидов из жидкой фазы в ОСВ, среднее дневное количество ОСВ; проводится анализ данных о поведении репрезентативного лица. Для работника очистных сооружений определяются время и условия обращения с ОСВ, для лиц, проживающих или часто и длительно находящихся вблизи радиационного объекта, определяются возраст и время пребывания на открытом воздухе в течение года.

На 4-м этапе проводится расчет ГЭД репрезентативного лица:

от газоаэрозольных выбросов радионуклидов, попадающих в атмосферный воздух из вентсистемы радиационного объекта;

от жидких сбросов радионуклидов в систему ХБК.

На 5-м этапе производится оценка радиационной безопасности для населения газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов радиационного объекта путем сравнения ГЭД репрезентативного лица с действующими нормативными значениями, при превышении которых необходимо принимать меры для снижения радиационного воздействия выбросов и сбросов на среду проживания человека и минимизацию риска для здоровья населения.

ГЛАВА 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО ЛИЦА

13. Репрезентативное лицо для целей данного метода – индивидуум из населения, получающий наиболее высокую дозу облучения от радионуклидов, содержащихся в газоаэрозольных выбросах в атмосферный воздух или жидких сбросах в ХБК радиационных объектов.

14. Выбор репрезентативного лица для оценки доз облучения

населения от газоаэрозольных выбросов радиационных объектов выполняется на основании данных о фактических концентрациях радионуклида в выбросах радиационного объекта с учетом следующих факторов:

максимальную дозу облучения от газоаэрозольных выбросов радионуклидов при эксплуатации радиационных объектов получает лицо из населения, проживающее в максимальной близости к источнику газоаэрозольного выброса и (или) находящееся на площадке радиационного объекта, например, медицинские работники, не отнесенные к категории персонал, или пациенты клиники, находящиеся в стационаре (24 ч/сутки). Окончательное решение при выборе репрезентативного лица принимается исходя из максимального времени нахождения человека вблизи источника выброса радиоактивных веществ;

при концентрациях радионуклидов в выбросах радиационного объекта на уровне 10^{-3} Бк/м³ и ниже наиболее значимым путем облучения репрезентативного лица является ингаляционное облучение, а другими путями облучения населения при оценках доз облучения населения рекомендуется пренебречь. Данный подход относится к выбросам в атмосферный воздух ¹³¹I и других короткоживущих радионуклидов из отделений ядерной медицины;

при выборе в качестве основного ингаляционного пути облучения, репрезентативная возрастная группа населения определяется с учетом коэффициентов дозового преобразования при ингаляционном поступлении радионуклидов в организм ($\epsilon_{\text{инг},l}^r$, Зв/Бк) и объема вдыхаемого индивидуумом воздуха в единицу времени (представленных в таблице 1 приложения 1 к Инструкции). Например, при оценке доз населения от ингаляционного облучения ¹³¹I с выбросами из отделений ядерной медицины репрезентативным лицом являются дети в возрасте 1–2 года.

15. При выборе репрезентативного лица для оценки доз облучения населения от радионуклидов, попадающих со стоками радиационных объектов в систему ХБК, рекомендуется проводить оценку следующих источников и путей радиационного воздействия на население:

облучение рабочих коммунальных служб радионуклидами, попадающими в отложения на стенках канализационных труб ХБК – при ремонтных работах, перекладке канализационных труб и других работах;

облучение лиц из населения от обращения с ОСВ, образующимся на очистных сооружениях при обработке, сброшенных в систему ХБК сточных вод радиационных объектов;

облучение рыбаков, обусловленное ловлей и употреблением рыбы из водоема в случае, если сточные воды от радиационных объектов после очистки сбрасываются в водоем, используемый для ловли рыбы.

16. При оценке безопасности сбросов, содержащих только

короткоживущие радионуклиды, включая ^{131}I , наиболее значимым источником облучения населения является осадок сточных вод. Облучение населения от других источников (радиоактивных отложений на стенках канализационных труб и водоемов для ловли рыбы) при выборе репрезентативного лица не рассматривается.

17. Для оценки доз облучения населения от обращения с ОСВ, образующимся на очистных сооружениях, рекомендуются следующие возможные сценарии:

- облучение работников ОС, осуществляющих транспортировку, загрузку и другие работы по обращению с ОСВ;

- облучение жителей домов, расположенных вблизи полигонов для хранения (утилизации) ОСВ;

- облучение работников, осуществляющих внесение ОСВ в почву на сельскохозяйственных землях;

- облучение жителей домов, построенных на сельскохозяйственных землях, ранее удобряемых ОСВ (внешнее облучение);

- облучение посетителей парка, в котором ОСВ использовался для удобрения территории.

18. Для сравнительной оценки доз облучения населения от ОСВ при сбросах в систему ХБК короткоживущих радионуклидов, в том числе ^{131}I , рекомендуется использовать коэффициенты конверсии активности радионуклидов, содержащихся в ОСВ, в дозу облучения оцениваемого представителя населения, приведенные в таблице 2 приложения 1 к Инструкции).

В случае сбросов короткоживущих радионуклидов репрезентативным лицом для оценки опасности сбросов радиационного объекта на население является работник станции ОС, на которую поступают загрязненные радионуклидами сточные воды от радиационного объекта.

ГЛАВА 4

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ГАЗОАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

19. Расчет доз облучения репрезентативного лица от газоаэрозольных выбросов в атмосферный воздух при эксплуатации радиационных объектов выполняется мануальным способом или с использованием программных кодов. Программные коды, рекомендуемые МАГАТЭ для оценки доз облучения населения от выбросов и сбросов приведены в приложении 2 к настоящей Инструкции.

