

*РЪКОВОДСТВА
ЗА БЕЗОПАСНОСТ
ПО ПРИЛАГАНЕ НА
НОРМАТИВНИТЕ ИЗИСКВАНИЯ*

РЪКОВОДСТВО

**ЗА ОЦЕНКА НА ОБЛЪЧВАНЕТО И КРИТЕРИИ ЗА
ОПЕРАТИВЕН КОНТРОЛ ПРИ ДОСТАВКА В СТРАНАТА
НА СУРОВИНИ, СТОКИ И ДРУГИ МАТЕРИАЛИ С
ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ
РАДИОНУКЛИДИ**

PP - 26/2025



**АГЕНЦИЯ ЗА ЯДРЕНО РЕГУЛИРАНЕ
BULGARIAN NUCLEAR REGULATORY AGENCY**



СЪДЪРЖАНИЕ

1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
2. НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ И МЕРКИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА ПРИ ДЕЙНОСТИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ	3
3. ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНИ ДОЗИ ПРИ ДЕЙНОСТИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ	9
4. СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕНИ ДЕЙНОСТИ, ПРЕВОЗ, ПУСКАНЕ НА ПАЗАРА И УПРАВЛЕНИЕ НА ПРОИЗВОДСТВЕНИ ОТПАДЪЦИ, СВЪРЗАНИ СЪС СУРОВИНИ И МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ. ОПЕРАТИВЕН КОНТРОЛ	17
5. СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ И КРИТЕРИИ ПРИ ПРЕВОЗ, ВНОС И ИЗНОС НА СУРОВИНИ И МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ.....	25
ПРИЛОЖЕНИЕ № 1	29
ПРИЛОЖЕНИЕ № 2	33
ПРИЛОЖЕНИЕ № 3	44
ПРИЛОЖЕНИЕ № 4	53
ПРИЛОЖЕНИЕ № 5	55
ПРИЛОЖЕНИЕ № 6	66



1. ОБЩИ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Ръководството е предназначено за предприятия, които извършват дейности, свързани с внос, износ, превоз, съхраняване и пускане на пазара на стоки с повишено съдържание на естествени радионуклиди, включително производствени дейности и управлението на материали, произхождащи от тези дейности, подлежащи на регулиране по Закона за безопасно използване на ядрената енергия (ЗБИЯЕ).

1.2. Целта на ръководството е да се представи по подходящ начин уведомителния и разрешителния режим по ЗБИЯЕ за дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и да се дадат конкретни указания и препоръки на предприятията и други заинтересовани лица за ефективно прилагане на нормативните изисквания за безопасност, ограничаване на облъчването и контрол при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, базирайки се на Наредбата за радиационна защита.

1.3. В ръководството се съдържат методически указания за оценка на ефективните дози на работници и лица от населението при осъществяване на дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, като са взети предвид публикациите на Европейския съюз и препоръките на Международната комисия по радиационна защита (МКРЗ) и Международната агенция по атомна енергия (МААЕ) в тази област.

1.4. В ръководство са взети предвид най-разпространените естествени радиоактивни вещества, съдържащи предимно радионуклиди от семействата на уран-238 и торий-232, както и калий-40, които имат най-съществен принос в облъчването на хората от естествени радиоактивни източници.

1.5. Ръководство не се отнася за дейности, свързани с:

- добив и преработка на уранова руда;
- добив и предлагане на минерални води на пазара;
- експлоатация на радонови бани;
- използване на естествени радионуклиди и техните съединения като радиоактивни източници.

1.6. Ръководството е подходящо за ползване от служители във ведомства и организации, чиито дейности са свързани с осъществяване на контрол при внос, износ, превоз, съхраняване и пускане на пазара на стоки с повишено съдържание на естествени радионуклиди, включително производствени дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и управлението на материали, произхождащи от тези дейности. Ръководството може да се ползва от служителите в граничните контролно-пропускателни пунктове на страната.

2. НОРМАТИВНИ ИЗИСКВАНИЯ И МЕРКИ ЗА ОСИГУРЯВАНЕ НА РАДИАЦИОННА ЗАЩИТА ПРИ ДЕЙНОСТИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната
на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени
радионуклиди

2.1. Регулирането на дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, които не могат да бъдат пренебрегнати от гледна точка на радиационната защита, се основава на степенувания подход и включва:

- прилагане на уведомителен режим;
- прилагане на разрешителен режим (издаване на лицензии и разрешения).

2.2. На регулиране по ЗБИЯЕ подлежат обосновани дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, които включват:

- внос и износ на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, включително потребителски стоки;
- производство на потребителски стоки, съдържащи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, посочени в Приложение № 1;
- производство, обработване, складиране и превозване на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, свързани с промишлените отрасли, посочени конкретно в точка 4 на Приложение № 2;
- депониране и рециклиране на остатъчни материали, посочени конкретно в точка 6 на Приложение № 2;
- ремонт и депониране на технологично оборудване, замърсено от наслагване и сорбция на естествени радионуклиди.

2.3. Дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се извършват от юридически или физически лица след подаване на уведомление по чл. 56, ал. 2, т. 1 от ЗБИЯЕ или след получаване на съответната лицензия или разрешение за дейности, посочени в точка 2.14.

2.4. Лицата, които осъществяват дейности, подлежащи на уведомление, са длъжни да спазват приложимите за съответните дейности изисквания за радиационна защита и да извършват анализи, оценки и измервания, като уведомяват за това председателя на АЯР.

