



Опыт разработки и апробации показателей качества окружающей среды для оценки радиационной обстановки в районах расположения ЯРОО

Крышев И.И.

**ФГБУ «НПО «Тайфун»
Обнинск, Россия**

65 лет Первой в мире АЭС (Обнинск, 25 июня 2019 г.)



Актуальность проблемы обеспечения радиационной безопасности ОС

Основы государственной политики в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу (утв. Указом Президента Российской Федерации от 13.10.2018 № 585).

Ключевые направления и задачи

- Повышение национальных и международных требований к обеспечению ядерной и радиационной безопасности **и охраны окружающей среды** (п. 9г).
- Обеспечение соответствующей современным требованиям защиты населения **и окружающей среды** от радиационного воздействия (п. 11г).
- Совершенствование механизмов оценки радиационного воздействия **на природные и природно-антропогенные объекты** (п. 12е).
- Совершенствование нормативно-правовой базы в области обеспечения ядерной и радиационной безопасности.... **с учетом стандартов и рекомендаций международных организаций** в области использования атомной энергии (п. 13в).
- Совершенствование **системы нормирования** выбросов и сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду (п. 13у).



Актуальность проблемы обеспечения радиационной безопасности ОС

Положение о разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды

(утверждено Постановлением Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 № 149)

7. Нормативы качества **по показателям уровней радиоактивности** устанавливаются в отношении радионуклидов, содержащихся в поверхностных водах и донных отложениях водных объектов, почвах (землях), атмосферном воздухе и включенных в перечень загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 июля 2015 г. № 1316-р.
8. Нормативы качества по показателям уровней радиоактивности устанавливаются на уровне значений **предельных концентраций радионуклидов**, при соблюдении которых **обеспечивается устойчивое функционирование естественных экологических систем** и сохраняется биологическое разнообразие.



Требования к радиационной безопасности окружающей среды в РФ

В соответствии с **Федеральным законом об охране окружающей среды №7-ФЗ** (статьи 1, 23) при соблюдении нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду должны обеспечиваться условия сохранения **благоприятной окружающей среды**, достаточные для устойчивого функционирования **естественных экологических систем**, природных и природно-антропогенных объектов, а также сохранения биологического разнообразия.

Методика разработки и установления **нормативов предельно допустимых выбросов** радиоактивных веществ в атмосферный воздух (утв. Приказом Ростехнадзора № 639 от 07.11.2012)

Методика разработки **нормативов допустимых сбросов** радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей (утв. Приказом Ростехнадзора № 551 от 22.12.2016)

Рекомендации Росгидромета Р 52.18.820-2015. Оценка радиационно-экологического воздействия на природные объекты **по данным мониторинга** радиационной обстановки



Рекомендации международных организаций в области радиационной безопасности ОС

В соответствии с современными Международными основными нормами безопасности (**ОНБ-2014**), всегда необходимо **подтверждать** (а не исходить из предположения), что окружающая среда защищена от воздействия радиоактивных загрязнителей.

За последние 20 лет **МАГАТЭ, МКРЗ, НКДАР ООН** и другими авторитетными международными организациями выполнен очень большой объем исследований по разработке методологии и научному обоснованию радиационной безопасности окружающей среды (*IAEA, 2011, 2014; ICRP, 2007, 2009, 2014; UN, 2011*).

Методология ограничения радиационного воздействия на биоту основана на **постулате порогового действия ионизирующего излучения для детерминированных радиационных эффектов**, подтвержденного многочисленными экспериментальными данными. Для биоты детерминированными эффектами являются: статистически значимое повышение заболеваемости, ухудшение репродукции и сокращение продолжительности жизни.

Volume 38 Nos. 4-6 2008

ISSN 0146-6453
ISBN 978-0-444-52934-3

ICRP

Annals of the ICRP

ICRP Publication 108

Environmental Protection:
the Concept and Use of
Reference Animals and Plants



Volume 39 No. 6 2009

ISSN 0146-6453
ISBN 978-1-4557-2708-7

ICRP

Annals of the ICRP

ICRP Publication 114

Environmental Protection: Transfer
of Radionuclides from Reference
Animals and Plants to Humans



Volume 43 No. 1 2014

ISSN 0146-6453
ISBN 978144296141

ICRP

Annals of the ICRP

ICRP Publication 124

Protection of the Environment and
Different Exposure Situations



Volume 46 No. 2 2017

ISSN 0146-6453
ISBN 9781526439086

ICRP

Annals of the ICRP

ICRP Publication 136

Dose Coefficients for Non-human Biota
Environmentally Exposed to Radiation





Рекомендации международных организаций в области радиационной безопасности ОС

МКРЗ рассматривает следующие уровни облучения природной биоты в качестве **безопасных уровней облучения биоты (БУОБ)**:

- **1 мГр/сут** для млекопитающих, позвоночных животных и сосны обыкновенной;
- **10 мГр/сут** для растений (кроме сосны) и беспозвоночных животных.