20. При использовании консервативного подхода для выбросов короткоживущих радионуклидов, в том числе ^{131}I , для оценки дозы

облучения репрезентативного лица рекомендуется упрощенный метод расчёта на основе данных о концентрации радионуклидов в выбросах из вентиляционной трубы радиационного объекта и метеоданных в районе расположения радиационного объекта.

21. Концентрация радионуклидов в выбросах из вентиляционной трубы может быть определена расчетным методом и на основе измерений. При выполнении измерений используются аттестованные методики, например: отбор проб рекомендуется осуществлять на угольные фильтры по методике СТБ 1058-2016 [2], а измерение концентрации радионуклида в пробе проводить спектрометрическим методом по методике МВИ.МН 3421-2010 [3].

22. Необходимые для расчета метеоданные (среднегодовая скорость ветра на высоте выброса, роза ветров в районе расположения медучреждения, повторяемость категории устойчивости атмосферы, повторяемость диапазона скоростей) могут быть предоставлены ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет). Для предварительных оценочных расчетов рекомендуется использовать усредненные метеоданные за 10 лет, предшествующих оценке (таблицы 3, 4 приложения 1 к Инструкции).

23. Расчет ГЭД репрезентативного лица по ингаляционному пути на расстоянии x от источника в направлении ветра n -го румба проводится по формуле (1):

$$E_{i,l}^{\text{инг}}(x, n) = \frac{U_l \times Q_r \times \varepsilon_{\text{инг},l}^r \times \bar{G}_{i,n}^r(x)}{3,15 \times 10^7}, \quad (1)$$

где U_l – объем вдыхаемого воздуха в единицу времени для лица из населения возраста l , м³/с, определяемый путем пересчета из годового объема вдыхаемого воздуха U_l в год (м³/г), для лица возраста l (таблица 5 приложения 1 к Инструкции);

Q_r – годовой выброс радионуклида r , Бк/ м³;

$\varepsilon_{\text{инг},l}^r$ – коэффициент дозового преобразования при ингаляции радионуклида r лицом из населения возраста l , Зв/Бк, значения которого для основных применяемых в медицине радионуклидов представлены в таблице 1 приложения 1 к Инструкции;

$\bar{G}_{i,n}^r(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления в приземном слое атмосферы для радионуклида r на расстоянии x от i -го источника в направлении ветра n -го румба, определяемый по формуле (2);

$3,15 \times 10^7$ – количество секунд в году, с.

24. Годовой выброс радионуклида r Q_r является расчетной величиной и определяется с учетом типа радиационного объекта в

соответствии с методикой измерения, используемой при проведении отбора проб.

25. Среднегодовой метеорологический фактор разбавления рассчитывается по упрощенной формуле (2):

$$G_{i,n} = \frac{2}{(2\pi)^{3/2}} \frac{\varepsilon_n}{1.652 \cdot H_g \cdot u \cdot x}, \quad (2)$$

где u – среднегодовая скорость ветра на высоте выброса, м/с;

x – расстояние от источника, м;

ε_n – вытянутость розы ветров в направлении n ;

параметры истощения и влияния подъема струи не учитываются.

Вытянутость розы ветров в направлении n рассчитывается по формуле (3):

$$\varepsilon_n = N \times \sum_j \times \sum_k \times \omega_{n,j,k}, \quad (3)$$

где $\omega_{n,j,k}$ — частота события, заключающегося в совместной реализации n -го направления ветра j -й категории устойчивости атмосферы и k -го диапазона скоростей ветра.

26. Вычисление коэффициентов $\omega_{n,j,k}$ производится по формуле (4):

$$\omega_{n,j,k} = \omega_n \cdot \omega_j \cdot \omega_k, \quad (4)$$

где ω_n – роза ветров в районе расположения радиационного объекта;

ω_j – повторяемость категории устойчивости атмосферы;

ω_k – повторяемость диапазона скоростей ветра.

ГЛАВА 5

РАСЧЕТ ГЭД РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО ЛИЦА ОТ ЖИДКИХ СБРОСОВ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМУ ХБК

27. ГЭД облучения работника ОС (репрезентативного лица) от сбросов радионуклидов в систему ХБК рассчитывают для двух основных путей облучения:

внутреннее облучение от ингаляционного поступления в организм радионуклидов, присутствующих в воздухе из-за пылеобразования от ОСВ;

внешнее облучение от радионуклидов, присутствующих в ОСВ;

28. Расчет ожидаемой ГЭД работника ОС от ингаляционного поступления радионуклида из-за пылеобразования (E_{inh}) без использования работником средств индивидуальной защиты органов дыхания осуществляется по формулам (5, 6):

$$E_{inh} = \varepsilon_{инг,l}^r \times A_{inh} \quad (5)$$

$$A_{inh} = A_{sp\ sludge} \times D \quad (6),$$

где A_{inh} – активность радионуклида, поступившего в организм работника ингаляционным путем в течение года, Бк;

$A_{sp\ sludge}$ – удельная активность радионуклида в ОСВ, Бк/кг;

$\varepsilon_{инг,l}^r$ – коэффициент дозового преобразования при ингаляции радионуклида r лицом из населения возраста l , Зв/Бк, значения которого для основных применяемых в медицине радионуклидов представлены в таблице 1 приложения 1 к Инструкции;

D – максимальное количество пыли, вдыхаемое одним рабочим в течение года, кг.