2.5. Отговорността за осигуряване на радиационната защита при осъществяване на дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се носи в пълен обем от лицето по т. 2.3 и не може да бъде прехвърляна на друго лице.

2.6. При освобождаване от регулиране на дейности и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се прилагат дозовите критерии и нивата по специфична активност и активност, определени съгласно Наредбата за радиационна защита - Глава пета „Освобождаване от регулиране“.

2.7. Материал с повишено съдържание на естествени радионуклиди може да бъде освободен от регулиране безусловно, когато е доказано, че специфичната активност на всеки един от съдържащите се в него естествени радионуклиди не надвишава 1 000 Bq/kg за семействата на U-238 и Th-232 и 10 000 Bq/kg за K-40. При надвишаване на тези стойности материалът, съдържащ естествени радионуклиди в равновесие със своите дъщерни продукти, може да бъде освободен от регулиране условно, ако очакваната ефективна доза за лице от населението, в резултат на последваща дейност с този



РЪКОВОДСТВО за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

материал, е от порядъка на 1 mSv или по-малко за период от една година, като се вземат под внимание всички възможни пътища на облъчване.

2.8. Остатъчни материали от дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди могат да бъдат използвани под формата на торове, добавки в строителни материали или в почви, като се спазват приложимите за всеки конкретен случай изисквания на Наредбата за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и Наредба № 25 за изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди.

2.9. За осигуряване на радиационна защита, контрол и ограничаване на облъчването при дейности по производство, обработване, складиране, превозване или съхраняване на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, както и при депониране, рециклиране или третиране на остатъчни материали и технологично оборудване, се прилагат съответните изисквания на Наредбата за радиационна защита и Наредбата за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Предприятията, които извършват такива дейности, са длъжни да уведомяват председателя на АЯР и да подават уведомление по образец, публикуван на интернет-страницата на агенцията.

2.10. С уведомлението за дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, предприятието представя в Агенцията за ядрено регулиране документ, удостоверяващ съответствието на дейността с приложимите за нея изисквания и критерии съгласно Наредбата за радиационна защита и съдържащ:

- обосновка и описание на дейността, технологията, количествата и видовете материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, използвани за дейността или получавани при осъществяване на тази дейност;
- оценка на очакваните дози от външно и вътрешно облъчване на работници и лица от населението, въз основа на резултати от измервания на специфичната активност на материалите с повишено съдържание на естествени радионуклиди, използвани за дейността или получени от нея, и на резултати от измервания на мощността на амбиентния дозов еквивалент на работните места и помещения в съответното предприятие.

2.11. При извършване на дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди в промишлените отрасли, посочени в Приложение № 2, следва се отчитат взаимовръзките между различните операции от технологичния процес с оглед прилагане на принципа за оптимизиране на радиационната защита.

2.12. Оценки на очакваните дози от външно и вътрешно облъчване на работници и лица от населението в резултат на дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се извършват от квалифицирани експерти по радиационна защита. Измервания и оценки на специфичната активност на материали с повишено



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната
на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени
радионуклиди

съдържание на естествени радионуклиди се извършват от акредитирани лаборатории за изпитвания или органи за контрол.

2.13. Предприятие, което възнамерява да прекрати определена дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди в промишлените отрасли, посочени в Приложение № 2, уведомява за това председателя на АЯР един месец преди прекратяването на дейността.

2.14. Разрешителен режим по ЗБИЯЕ се прилага за следните дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, за които се изисква лицензия или разрешение:

- превоз на територията на страната;
- внос и износ;
- внос или производство на потребителски стоки, в които преднамерено и целенасочено са добавени радиоактивни вещества.

2.15. При превоз на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се изисква лицензия по чл. 15, ал. 3, т. 5 или разрешение по чл. 15, ал. 4, т. 13 и т. 17 от ЗБИЯЕ, когато специфичната активност на товара надвишава:

- 10 000 Bq/kg за радионуклидите от семейството на U-238 и семейството на Th-232;
- 100 000 Bq/kg за естествения радионуклид K-40.

2.16. Не се изисква отделна лицензия или разрешение за превоз на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди на територията на предприятие, което е включено в публичния регистър за извършване на дейност, подлежаща на уведомителен режим.

2.17. Председателят на АЯР определя с лицензията или разрешението по ЗБИЯЕ условията за безопасност при превоз на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, съобразно с изискванията на Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества.

2.18. При внос и износ на големи количества материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди (над 1 000 kg) от страна или за страна, която не е държава-членка на Европейския съюз, се изисква разрешение по чл. 15, ал. 4, т. 14 от ЗБИЯЕ, когато специфичната активност на тези материали надвишава:

- 1000 Bq/kg за радионуклидите от семейството на U-238 и семейството на Th-232;
- 10000 Bq/kg за естествения радионуклид K-40.

2.19. Преди внос на потребителски стоки, които съдържат материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и чието използване може да доведе до нов клас или вид дейност, вносителят предоставя на председателя на АЯР и на министъра на здравеопазването информацията, посочена в чл. 28 на Наредбата за радиационна защита.



Вносът на такава стока може да бъде забранен за всеки отделен случай от министъра на здравеопазването, съгласувано с председателя на АЯР.