В качестве **критерия сохранения благоприятной окружающей среды и обеспечения радиозэкологической безопасности** используется консервативное условие непревышения БУОБ для наиболее чувствительного из представительных объектов биоты.



Адаптация рекомендаций международных организаций для целей определения показателей качества окружающей среды по радиационному фактору в РФ

В качестве показателя качества ОС по радиационному фактору прямой расчет уровней облучения биоты слишком сложен и не удобен.

Для целей регулирования выбросов и сбросов ЯРОО, а также для корректной интерпретации данных мониторинга целесообразно использовать **производные величины**, а именно **контрольные уровни содержания радионуклидов в объектах окружающей среды**, которые могут быть непосредственно сопоставлены с данными измерений.



Контрольные концентрации радионуклидов, не превышение которых обеспечивает радиационную безопасность природной биоты должны быть установлены для основных компонент окружающей среды – **природных вод (морских и пресных), почв, воздуха.**

Пример. Контрольная концентрация радионуклида в почве устанавливается следующим образом:

Удельная активность (Бк/кг), создающая хроническое облучение природной биоты, равно **пороговому значению** для критического вида представительных организмов, обитающих в наземной экосистеме.



Опыт НПО «Тайфун» по разработке показателей качества окружающей среды по радиационному фактору

НПО «Тайфун» (г. Обнинск), является лидирующим учреждением Росгидромета в области радиационного мониторинга окружающей среды.

Специалистами **Института проблем мониторинга НПО «Тайфун»**, была сформулирована методология определения контрольных концентраций радионуклидов в объектах ОС в качестве показателей качества по радиационному фактору.

Начиная с 2015 г., Росгидромет ввел в действие ряд методических рекомендаций, разработанных ИПМ НПО «Тайфун», **по оценке радиационной безопасности окружающей среды** на основе данных радиационного мониторинга и по **расчету контрольных концентраций радионуклидов** в морских и пресных водах, почвах, донных отложениях.



Рекомендации Росгидромета по оценке радиационной безопасности окружающей среды

Рекомендации Р 52.18.820-2015

Оценка радиационно-экологического воздействия на объекты природной среды по данным мониторинга радиационной обстановки

Р 52.18.852-2016

Порядок расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в морских водах

Р 52.18.853-2016

Порядок расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в пресной воде и почве

Р 52.18.873-2018

Р52.18.876-2019

Порядок расчета контрольных уровней содержания радионуклидов в донных отложениях ...



МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

РЕКОМЕНДАЦИИ

Р
52.18.820—
2015

**Оценка радиационно-экологического воздействия
на объекты природной среды по данным
мониторинга радиационной обстановки**

Обнинск
2015

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

РЕКОМЕНДАЦИИ

Р
52.18.852—
2016

**Порядок расчёта контрольных уровней содержания
радионуклидов в морских водах**

Обнинск
2016

3

Р 52.18.853–2016

МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

РЕКОМЕНДАЦИИ

Р
52.18.853—
2016

**Порядок расчёта контрольных уровней содержания
радионуклидов в пресной воде и почве**

Обнинск
2016

29



Пример: определение контрольных концентраций радионуклидов в морской воде

Особенность: для морской воды в принципе **отсутствуют критерии качества** по радиационному фактору.

Поэтому контрольные уровни содержания радионуклидов в морских водах рассчитаны с учетом двух критериев: **радиационно-гигиенического** и **радиационно-экологического**, обеспечивающего сохранение благоприятной окружающей среды.

В качестве **радиационно-гигиенического критерия** используется ограничение дозы облучения критической группы населения от потребления морской рыбы и морепродуктов, которая не должна превышать **10 %** от допустимого предела дозы для населения по НРБ-99/2009.



Пример: определение контрольных концентраций радионуклидов в морской воде

В качестве **радиационно-экологического критерия** при расчете контрольных уровней содержания радионуклидов в морских водах принимается, что доза хронического облучения морской биоты не должна превышать безопасные уровни:

для морских позвоночных животных **1 мГр/сут**;
для морских беспозвоночных животных и водных растений **10 мГр/сут**.

Учитывается как внутреннее облучение морской биоты от накопленных радионуклидов, так и внешнее от радионуклидов, содержащихся в морской воде и донных отложениях (верхний слой 10 см).



Пример: определение контрольных концентраций радионуклидов в морской воде

В качестве **контрольной концентрации содержания радионуклидов в морской воде** выбрана минимальная из рассчитанных по радиационно-гигиеническому и радиационно-экологическому критериям, Бк/л.