29. Для определения D используется выражение (7):

$$D = C \times I \times F \times V \quad (7),$$

где C – концентрация пыли в воздухе, кг/м³;

I – интенсивность ингаляции взрослого работника, м³/ч;

F – количество рабочих часов, ч;

V – массовая доля поступающих в организм аэродисперсных частиц (диаметром меньше 2,5 мкм).

Для консервативных оценок и при отсутствии экспериментальных данных значение концентрации пыли в воздухе (C) допускается принять равным предельно допустимому содержанию аэрозолей четвертого класса опасности в воздухе рабочей зоны – 1×10^{-5} кг/м³ [4]. Рекомендуемые для расчета D параметры I , F и V приведены в таблице 6 приложения 1 к Инструкции.

30. Для расчета ГЭД внешнего облучения работника ОС от обращения с ОСВ рекомендуется использовать программу экологического переноса, рекомендуемую в Докладе Международного комитета по нормам радиации (ISCORS) [5] (приведена в приложении 2 к Инструкции).

31. При консервативном подходе расчет ГЭД внешнего облучения работника очистных сооружений от обращения с ОСВ выполняется на основе следующих допущений:

активность радионуклида в ОСВ A_{sludge} в течение года является постоянной величиной;

в течение всего рабочего времени работник находится на расстоянии (R , м) от резервуара с ОСВ.

32. ГЭД внешнего облучения работника (E_{ext} , мкЗв/г) находящегося в течение всего рабочего времени на расстоянии R , м от резервуара с ОСВ, рассчитывается по формулам (8, 9):

$$E_{ext} = \frac{\Gamma \times A_{sludge}}{R^2} \times F, \quad (8)$$

$$A_{sludge} = A_{sp\ sludge} \times m, \quad (9),$$

где A_{sludge} – активность радионуклида в ОСВ, ГБк;

$A_{sp\ sludge}$ – удельная активность радионуклида в ОСВ, ГБк/кг; определяемая экспериментально посредством отбора и измерения проб ОСВ;

m – медианная годовая величина массы ОСВ, образующегося на ОС в течение дня, кг;

R – расстояние в метрах между источником облучения (контейнером с осадком) и работником;

Γ – константа, $\text{мкЗв} \times \text{м}^2 \times \text{ГБк}^{-1} \times \text{ч}^{-1}$, которая определяет мощность эффективной дозы внешнего облучения работника ОС, находящегося на расстоянии 1 м от ОСВ, в котором активность радионуклида (A_{sludge}) равна 1 ГБк. Значения константы Γ для разных радионуклидов приведены в таблице 7 приложения 1 к Инструкции.

33. Если известен коэффициент перехода радионуклида из жидких стоков в ОСВ (K), для определения активности радионуклида в ОСВ (A_{sludge}) допускается использовать формулу (10):

$$A_{sludge} = K \times A_{dis}, \quad (10)$$

где A_{dis} – медианная дневная активность радионуклида в сбросах радиационного объекта за период в течение года, рассчитываемая по результатам мониторинга удельной активности радионуклида в жидких сбросах радиационного объекта;

K – коэффициент перехода радионуклида из жидких стоков в ОСВ, который определяется экспериментально или на основе анализа литературных источников.

34. Для отделений ядерной медицины, осуществляющих сброс радионуклидов в ХБК при проведении радиойодной терапии, допускается использовать в формуле (10) значения A_{dis} , определенное расчетным путем на основании данных об активности вводимого пациентам радионуклида и биораспределения радионуклида за время пребывания пациентов в стационаре, (приведен в приложении 3 к Инструкции).

ГЛАВА 6 ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ

35. Радиационная безопасность населения считается обеспеченной на должном уровне, если по результатам оценки суммарная ГЭД репрезентативного лица от газоаэрозольных выбросов в атмосферный воздух и (или) от жидких сбросов в систему ХБК основных дозообразующих радионуклидов при нормальной эксплуатации

радиационного объекта не превышает значения минимально значимой дозы 10 мкЗв в год по всем основным путям облучения, рассмотренным в Главе 3.

36. Если по результатам оценки суммарная ГЭД репрезентативного лица от всех путей облучения превышает 10 мкЗв в год, принимаются меры для обеспечения радиационной безопасности населения, которые включают установление:

граничной дозы облучения населения;

санитарно-защитной зоны и ограничения деятельности в пределах данной зоны;

зоны наблюдения вокруг точки выброса радиационного объекта и радиационного мониторинга;

предельно допустимых и допустимых выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду при нормальной эксплуатации радиационного объекта;

надзора за непревышением установленных нормативов и введенных ограничений.

37. В случае, если в отдельные месяцы или кварталы имеются превышения установленных предельно допустимых и допустимых выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду, необходимо дополнительно оценить суммарную ГЭД репрезентативного лица и сравнить с установленной граничной дозой облучения.

38. Разность между расчетным значением ГЭД репрезентативного лица и граничной дозой для населения, установленной для радиационного объекта органами госсаннадзора, рассматривается как резерв, величина которого характеризует уровень радиационной безопасности населения от воздействия радиоактивных выбросов и сбросов в условиях нормальной эксплуатации радиационного объекта.

39. В тех случаях, когда ГЭД репрезентативного лица показывает превышение установленного норматива граничной дозы или приближается к нему, принятые в расчетах ГЭД допущения должны быть критически переоценены и, при необходимости, сделаны более реалистичные оценки, например, на основе экспериментально полученных исходных данных.