2.20. За производство на потребителски стоки, в които преднамерено и целенасочено са добавени радиоактивни вещества, се изисква лицензия по чл. 15, ал. 3, т. 4 от ЗБИЯЕ.

2.21. Не се разрешава внос и износ на играчки, бижута, козметични продукти и фуражи, в които са добавени радиоактивни вещества, както и на активирани материали, използвани за производство на играчки и бижута.

2.22. Границата на индивидуалната ефективна доза за лица, работещи с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, е 20 mSv за период от една година, като се спазват границите за еквивалентните дози 20 mSv за очна леща и 500 mSv за кожа, ръце и стъпала.

2.23. За целите на оптимизацията на радиационната защита дозовото ограничение за лица, работещи с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, е 6 mSv за период от една година.

2.24. За дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, при които са възможни течни и газообразни емисии в околната среда, ефективната доза за което и да е лице от населението не трябва да надвишава 0,3 mSv за период от една година.

2.25. Мерки за оптимизиране на радиационната защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се предприемат винаги, когато:

- ефективната доза за което и да е лице от населението, дължаща се на емисии в околната среда, е по-голяма от 0,01 mSv за една година;
- индивидуалната ефективна доза за лица, работещи с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди е по-голяма от 6 mSv за една година при производствени условия.

2.26. Мерките за радиационна защита се определят от председателя на АЯР, съгласувано с министъра на здравеопазването, съгласно Наредбата за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

2.27. При надвишаване на дозовите ограничения за лица, работещи с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, предприятията, които извършват дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, уведомяват председателя на АЯР и министъра на здравеопазването и представят доклади от разследване на обстоятелствата и причините за всеки случай, при който лице, работещо с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, получи ефективна доза над 6 mSv през дадена година.

2.28. Председателят на АЯР и министърът на здравеопазването разследват обстоятелствата и причините и предписват коригиращи мерки за всеки случай, при който лице, работещо с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, получи ефективна доза над 20 mSv през дадена година.



2.29. Дейностите с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди подлежат на превантивен, текущ и последващ контрол по ЗБИЯЕ за спазване на основните принципи, норми и изисквания за осигуряване на радиационна защита, съгласно:

- Наредба за радиационна защита;
- Наредба за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди;
- Наредба № 25 за изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди.

2.30. Мерки за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се определят в зависимост от конкретния случай въз основа на извършени анализи и оценки, базирайки се на степенувания подход.

2.31. В случаите, когато индивидуалната ефективна доза за лице, работещо с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди може да надвиши 1 mSv за една година, предприятието е длъжно да организира радиационен мониторинг на работната среда и контрол за професионалното облъчване, осигурявайки необходимите технически средства за това.

2.32. За целите на радиационния мониторинг се определят контролни нива за наблюдаваните параметри, характеризиращи радиационната обстановка и облъчването на лицата, работещи с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. При определяне на контролни нива се вземат предвид определените дозови ограничения за конкретен случай.

2.33. В случаите, когато индивидуалната ефективна доза за лице, работещо с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди може да надвиши 6 mSv за една година, предприятието е длъжно да организира индивидуален дозиметричен контрол и да прилага мерки за радиационна защита.

2.34. Мерките за радиационна защита се определят за всяка конкретна дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и могат да включват:

- извършване на радиационен мониторинг на работната среда;
- категоризиране на професионално облъчваните лица и използване на средства за индивидуална защита съгласно наредбата за радиационна защита;
- разработване на вътрешни правила, процедури, инструкции и други документи, свързани с ограничаване и контрол на облъчването и осигуряването на радиационна защита;
- водене на отчет и контрол на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди по видове, количества и специфични активности;
- определяне на отговорници по радиационна защита и за уведомяване при извънредни събития.



2.35. Предприятие, което извършва дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, е длъжно да извършва вътрешен административен контрол по спазване на изискванията и правилата за радиационна защита, предвидени за конкретната дейност.

2.36. Предприятие, което извършва дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, е длъжно да информира ежегодно председателя на АЯР и министъра на здравеопазването за изпълнението на необходимите мерки за радиационна защита.

2.37. Контрол на остатъчни материали и оборудване, произхождащи от дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, се осъществява в съответствие с изискванията на Раздел IV от Наредбата за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

2.38. Документи, свързани с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и прилагани в Европейския съюз и страните-членки на МААЕ, са посочени в Приложение № 6.

3. ОЦЕНКА НА ЕФЕКТИВНИ ДОЗИ ПРИ ДЕЙНОСТИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ

Общи положения

3.1. Ефективни дози от външно и вътрешно облъчване на лица от населението и професионално облъчвани лица се оценяват като се използват величините, връзките между тях, мерните единици и радиационните тегловни фактори и тъканните тегловни фактори, определени с Наредбата за радиационна защита.