При наличии в воде участка моря смеси радионуклидов должно выполняться условие

$$\sum_i \frac{A_{v,i}}{A_{i,min}} \leq 1$$

где $A_{v,i}$ - объемная активность i -го радионуклида в морской воде, Бк/л; $A_{i,min}$ - контрольная концентрация i -го радионуклида в морской воде, Бк/л.

Выполнение такого соотношения обеспечивает как радиационно-гигиеническую, так и радиационно-экологическую безопасность.



Контрольные концентрации радионуклидов в морской воде по гигиеническим и экологическим критериям, Бк/л

Нуклид	Гигиенический критерий	Экологический критерий	Контрольная концентрация
H-3	8,68E+04	1,24E+07	8,68E+04
C-14	1,37E-01	7,07E+01	1,37E-01
Co-60	6,26E-01	2,10E-01	2,10E-01
Zn-65	1,16E-01	3,77E+00	1,16E-01
Sr-90	1,68E+01	2,00E+04	1,68E+01
Zr-95	6,27E+01	1,05E-01	1,05E-01
Ru-106	1,87E+01	9,31E+00	9,31E+00
I-131	8,04E+00	4,09E+02	8,04E+00
Cs-137	1,22E+00	6,64E+01	1,22E+00
Ce-144	1,94E+00	2,48E-01	2,48E-01
Pu-239	6,13E-02	3,42E+01	6,13E-02
Am-241	5,68E-02	3,33E+00	5,68E-02



Апробация разработанного подхода для оценки радиационной безопасности ОС в районах расположения ЯРОО

Для **АЭС России** при нормальной эксплуатации не было обнаружено **ни одной ситуации превышения** контрольных концентраций радионуклидов в объектах ОС, как по данным мониторинга, так и при расчетных оценках.

Для предприятий уранодобывающей промышленности и радиохимических предприятий, уровни облучения биоты **могут быть выше скрининговых** (10 % от пороговых значений), однако **не превышают пороговые** для детерминированных радиационных эффектов облучения природной биоты.



Уровни облучения биоты вблизи рудника 6 ППГХО

Доза внутреннего облучения биоты значительно выше внешнего облучения.

Существенный вклад Rn-222 в дозу облучения млекопитающих.

Дозы облучения биоты не достигают пороговых уровней облучения (1 мГр/сут), выше которых при хроническом облучении могут развиваться радиационные эффекты.

Организм	Доза, мГр/сут
Мышь-полевка	0,018
Сурок-тарбаган	0,124
Дождевой червь	0,007
Трава	0,023



Уровни облучения природной биоты в районах ЯРОО (отношения мощности дозы к безопасным уровням облучения биоты)

ЯРОО	Наземная биота	Водная биота
Белоярская АЭС (2000-2018)	$6 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-4} - 2 \cdot 10^{-2}$
Ленинградская АЭС (2000-2018)	$8 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-4}$	$6 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-4}$
Нововоронежская АЭС (2000-2018)	$1 \cdot 10^{-7} - 5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-6} - 4 \cdot 10^{-5}$
Сибирский химический комбинат 2000 – 2008 гг. 2009 – 2018 гг.	$1 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 10^{-4}$	$4 \cdot 10^{-3} - 2 \cdot 10^{-1}$ $1 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-4}$
Горно-химический комбинат 2000 – 2010 гг. 2011 – 2018 гг.	$1 \cdot 10^{-5} - 6 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-4}$	$8 \cdot 10^{-4} - 6 \cdot 10^{-3}$ $1 \cdot 10^{-4} - 4 \cdot 10^{-4}$
Приаргунское ПГХО (2000-2018)	$4 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1} - 6 \cdot 10^{-1}$



Заключение

К настоящему времени научным сообществом **разработаны** основы оценки радиационного воздействия на окружающую среду, международный опыт исследований обобщен в публикациях НКДАР ООН, МКРЗ и МАГАТЭ.

В качестве **показателей качества окружающей среды** по радиационному фактору специалисты НПО «Тайфун» предлагают использовать **контрольные концентрации радионуклидов** в компонентах окружающей среды.

НПО «Тайфун» разработаны методические рекомендации Росгидромета по оценке радиационной безопасности окружающей среды **на основе экологических критериев** с использованием **данных радиационного мониторинга** окружающей среды.



Заключение

С целью выполнения Постановления Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 предлагается использовать многолетний опыт исследований и разработки НПО «Тайфун»

для определения **предельных концентраций радионуклидов в поверхностных водах и донных отложениях водных объектов, почвах, атмосферном воздухе**, при соблюдении которых сохраняется благоприятная окружающая среда.

Эти значения могут использоваться как нормативы качества окружающей среды по показателям уровней радиоактивности.



**65 лет Первой в мире АЭС
(Обнинск, 25 июня 2019 г.)**

Спасибо за внимание!