Приложение 1
к Инструкции по применению
«Метод оценки радиационной
безопасности для населения
выбросов и сбросов радиоактивных
веществ от радиационных
объектов»
(Справочное)

ПОКАЗАТЕЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ВЫБОРЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОГО ЛИЦА ПРИ ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГАЗОАЭРОЗОЛЬНЫХ ВЫБРОСОВ И ЖИДКИХ СБРОСОВ РАДИАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА НАСЕЛЕНИЕ

При проведении расчётов целесообразно проверять актуальность приведенных ниже справочных данных.

Таблица 1 – Коэффициент дозового преобразования при ингаляции $\varepsilon_{\text{инг},l}^r$, Зв/Бк *

Радио нуклид	Возрастная группа					
	Младенцы (< 1 года)	Дети 1–2 года	Дети 2–7 лет	Дети 7–12 лет	Дети 12–17 лет	Взрослые (> 17 лет)
^{131}I	$7,2 \times 10^{-8}$	$7,2 \times 10^{-8}$	$3,7 \times 10^{-8}$	$1,9 \times 10^{-8}$	$1,1 \times 10^{-8}$	$7,4 \times 10^{-9}$
^{123}I	$8,7 \times 10^{-10}$	$7,9 \times 10^{-10}$	$3,8 \times 10^{-10}$	$1,8 \times 10^{-10}$	$1,1 \times 10^{-10}$	$7,4 \times 10^{-10}$
^{18}F	$2,6 \times 10^{-10}$	$1,9 \times 10^{-10}$	$9,1 \times 10^{-11}$	$5,6 \times 10^{-11}$	$3,4 \times 10^{-11}$	$2,8 \times 10^{-11}$
^{201}Tl	$4,5 \times 10^{-10}$	$3,3 \times 10^{-10}$	$1,5 \times 10^{-10}$	$9,4 \times 10^{-11}$	$5,4 \times 10^{-11}$	$4,4 \times 10^{-11}$
^{111}In	$1,2 \times 10^{-9}$	$8,6 \times 10^{-10}$	$4,2 \times 10^{-10}$	$2,6 \times 10^{-10}$	$1,5 \times 10^{-10}$	$1,3 \times 10^{-10}$
^{67}Ga	$6,4 \times 10^{-10}$	$4,6 \times 10^{-10}$	$2,2 \times 10^{-10}$	$1,4 \times 10^{-10}$	$7,7 \times 10^{-11}$	$6,4 \times 10^{-11}$
^{11}C	$1,0 \times 10^{-10}$	$7,0 \times 10^{-11}$	$3,2 \times 10^{-11}$	$2,1 \times 10^{-11}$	$1,3 \times 10^{-11}$	$1,1 \times 10^{-11}$

Примечание:
* Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards / International Atomic Energy Agency (IAEA). – Vienna: IAEA, 2014. – 464 p. – (General Safety Requirements; Part 3)

Таблица 2 – Максимальные значения коэффициента конверсии активности радионуклидов от ОСВ в дозу облучения оцениваемого представителя населения DSR (dose-to-source ratio) для радиоизотопа ^{131}I , Зв $\times$ Бк $^{-1}$ $\times$ кг $\times$ Г $^{-1}$ *

№	Группа населения	DSR	Путь облучения
1	Жители домов, построенных на сельскохозяйственных землях, ранее удобряемых ОСВ	$7,54 \times 10^{-5}$	Внешнее облучение
2	Посетители парка, в котором ОСВ использовался для мелиорации территории	$1,68 \times 10^{-5}$	Внешнее облучение

№	Группа населения	DSR	Путь облучения
3	Жители города, расположенного вблизи сельскохозяйственных земель, ранее удобряемых ОСВ	$5,72 \times 10^{-9}$	Внешнее облучение и пероральный путь
4	Работники, осуществляющие внесение ОСВ на сельскохозяйственных землях	$1,32 \times 10^{-5}$	Внешнее облучение
5	Работники ОС, осуществляющие транспортировку, загрузку и другие работы по обращению с ОСВ	$2,49 \times 10^{-2}$	Внешнее облучение
6	Жители домов, расположенных вблизи полигонов для хранения (утилизации) ОСВ	0	Внешнее облучение
Примечание: * Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92.			

Таблица 3 – Усредненные метеоданные за 2012-2022 годы

Параметр	Значение
Среднегодовая скорость ветра на высоте выброса, м/с	2,3
Роза ветров в районе расположения радиационного объекта (ω_n)*	0,13
Повторяемость диапазона скоростей ветра (ω_k) **	0,9
Примечание: * данные предоставлены ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет); ** указано для преобладающего направления ветра (юго-западное).	

Таблица 4 – Годовое распределение категорий устойчивости

Категория	A	B	C	D	E	F	G
Повторяемость (ω_j)	0,29	1,05	1,62	2,50	0,34	2,29	1,91
Примечание: * данные предоставлены ГУ «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (Белгидромет).							

Таблица 5 – Объем вдыхаемого воздуха в единицу времени, м³/г *

Возрастная группа	Младенцы (< 1 года)	Дети 1–2 года	Дети 2–7 лет	Дети 7–12 лет	Дети 12–17 лет	Взрослые (> 17 лет)
Объем воздуха, ($U_{l, \text{год}}$)	1000	1900	3200	5200	7300	8100
Примечание: * Требования к радиационной безопасности: санитар. нормы и правила: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28 дек. 2012 г. № 213 // Радиационная гигиена: сб. норм. док. – Минск: РЦГЭиОЗ, 2013. – С. 6–34.						