3.2. Очакваната годишна ефективна доза (E) за дадено лице при комбинирано въздействие на различни радиационни фактори и пътища на облъчване се оценява по следната формула:

$$E = \dot{H}^*(10).t + \sum e_i(g)_{\text{по}}.A i_{\text{по}} + \sum e_i(g)_{\text{инх}}.A i_{\text{инх}},$$

където:

- произведението $\dot{H}^*(10).t$ е дозата от външно облъчване на дадено лице;
- $\dot{H}^*(10)$ е средногодишната мощност на амбиентния дозов еквивалент (mSv/h);
- t е продължителността на облъчване в часове за период от една година;
- $e_i(g)_{\text{по}}$ е конверсионен дозов коефициент при поглъщане на i -тия радионуклид (ефективна доза при постъпване на единица активност – Sv/Bq) за лице от възрастова група g (в случая лица над 17 години);
- $e_i(g)_{\text{инх}}$ е конверсионен дозов коефициент при инхалиране на i -тия радионуклид (ефективна доза при постъпване на единица активност – Sv/Bq) за лице от възрастова група g (в случая лица над 17 години);
- $A i_{\text{инх}}$ е прогнозна стойност на активността на i -тия радионуклид в организма на дадено лице, инкорпорирана при инхалиране;



- $Ai_{по}$ е прогнозна стойност на активността на i -тия радионуклид в организма на дадено лице, инкорпорирана при поглъщане;
- i е индекс за номериране на естествените радионуклидите, които са регистрирани в организма на дадено лице и за които са определени вторични граници за годишно постъпване.

3.3. При едновременно постъпване на различни радионуклиди чрез инхалиране и/или поглъщане, при оценка на очакваната ефективна доза от вътрешно облъчване, се прилага правилото за нормиране към единица:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Ai}{Bi} \leq 1$$

където:

- Ai е стойността на инкорпорираната активност в организма при инхалиране или поглъщане от дадено лице, определена чрез измерване или изчисление за i -тия радионуклид;
- Bi е вторичната граница за годишно постъпване при инхалиране или поглъщане за i -тия радионуклид;
- i е индекс за номериране на естествените радионуклидите, които са регистрирани в организма на дадено лице и за които са определени вторични граници за годишно постъпване.

3.4. Оценените ефективни и еквивалентни дози се анализират и съпоставят с основните и вторичните граници на дозите, определени за професионално облъчвани лица и лица от населението.

3.5. Конкретни сценарии и формули, които са подходящи за оценки на ефективни дози при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, са дадени в Публикацията на Европейския съюз 122, част 2 “Application of the concepts of exemption and clearance to natural radiation sources”.

3.6. При промяна на технологията за обработка и/или вида на използваните или получаваните материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, съответното предприятие организира провеждането на нови измервания, анализи и оценки за целите на радиационната защита.

3.7. Министърът на здравеопазването оценява дозите на облъчване на населението и радиационния риск от дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, като взема предвид:

- обособените критични групи и населението като цяло;
- очакваните дози от външно и вътрешно облъчване, възможните пътища на облъчване, особеностите и вида на радионуклидите, техните активности, химични форми и физични характеристики.

Определяне на ефективни дози от външно и вътрешно облъчване на работници при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди



РЪКОВОДСТВО за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

3.8. Възможните пътища на облъчване при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди са три:

- външно облъчване от гама-лъчение;
- вътрешно облъчване от инхалиране на радиоактивни аерозоли (прах) и поглъщане с храна или вода;
- вътрешно облъчване от дъщерните продукти при инхалиране на радон и торон (Rn-220 и Rn-222) .

3.9. Външно облъчване може да бъде получено при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, които могат да бъдат в големи количества (над 1 000 kg) или в малки количества (под 1 000 kg), или при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди с малка маса, но с нетипично висока специфична активност. Външно облъчване може да се очаква при обработване, превоз, складиране и депониране на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, които обикновено са опаковани или в насипен вид. Като правило, годишната ефективна доза от външно облъчване, дължащо се на дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, не надвишава 6 mSv за работници и обикновено е под 1 mSv.

3.10. Необходимите данни за определяне на ефективни дози от външно облъчване при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди включват:

- стойности на измерени мощности на амбиентния дозов еквивалент $\dot{H}^*(10)$ на определени разстояния и работни места с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди;
- продължителността на облъчването за определени лица, които извършват дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди;
- типичните разстояния от източника на гама-лъчение (даден вид материал с повишено съдържание на естествени радионуклиди) при извършване на конкретни видове работи (превоз, складиране, депониране, обработване, опаковане);
- специфични активности и радионуклиден състав на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

3.11. Годишната индивидуална ефективна доза E_{ext} ($\mu\text{Sv/a}$) при външно облъчване от материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се оценява консервативно по формулата:

$$E_{\text{ext}} = \dot{H}^*(10) \cdot t_e$$

където $\dot{H}^*(10)$ е средногодишната мощност на амбиентния дозов еквивалент, измерена на работно място при дейност с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, а t_e (h/a) е продължителността (часове за година) на облъчване на дадено лице на това работно място.



3.12. Вътрешно облъчване от радон и торон ($Rn-220$ и $Rn-222$) и техните дъщерни продукти може да се очаква при дейности в затворени помещения, без вентилация, в които има налични големи количества материал. Данни от измервания, проведени в обекти, в които се използват суровини на база циркониеви силикати и фосфорити, показват концентрация на радон от порядъка на $20-100 \text{ Bq/m}^3$, което води до незначително облъчване на персонала и в повечето ситуации може да бъде пренебрегнато. Това важи както за облъчването на работещите с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, така и за облъчването от готовите потребителски стоки, дори те да са в големи количества (напр. складове за готова продукция - санитарна керамика).