Таблица 6 – Параметры для расчета максимального количество пыли, вдыхаемого работником в течение года D, кг*

Параметр	Значение
Интенсивность ингаляции для взрослого человека (I_{inh})	1,5 м ³ /ч
Количество рабочих часов в год (F)	2000 ч
Массовая доля поступающих в организм аэродисперсных частиц диаметром меньше 2,5 мкм (B)	1
Примечание: * Levels of 131I and six natural radionuclides in sludge from the sewage treatment plant of Valladolid, Spain / F. Jiménez [et al.] // Wat. Air and Soil Poll. – 2011. – Vol. 217, № 1–4. P. 515–521.	

Таблица 7 – Дозовые коэффициенты и константы радионуклидов, применяемые в расчетах ГЭД репрезентативного лица от ОСВ

Радионуклид	Период полураспада, T _{1/2} *	Излучение	Константа для расчета мощности дозы (Г), ** мкЗв × м ² × ГБк ⁻¹ × ч ⁻¹
¹³¹ I	8,1 сут	бета- и гамма-излучение	56,1
¹²³ I	13,2 ч	гамма-излучение	39,7
¹⁸ F	1,83 ч	позитронное и гамма-излучение	149
²⁰¹ Tl	3,04 сут	рентгеновское и гамма-излучение	11,7
¹¹¹ In	2,83 сут	гамма-излучение	84,15
⁶⁷ Ga	3,26 сут	гамма-излучение	20,8
¹¹ C	0,34 ч	позитронное	154
Примечание: * Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards / International Atomic Energy Agency (IAEA). – Vienna: IAEA, 2014. – 464 p. – (General Safety Requirements; Part 3); ** Wasserman, H. Air kerma rate constants for radionuclides / H. Wasserman, W. Groenewald // Eur. J. of Nucl. Med. – 1988. – Vol. 14, № 11. – P. 569–571.			

Приложение 2
к Инструкции по применению
«Метод оценки радиационной
безопасности для населения
выбросов и сбросов радиоактивных
веществ от радиационных
объектов»
(Рекомендуемое)

**ПРОГРАММНЫЕ КОДЫ, РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА
ГОДОВОЙ ЭФФЕКТИВНОЙ ДОЗЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЫБРОСОВ
И СБРОСОВ РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Для расчета ГЭД населения, обусловленных газоаэрозольными выбросами в атмосферный воздух рекомендуется использовать программный код PC-CREAM 08. Он включает в себя набор моделей и данных для проведения регулярных оценок радиационного воздействия на население непрерывных выбросов радиоактивных веществ от радиационных объектов и установок.

Для расчета ГЭД населения от обращения с ОСВ применяется компьютерный код RESRAD-ONSITE, которым предусмотрен расчет дозовых нагрузок репрезентативного лица от следующих путей воздействия радионуклидов на организм:

внешнее облучение от находящихся в почве радионуклидов;

внутреннее облучение за счет ингаляционного поступления радионуклидов;

внутреннее облучение по пищевым цепочкам: потребление растительных продуктов, выращенных на загрязненной почве, употребление молока и молочных продуктов, а также мясных изделий, от животных, выпасающийся на загрязненных территориях или с кормами, рыбы из водоемов;

употребление загрязненной питьевой воды из скважины или открытых водоемов, прилегающих к загрязненному участку;

внутреннее облучение от случайного попадания радионуклидов с частицами почвы в ЖКТ (с продуктами питания или загрязненными руками и т.п.).

Исходная информация, необходимая для расчета, включает характеристики загрязнения, свойства почвы, метеорологические, гидрологические и гидрогеологические данные, а также схему облучения объекта.

Приложение 3
к Инструкции по применению
«Метод оценки радиационной
безопасности для населения
выбросов и сбросов радиоактивных
веществ от радиационных
объектов»
(Рекомендуемое)

**РАСЧЕТ МЕДИАННОЙ ДНЕВНОЙ АКТИВНОСТИ
РАДИОНУКЛИДА В СБРОСАХ ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ
МЕДИЦИНЫ НА ОСНОВАНИИ ДАННЫХ ОБ АКТИВНОСТИ
ВВОДИМОГО ПАЦИЕНТАМ РАДИОФАРМПРЕПАРАТА И
БИОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДА ЗА ВРЕМЯ
ПРЕБЫВАНИЯ ПАЦИЕНТОВ В СТАЦИОНАРЕ**

1. Для определения значения активности радионуклидов, поступившей в сточные воды отделения ядерной медицины с мочой пациентов, проходящих стационарное лечение радиофармпреперетами используется формула (1):

$$\frac{A_{\text{вывед}}}{A_{\text{введ}}} = e^{-\lambda_{\text{phys}} \cdot t} \times \sum a_j \times (1 - e^{-\lambda_{\text{bio } i, j} \cdot t}), \quad (1)$$

где $A_{\text{вывед}}$ – активность радионуклида, выведенная из организма пациентов и поступившая в сточные воды (ХБК) за время t , Бк;

$A_{\text{введ}}$ – суммарная активность радионуклида, введенная пациентам после поступления в стационар, Бк;

λ_{phys} – скорость физического распада радионуклида, сут⁻¹;

$\lambda_{\text{bio } i, j}$ – скорость биологического выведения радионуклида на j -й фазе лечения, сут⁻¹;

a_j – доля активности на j -й фазе лечения, отн. ед.;

t – время после введения радионуклида пациентам, сут

Параметры выведения радионуклидов из организма пациента, используемые для расчета $A_{\text{вывед}}$ по формуле (1), представлены в таблице 1.

Таблица 1– Параметры выведения радионуклидов для расчета по формуле (1)

Радионуклид	λ_{phys}	a_1	$\lambda_{\text{bio } i}$	a_2	$\lambda_{\text{bio } 2}$
¹³¹ I	0,087	0,37	5,5	0,63	0,48
⁸⁹ Sr	0,014	0,33	0,69	0,37	0,1
²²³ Ra	0,06	1	0,53	-	-
¹⁷⁷ Lu	0,112	0,72	9,6	0,28	0,24
²²⁵ Ac	0,069	0,72	9,6	0,28	0,24
^{90m} Tc	2,77	0,3	33,3	0,3	8,4

2. При выполнении консервативных оценок радиационного воздействия на население ^{131}I , поступающего в систему ХБК из отделений йодной терапии, для определения значения активности радиойода в сточных водах отделения $A_{\text{вывед нед}}$ допускается использовать упрощенный расчет по формулам (2–4):

$$A_{\text{вывед гип}} = 2 \times N \times K_{\text{в гип}} \times A_{\text{введ}} \quad (2)$$

$$A_{\text{вывед щж}} = 2 \times M \times K_{\text{в щж}} \times A_{\text{введ}}, \quad (3)$$

$$A_{\text{вывед нед}} = A_{\text{вывед щж}} + A_{\text{вывед гип}}, \quad (4)$$

где $A_{\text{вывед гип}}$ – постоянная недельная активность ^{131}I в сбросах из отделения ядерной медицины, в котором еженедельно выполняется N процедур для лечения гипертиреоза с помощью ^{131}I , Бк;

$A_{\text{вывед щж}}$ – постоянная недельная активность ^{131}I в сбросах из отделения ядерной медицины, в котором еженедельно выполняется M процедур для лечения рака щитовидной железы с помощью ^{131}I , Бк;

$A_{\text{введ}}$ – средняя активность вводимого пациенту радиофармпрепарата при соответствующей радиотерапии, Бк;

$A_{\text{вывед нед}}$ – постоянная недельная активность ^{131}I в сбросах из отделения ядерной медицины, Бк;

$K_{\text{в гип}} = 0,54$ и $K_{\text{в щж}} = 0,88$ – коэффициенты выведения радиойода из организма пациента с экскрементами за время его пребывания в стационаре (5 дней), рекомендованные МКРЗ

Приложение 4
к Инструкции по применению
«Метод оценки радиационной
безопасности для населения
выбросов и сбросов радиоактивных
веществ от радиационных
объектов»
(Справочное)

**ПРИМЕР ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ
НАСЕЛЕНИЯ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ
РАДИОНУКЛИДА ^{131}I ИЗ ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ МЕДИЦИНЫ**

Известно, что в отделении ядерной медицины выполняются работы с радиофармпрепаратами ^{131}I . Радионуклид ^{131}I является короткоживущим радионуклидом, обладающим повышенной летучестью. Наличие следов молекулярной фракции ^{131}I на выходе из вентиляционной трубы отделения подтверждено результатами определения активности ^{131}I в пробах воздуха на выходе из шахты вентиляции отделения. Установлено, что концентрация радионуклидов в пробах не превышает 10^{-3} Бк/м³, а годовой выброс ^{131}I не превысит 2000 Бк/м³.

Согласно п.14 Инструкции наиболее значимым путем облучения населения при этих условиях является ингаляционное облучение, а репрезентативным лицом являются дети в возрасте 1–2 года.

Расчет ГЭД облучения репрезентативного лица по ингаляционному пути на расстоянии x от источника в направлении ветра n -го румба проводится в соответствии с формулой (1) Инструкции:

$$E_{i,l}^{\text{инг}}(x, n) = \frac{U_l \times Q_r \times \varepsilon_{\text{инг},l}^r \times \bar{G}_{i,n}^r(x)}{3,15 \times 10^7},$$

где U_l – объем вдыхаемого воздуха в единицу времени для лица из населения возраста l , м³/с, определяемый путем пересчета из годового объема вдыхаемого воздуха U_l в год (м³/г) для лица возраста l (таблица 5 приложения 1 к Инструкции);

Q_r – годовой выброс радионуклида r , Бк/ м³;

$\varepsilon_{\text{инг},l}^r$ – коэффициент дозового преобразования при ингаляции радионуклида r лицом из населения возраста l , Зв/Бк, значения которого представлены в таблице 1 приложения 1 к Инструкции;

$3,15 \times 10^7$ – количество секунд в году, с.

$\bar{G}_{i,n}^r(x)$ – среднегодовой метеорологический фактор разбавления в приземном слое атмосферы для радионуклида r на расстоянии x от i -го источника в направлении ветра n -го румба, определяемый по формуле (2) Инструкции:

$$G_{i,n} = \frac{2}{(2\pi)^{3/2}} \frac{\varepsilon_n}{1.652 \cdot H_g \cdot u \cdot x},$$

где u – среднегодовая скорость ветра на высоте выброса, м/с;

x – расстояние от источника, м;

ε_n – вытянутость розы ветров в направлении n ;

Параметры истощения и влияния подъема струи не учитываются.