3.13. Необходимите данни за определяне на ефективните дози от инхалация на радон са неговата специфична активност и факторът на равновесие с разпадните му продукти. Конверсионните коефициенти за пресмятане на облъчване от радон ($Rn-222$) и неговите кратко живеещи продукти на разпадане са дадени в таблица 16 на Приложение № 2 от Наредбата за радиационна защита.

3.14. Очакваната годишна индивидуална ефективна доза от вътрешно облъчване $E_{инх}$ [$\mu\text{Sv/a}$] при инхалиране на прахови частици (радиоактивни аерозоли с условен диаметър $5 \mu\text{m}$), които произхождат от материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди със специфична активност A (Bq/g) за конкретен радионуклид, се изчислява по формулата:

$$E_{инх} = e(g)_{инх} \cdot t \cdot f \cdot A \cdot V \cdot C$$

където:

- $e(g)_{инх}$ е конверсионният дозов коефициент (Sv/Bq) за даден радионуклид при инхалиране на радиоактивни аерозоли (фино дисперсни прахови частици), който представлява ефективната доза за лице от възрастова група g , очаквана при инхалиране на 1 Bq активност;
- t_e (h/a) е продължителността на инхалиране (часове за година);
- V (m^3/h) е скоростта на вдишване;
- f е фактор на натрупване на активност в праха, произхождащ от материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди;
- C (g/m^3) е концентрацията на прах във вдишвания въздух.

3.15. При оценка на очакваната годишна индивидуална ефективна доза от вътрешно облъчване при инхалиране на радиоактивни аерозоли, съдържащи смес от радионуклиди ("i" на брой), се сумират изчислените дози за всеки един радионуклид:

$$E_{inh} = (\sum e_i(g)_{инх} \cdot A_{i инх} \cdot C_i \cdot f_i) \cdot V \cdot t$$

3.16. Очакваната годишна индивидуална ефективна доза $E_{инг}$ от вътрешно облъчване при поглъщане на радионуклид, произхождащ от материал с повишено съдържание на естествени радионуклиди, със специфична активност A (Bq/g) за конкретен радионуклид, се изчислява по формулата:

$$E_{по} = e(g)_{по} \cdot q_{по} \cdot A$$



където:

- $e(g)_{\text{по}}$ е конверсионният дозов коефициент (Sv/Bq) за даден радионуклид при поглъщане, който представлява очакваната ефективна доза от 1 Bq активност за лице от възрастова група g;
- $q_{\text{по}}$ (g/a) е погълнатото количество вещество за една година във вид на прах и замърсявания, съдържащи даден радионуклид, който е възможно да попадне в организма на лице от възрастова група g директно през устата (при реалистични сценарии се приема 10 g/a).

При оценка на очакваната годишна индивидуална ефективна доза от вътрешно облъчване при поглъщане на различни радионуклиди ("i" на брой), се сумират изчислените дози за всеки един от тях:

$$E_{\text{по}} = (\sum e_i(g)_{\text{по}} \cdot A_{i \text{ по}}) \cdot q_{\text{по}}$$

3.17. Производствата, използващи суровини, съдържащи повишено съдържание на естествени радионуклиди, като цяло са силно запрашени и това предполага, че облъчването на работещите чрез инхалиране и поглъщане на радиоактивен прах в някои случаи може да бъде значимо. Получените ефективни дози зависят от редица фактори и от конкретните обстоятелства и условия, включващи:

- вида и количеството на материалите, съдържащи повишено съдържание на естествени радионуклиди, активността и радионуклидния състав, процентното съотношение на използваните суровини и спецификата на технологичните процеси при обработката;
- концентрирането на активност в прахообразните фракции при манипулиране и обработване на суровини и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, специфичната активност на образуващите се прахове и размера на праховите частици;
- степента на автоматизация на технологичните процеси (при напълно автоматизирани процеси очакваните дози на работниците са значително по-малки в сравнение с дозите, очаквани при ръчни манипулации с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди);
- използването на индивидуални защитни средства (противопрахови маски, които са задължителни при запрашеност над определено ниво и намаляват фракциите прах до 95%) и прилагането на административни мерки, като правила за лична хигиена на работни места, забрана за хранене, пушене и други, за намаляване на вдишването и поглъщането на прах по време на работа.

3.18. Значими дози за работници могат да бъдат очаквани при сухи процеси на първична и последваща обработка на суровини – добив, раздробяване, смилане или други извършвани предимно ръчно операции. По експертни оценки дозите на работници при дейности с готови суровини не надвишават 1 mSv/a.



3.19. По експертни оценки годишните ефективни дози от всички възможни пътища на облъчване на работници в предприятия, чиято дейност е свързана с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, не надвишават 1 mSv/a за страната.

3.20. Необходимите данни за изчисляване на ефективните дози от инхалация на радиоактивни аерозоли са специфичната активност на вдишвания прах и дисперсността на праховите частици, като дозопределяща е респирабелната фракция с условен диаметър 5 микрона на аерозолите.

Оценка на ефективните дози за лица от населението от обекти с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

3.21. Пътищата на облъчване на лица от населението са същите, както при работниците в предприятията с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди (облъчване от гама-лъчения, облъчване при инхалиране и поглъщане на естествени радионуклиди, включително от радон и торон). Освен инхалаторното постъпление на радионуклиди, водещо до вътрешно облъчване, трябва да се има предвид и постъплението на радиоактивни вещества чрез храната и водата.