Для расчета используем значение объема воздуха (U_l) для репрезентативного лица (дети 1-2 года), равное 1900 м³/г. в соответствии с таблицей 5 приложения 1 к Инструкции.

Значение коэффициента дозового преобразования используем из таблицы 1 приложения 1 к Инструкции, для детей 1-2 года.

Вытянутость розы ветров в направлении n рассчитывается по формуле (3) Инструкции:

$$\varepsilon_n = N \times \sum_j \times \sum_k \times \omega_{n,j,k},$$

где $\omega_{n,j,k}$ — частота события, заключающегося в совместной реализации n -го направления ветра; j -й категории устойчивости атмосферы и k -го диапазона скоростей ветра.

Для оценочных расчетов нет необходимости рассчитывать среднегодовой метеорологический фактор разбавления по всем направления. Выбираем преобладающее юго-западное направление.

Коэффициенты ω_n , ω_j , ω_k , а также среднегодовую скорость ветра определяем из таблиц 3, 4 приложения 1 к Инструкции. Выбираем категорию устойчивости D , которая равна 2,5.

$$\varepsilon_n = 0,13 \times 2,5 \times 0,9 = 0,29,$$

Далее рассчитываем среднегодовой метеорологический фактор разбавления, для чего принимаем расстояние от источника 500 м, высоту выброса 10 м, среднегодовую скорость ветра 2,3 м/с:

$$G_{i,n} = \frac{2}{(2\pi)^{3/2}} \frac{\varepsilon_n}{1.652 \cdot H_g \cdot u \cdot x},$$

$$G_{i,n} = \frac{2}{(2 \times 3,14)^{3/2}} \frac{0,29}{1.652 \times 10 \times 2,3 \times 500} = 1,9 \times 10^{-6} \text{ с/м}^3,$$

Тогда ГЭД облучения репрезентативного лица составит:

$$E_{i,l}^{\text{инг}}(x,n) = \frac{1900 \times 2000 \times 7,2 \times 10^{-8} \times 1,9 \times 10^{-6}}{3,15 \times 10^7} = 1,7 \times 10^{-14} \text{ Зв/г.}$$

Вывод: согласно результатам оценки радиационной безопасности выбросов отделения ядерной медицины ГЭД для населения составляет $1,7 \times 10^{-14}$ Зв/год, или $1,7 \times 10^{-8}$ мкЗв/г что намного ниже 10 мкЗв/г – дозы облучения, соответствующей пренебрежимо малому риску от радиационного воздействия для населения. При таких рисках никаких дополнительных мер для радиационной защиты населения (установление предельно допустимых выбросов граничной дозы, санитарно-защитной зоны) не требуется.

Приложение 5
к Инструкции по применению
«Метод оценки радиационной
безопасности для населения
выбросов и сбросов радиоактивных
веществ от радиационных
объектов»
(Справочное)

**ПРИМЕР ОЦЕНКИ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ
НАСЕЛЕНИЯ СБРОСОВ ^{131}I В ХБК ИЗ ОТДЕЛЕНИЯ ЯДЕРНОЙ
МЕДИЦИНЫ**

Известно, что сточные воды отделения ядерной медицины в систему ХБК имеют повышенный уровень радиоактивного загрязнения изотопом ^{131}I , поскольку в них выпускаются экскременты и другие отходы жизнедеятельности пациентов, проходящих стационарное лечение радиофармпрепаратами ^{131}I . Радионуклид ^{131}I является короткоживущим радионуклидом с периодом полураспада 8 сут.

Согласно п. 16 Инструкции наиболее значимым источником облучения населения при этих условиях является ОСВ, образующийся на станции ОС при переработке загрязненных радиойодом сточных вод, а репрезентативным лицом для оценки опасности сбросов на население является работник станции ОС, выполняющий обращение с ОСВ.

В соответствии с п.25 Инструкции ГЭД облучения работника ОС от сбросов радионуклидов в систему ХБК следует рассчитывать для двух основных путей облучения:

внутреннее облучение от ингаляционного поступления в организм радионуклидов, присутствующих в воздухе из-за пылеобразования от ОСВ;
внешнее облучение от радионуклидов, присутствующих в ОСВ.

1. Расчет ожидаемой ГЭД работника ОС от ингаляционного поступления ^{131}I из-за пылеобразования от ОСВ

Расчет ожидаемой ГЭД работника ОС от ингаляционного поступления ^{131}I осуществляется без учёта использования работником средств индивидуальной защиты органов дыхания в соответствии с формулами (5, 6) Инструкции:

$$E_{inh} = \varepsilon_{инг,l}^r \times A_{inh}$$
$$A_{inh} = A_{sp\ sludge} \times D$$

где A_{inh} – активность радионуклида, поступившего в организм работника ингаляционным путем в течение года, Бк;

$A_{sp\ sludge}$ – удельная активность радионуклида в ОСВ, Бк/кг;

$\varepsilon_{\text{инг},l}^r$ – дозовый коэффициент, равный ожидаемой эффективной дозе, обусловленной ингаляционным поступлением 1 Бк радионуклида r в организм человека возраста l , Зв/Бк, значения которого представлены в таблице 1 приложения 1 к Инструкции; используем ($\varepsilon_{\text{инг},l}^r$) для радионуклида ^{131}I и категории «взрослые» – $7,4 \times 10^{-9}$ Зв/Бк.