3.22. За оценка на ефективните дози за лица от населението се прилагат общоприети методики в рамките на Европейския съюз (ЕС), като се следват препоръките на МКРЗ и МААЕ в тази област, представени в Приложение № 3. По отношение на данните и параметрите, необходими за изчисляване на ефективни дози в конкретни ситуации, се ползват статистически данни, валидни за ЕС, и стандартизирани данни за целите на радиационната защита. Поради спецификата и многообразието на различните видове дейности и технологични процеси със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и липсата на достатъчно пълна и достоверна статистическа информация, неопределеността при оценяването на ефективни дози за лица от населението може да бъде значителна за конкретни ситуации, които са предмет на разглеждане. Математическите модели за оценка на облъчване на населението от материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди включват обобщаващи типови сценарии и изходни данни за пресмятане на очакваните дози в реални ситуации от практиката, като се прилага консервативен подход.

3.23. Специфицирането и определянето на необходимите данни и параметри за съответния модел за оценка на ефективни дози, приложим за конкретен обект с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, включва:

- вид и количества на суровините и материалите;
- качествен и количествен радионуклиден състав, активност и специфична активност на суровините и материалите;
- степен на равновесие на радионуклидите в естествените вериги на разпадане;
- химическа форма, агрегатно състояние и други характеристики, които могат да повлияят на разпространението на радионуклиди в околната среда;
- граници и размери на прилежащия район, който може да бъде повлиян от разглежданата дейност със суровини и материали, населени места,



разстояния и брой на населението, специфичен хранителен режим за различни възрастови групи от населението (необходимо за оценка на колективни и индивидуални дози);

- вид и количества на очаквани емисии на радиоактивни вещества в околната среда, които са възможни при осъществяване на дейността със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди;
- начина на освобождаване на радиоактивни вещества в околната среда в резултат на разглежданата дейност (непрекъснато, периодично, равномерно, неравномерно или “залпово“ освобождаване).

3.24. При оценката на ефективни дози за лица от населението следва да се използват и данни от мониторинга на конкретния източник на облъчване, като се вземат предвид натрупванията и значителните вариации на естествени радионуклиди в околната среда, когато е практически възможно.

3.25. При определяне на референтни групи от населението се избира представителна група от лица (до няколко десетки индивида), които е вероятно да получат най-високо облъчване вследствие на дейност със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и които са с относително сходни навици (не се вземат предвид екстремни навици). Не е необходимо да се включват лица от всички шест възрастови групи, като е достатъчно да се вземат предвид три възрастови групи: деца до 1 година, лица до 10 години и възрастни лица над 17 години.

3.26. За целите на радиационната защита може да се оценява и колективната доза за лица от населението, когато това е възможно и подходящо за конкретна ситуация. Колективната доза S се изчислява чрез сумиране на оценените индивидуални годишни ефективни дози за лица от населението по формулата:

$$S = \sum_{i=1}^N E_i$$

където:

N е броят на лицата, за които се оценява колективната доза;

E_i е индивидуалната годишна ефективна доза на i -тото лице, което е подложено на радиационно въздействие в резултат на дейност със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

Колективната доза S може да бъде определена и чрез сумиране на оценените средни индивидуални годишни ефективни дози в предварително определени диапазони на дозите, като се ползва следната формула:

$$S = \sum_{j=1}^r E_j \cdot N_j$$

където:



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

r е броят на дозовите диапазони при оценката на колективната доза;

E_j е средната годишна ефективна доза в j -тия дозов диапазон за съответния контингент от населението;

N_j е броят на лицата в контингента, попадащ в j -тия дозов диапазон.

3.27. Нива на активности и специфични активности на естествени радионуклиди, под които дейностите с тях не подлежат на регулиране са дадени в Приложение № 4. Вторични производни граници (дозови ограничения) за целите на радиационната защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди от семействата на U-238 и Th-232, както и на радионуклида K-40, са определени в Наредбата за радиационна защита (Приложение № 2).

3.28. В Приложение № 5 са представени обобщени типови данни, които могат да бъдат използвани при оценка на очакваните индивидуални и колективни ефективни дози:

- конверсионни дозови коефициенти при инхалаторно и перорално постъпление на радионуклиди;
- конверсионни коефициенти за корелацията между различни величини, използвани за целите на радиационната защита;
- стандартизирани данни за годишно потребление на вода и хранителни продукти и вдишван въздух за шест възрастови групи от населението;
- прогнозирани стойности на мощността на амбиентния дозов еквивалент и очакваната годишна ефективна доза при работа със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, чиято специфична активност е равна на 1 000 Bq/kg;
- прогнозирани стойности на специфичните активности и активността на суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, при които годишната ефективна доза за лица от населението може да достигне 0,3 mSv/a;
- прогнозирани стойности на очакваните годишни ефективни дози за лица от населението в резултат на радиоактивни емисии в околната среда вследствие на дейности със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

3.29. Не се допуска извършване на дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, ако ефективната доза за което и да е лице от населението, дължаща се на емисии в околната среда, е по-голяма от 0,3 mSv за една година.



**4. СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕНИ
ДЕЙНОСТИ, ПРЕВОЗ, ПУСКАНЕ НА ПАЗАРА И УПРАВЛЕНИЕ
НА ПРОИЗВОДСТВЕНИ ОТПАДЪЦИ, СВЪРЗАНИ СЪС
СУРОВИНИ И МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА
ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ. ОПЕРАТИВЕН КОНТРОЛ**

*Мерки за радиационна защита в зависимост от очакваните годишни ефективни
дозы. Инструкция за радиационна защита*

4.1. Суровините, материалите, стоките и отпадъците предполагат радиационно въздействие върху две групи лица:

- работници;
- населението като цяло или отделни групи от него.

4.2. Мерките за радиационна защита в различните случаи се определят на базата на индивидуалната ефективна годишна доза, получена от:

- външно облъчване;
- перорално постъпление;
- инхалаторно постъпление на прах;
- инхалация на радон и дъщерните му продукти.

4.3. При очаквани индивидуални годишни ефективни дози на работници над 0,3 mSv до 1,0 mSv могат да се предприемат мерки за намаляване на облъчването:

- ограничаване на престоя;
- намаляване на времетраенето на ръчни операции;
- използването на противопрахови маски с висока ефективност;
- други мерки, в зависимост от преобладаващия път на облъчване.

4.4. При очаквана годишна доза над 1 mSv до 6 mSv, освен мерките по точка 4.3, се извършва радиационен мониторинг по работните места и контрол на облъчването на работниците.

4.5. При очаквани годишни ефективни дози над 6 mSv се прилагат мерки за радиационна защита, предвидени за професионално облъчвани лица, които следва да бъдат регламентирани във вътрешен документ на съответното предприятие - Инструкция по радиационна защита.

4.6. Инструкцията за радиационна защита следва да включва:

- ред за информиране на работниците за потенциалните рискове от работа с радиоактивни вещества;
- ограничения при изпълнение на работните процедури;
- използване на индивидуални средства за защита;
- прилагане на технически мерки за радиационна защита;



- провеждане на обучение и тренировки;
- организационни мерки за радиационна защита, като ограничаване на времето на престой, контрол на допуска, забрани за хранене, пушене и други;
- действия при инциденти и аварии.

4.7. При очаквани годишни ефективни дози на населението над 0,3 mSv следва да се предвидят мерки за ограничаване на облъчването, които могат да включват:

- ограничаване на количеството на ползваните суровини и материали с оглед на тяхната специфична активност;
- ограничаване на пускането на пазара на стоки;
- ограничаване или забрана на технологии;
- технически мерки за неразпространението на радионуклиди от депонирани суровини, материали и отпадъци;
- забрана за депониране на отпадъци, ако липсват бариери (естествени и/или инженерни) срещу разпространението на радионуклиди в околната среда;
- забрана или ограничаване на дейности на определени терени, замърсени или в близост до материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

4.8. Мерките за радиационна защита трябва да бъдат в съответствие с принципа за оптимизация и да бъдат преразглеждани периодично.

4.9. При търговия и пускане на пазара на суровини, материали и продукти с повишено съдържание на естествени радионуклиди, следва да бъдат предоставяни документи относно тяхното радионуклидно съдържание и специфичната им активност (например, декларация на производителя, сертификати за извършени анализи, протоколи).

4.10. Правилата за превоз на суровини, материали, продукти, изделия и стоки, съдържащи повишено съдържание на естествени радионуклиди са определени в Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества и публикацията на МААЕ "SSR-6" за безопасен превоз на радиоактивни вещества.

4.11. Твърди отпадъци от промишлените отрасли, съдържащи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, за които очакваната индивидуална ефективна доза при тяхната обработка е под 0,3 mSv/a, може да се обработват без ограничение.

4.12. Твърди отпадъци от промишлени отрасли, съдържащи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, за които очакваната индивидуална ефективна доза при тяхната обработка е в диапазона от 0,3 до 1,0 mSv/a, се депонират на площадки, съгласувано с компетентните органи и при взети мерки за радиационна защита, съобразени с естеството и активността на материала.



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната
на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени
радионуклиди

4.13. В следващата таблица са представени обобщено мерките за радиационна защита според категорията, в която материалите могат да бъдат отнесени съгласно Раздел 5 на това ръководство.



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и при транзитен превоз

Препоръчителни мерки за радиационна защита според категорията и дейността

Материал	Дейност	Категория		
		1	2	3
Суровини, руди, химикали	Съхранение	Радиационен контрол	Радиационен контрол Ограничаване на времето на престой	Радиационен контрол ИДК Ограничаване на достъпа
	Превоз	Превозват се като LSA 1 UN 2912, непакетирани или в промишлени опаковки	Превозват се като радиоактивни вещества от съответна категория и в съответстваща на активността им опаковка	
	Производствени дейности	Общо хигиенни мерки	Мерки при работи с открити източници от III клас	Мерки при работи с открити източници от II клас
Междинни (полуфабрикати) и промишлени продукти	Съхранение	Радиационен контрол	При необходимост – мерки за радиационна защита според вида, активността и предназначението на материала	
	Превоз	Превозват се като LSA 1 UN 2912, непакетирани или в промишлени опаковки		
	Производствени дейности	Общо хигиенни мерки – работно облекло, противопрахови маски		
Торове	Съхранение	Ограничаване на достъпа		
	Превоз	Превозват се като LSA 1 UN 2912, в промишлени опаковки		