D – максимальное количество пыли (кг), вдыхаемое одним рабочим в течение года, рассчитывается по формуле (7) Инструкции:

$$D = C \times I \times F \times V$$

где C – концентрация пыли в воздухе, кг/м³;

I – интенсивность ингаляции взрослого работника, м³/ч;

F – количество рабочих часов, ч;

V – массовая доля поступающих в организм аэродисперсных частиц (диаметром меньше 2,5 мкм). концентрация пыли в воздухе (C) принимается равной 10 мг/м³.

Для консервативных оценок и при отсутствии экспериментальных данных значение концентрация пыли в воздухе C принимается равным предельно допустимому содержанию аэрозолей четвертого класса опасности в воздухе рабочей зоны – 10 мг/м³.

Значения параметров интенсивности ингаляции взрослого работника (I), количества рабочих часов (F), массовой доли поступающих в организм аэродисперсных частиц (V) используем согласно таблицы 6 приложения 1 к Инструкции. Тогда:

$$D = 1 \times 10^{-5} \times 1,5 \times 2000 = 3 \times 10^{-2} \text{ кг} \times \text{год}^{-1}$$

Удельная активность радионуклида в ОСВ ($A_{sp \text{ sludge}}$) определяется экспериментально, для примера расчета используем максимальную из экспериментально полученных медианну 4,6 Бк/кг.

$$E_{inh} = 1,10 \times 10^{-8} \times 4,6 \times 3 \times 10^{-2} = 1,5 \times 10^{-9} \text{ Зв/год}$$

Вывод: Ожидаемая эффективная дозы облучения работника ОС от ингаляционного поступления ^{131}I из-за пылеобразования от ОСВ составляет $1,5 \times 10^{-9}$ Зв/год или $1,5 \times 10^{-3}$ мкЗв/год, что значительно ниже дозы облучения, соответствующей пренебрежимо малому риску от радиационного воздействия для населения, таким образом, облучение работника ОС этим путем никакой опасности не представляет.

2. Расчет ГЭД работника ОС от внешнего облучения ОСВ

ГЭД работника ОС от внешнего облучения присутствующими в ОСВ радионуклидами ^{131}I (E_{ext}), рассчитывается по формулам (8, 9) Инструкции:

$$E_{ext} = \frac{\Gamma \times A_{sludge}}{R^2} \times F$$

$$A_{sludge} = A_{sp\ sludge} \times m$$

где A_{sludge} – активность радионуклида в ОСВ, ГБк;

$A_{sp\ sludge}$ – удельная активность радионуклида в ОСВ, определяемая экспериментально посредством отбора и измерения проб ОСВ. Для примера расчета принимаем значение $A_{sp\ sludge}$ равным 5 Бк/кг);

m – медианная годовая величина массы ОСВ, образующегося на ОС в течение дня, принимаем эту величину равной 700 тонн;

R – расстояние в метрах между источником облучения (контейнером с осадком) и работником;

Γ – константа, $\text{мкЗв} \times \text{м}^2 \times \text{ГБк}^{-1} \times \text{ч}^{-1}$, которая определяет мощность эффективной дозы внешнего облучения работника ОС, находящегося на расстоянии 1 м от ОСВ, в котором активность радионуклида (A_{sludge}) равна 1 ГБк. Значения константы Γ для ^{131}I согласно таблице 7 приложения 1 к Инструкции равно $56,1 \text{ мкЗв} \times \text{м}^2 \times \text{ГБк}^{-1} \times \text{ч}^{-1}$.

Для примера используем время облучения работника равным $F = 2000$ часов в год, расстояние между резервуаром с ОСВ и работником – 2 м.

Тогда ГЭД от внешнего облучения работника ОС составит:

$$E_{ext} = \frac{56,1 \times 5 \times 7 \times 10^5}{4} \times 2 \times 10^3 = 98 \text{ мкЗв/год}$$

Вывод: согласно результатам оценки радиационной безопасности сбросов ^{131}I из отделения ядерной медицины для населения обусловленная сбросами ГЭД населения составляет 0,098 мЗв/год (98 мкЗв/год), что намного ниже установленного предела дозы облучения для населения (1 мЗв/год), однако превышает критерий – минимально значимую дозу 10 мкЗв в год и требуется введение мер по радиационной защите населения, а именно установление граничной дозы облучения населения и предельно допустимого сброса ^{131}I в ХБК. МАГАТЭ рекомендует значение граничной дозы для населения от радиационных объектов устанавливать не более 0,3 мЗв/год, однако должно определяться надзорным органом на основании данных о радиационном объекте. По результатам оценки дополнительных мер для радиационной защиты населения не требуется.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Prospective radiological environmental impact assessment for facilities and activities [Electronic resource]: gen. safety guide. – Mode of access: https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1819_web.pdf. – Date of access: 01.10.2024.
2. Отбор проб атмосферного воздуха: СТБ 1058-2016 (взамен СТБ 1058-98). – введ. 01.07.17. – Минск: Госстандарт, 2017. – II, 3 с.
3. Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов на гамма-спектрометрах с полупроводниковыми детекторами: МВИ.МН 3421-2010. - Минск, 2010. - 15 с.
4. Гигиенический норматив «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11 октября 2017 г. № 92.
5. ISCORS assessment of radioactivity in sewage sludge: modelling to assess radiation doses [Electronic resource]. – Mode of access: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-05/documents/832-r-03-002a.pdf>. – Date of access: 24.05.2024.

** При пользовании настоящей инструкцией по применению целесообразно проверить действие ссылочных документов. Если ссылочный документ заменен (изменен), то при пользовании настоящей инструкцией по применению следует руководствоваться заменяющим (измененным) документом. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.*