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и при транзитен превоз

	Употреба	Без ограничения при $I < 1,5$. При $I \geq 1,5$ се допускат след оценка на облъчването на населението при годишна граница на дозата 0,01 mSv		
Потребителски стоки – керамика, продукти съдържащи торий, пигменти и инкрустации с TiO_2 и др.	Употреба	Допускат се за употреба след оценка на облъчването на населението	Не се допускат за употреба	
Твърди отпадъци	Съхранение	Депониране, без ограничения и без специални мерки за радиационна защита. Мониторинг на характеристиките на околната среда	Депониране след оценка на дозите на населението и при мерки за радиационна защита, съобразени с вида, количествата, формата и активността на отпадъка, напр. ограничаване на отмиването или разпръскването, контрол на повърхностни и дълбоки води, фиксиране на отпадъка, рекултивация и др.	
	Рециклиране	Допустимо, при условие, че процесът на рециклиране не води до концентриране на активност	Допустимо, при условие, че процесът на рециклиране води до намаляване на концентрацията на активност	
Течни отпадъци	Всички дейности с течни отпадъци, прахови и газови изхвърляния подлежат на оценка по отношение облъчването на населението и опазването на околната среда. Мерките за радиационна защита се съобразяват с вида, количествата, химическата форма, специфичната активност и други характеристики на отпадъка			
Газови и прахови изхвърляния				



Оперативен контрол при осъществяване на дейности със суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Програми за радиационен мониторинг

4.14. При дейности със суровини, материали, стоки и отпадъци с повишено съдържание на естествени радионуклиди, което не може да бъде пренебрегнато от гледна точка на радиационната защита, се извършва оперативен контрол на радиационната обстановка в съответните предприятия.

4.15. За целите на оперативния контрол и при вземане на решения в конкретни ситуации се използват вторични производни граници за величините по точки 4.16 и 4.17, които се обосновават чрез консервативни сценарии за потенциално облъчване на работници и лица от населението. Целта е да се гарантира спазването на нормативно установените дозови ограничения за тях.

4.16. За големи количества материал дисперсни материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди (над 1000 kg) се определят производни граници за целите на контрола по отношение на:

- специфична активност и обща активност за даден материал, под които могат да бъдат освободени от регулиране;
- мощност на амбиентния дозов еквивалент на 1 m от материала;
- граници на годишното постъпление за работници и лица от населението;
- концентрация на радионуклиди във вода, въздух и дифузни твърди вещества, с оглед прилагане на дозовото ограничение 0,3 mSv/a за лица от населението.

4.17. За малки количества материал, както и за замърсено технологично оборудване или материал за рециклиране, като вторична граница се използва активността на съдържащите се в тях естествени радионуклид.

4.18. Според спецификата на материала и дейностите, извършвани с него, оперативният контрол включва определянето и контролирането на една или повече от величините, за които има определена вторична граница.

4.19. Специфичната активност на материали и стоки, произведени в страната, се контролира чрез измерване в акредитирана лаборатория. Периодичността на измерването се определя от спецификата на производството, за всеки конкретен случай и/или партида.

4.20. Специфичната активност на суровини, материали и стоки, произведени в държави на Европейския съюз, се контролира по документи издадени от производителя, за всяка партида поотделно.

4.21. Специфичната активност на суровини, материали и стоки, произведени извън ЕС се контролира при внос по документи, издадени от производителя, за всяка партида



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

поотделно. При необходимост специфичната активност може да бъде потвърдена чрез измерване в акредитирана лаборатория.

4.22. При работа с материали, съдържащи повишено съдържание на естествени радионуклиди, за които се предполага, че водят до индивидуални дози на работниците над 1 mSv се изготвя и прилага програма за радиационен мониторинг на радиационните характеристики на работната среда и индивидуалните дози на работници, включваща измерването на един или няколко от следните параметри:

- мощност на амбиентния дозов еквивалент по работни места;
- радиоактивно съдържание на прах (респирабелна фракция) по работни места;
- концентрация на радон по работни места;
- повърхностно замърсяване на работни повърхности;
- индивидуални дози от външно облъчване с периодичност, отговаряща на категорията на персонала и спецификата на дейността.

4.23. Обхвата, периодичността на мониторинга и контролните стойности на измерваните величини се определят съобразно спецификата на дейността, след консултация с квалифициран експерт по радиационна защита.

4.24. Пускането на пазара на стоки, съдържащи повишено съдържание на естествени радионуклиди, се извършва по реда, определен в Наредба № 25 на МЗ за изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди.

4.25. В следващата таблица са представени препоръки относно обема на радиационния контрол съобразно категоризацията на материалите, съгласно Раздел 5 на ръководството и дейността.



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и при транзитен превоз

Препоръчителен радиационен контрол според категорията и дейността

Материал	Контролирани параметри		
	1 категория	2 категория	3 категория
Суровини, руди, химикали Междинни и промишлени продукти, например фосфорна киселина, огнеупорни и други керамични блокове за вграждане в промишлени инсталации	Специфична активност на материала – по документи Мощност на амбиентния дозов еквивалент на местата за съхранение на големи количества материал	Специфична активност на материала – чрез измерване Мощност на амбиентния дозов еквивалент по местата за съхранение и работните места	Специфична активност на материала – чрез измерване Мощност на амбиентния дозов еквивалент по местата за съхранение и работните места Специфична активност на въздуха по работни места Индивидуални дози на персонала
Торове	Специфична активност по партии;	-	-
Потребителски стоки – керамика, продукти съдържащи торий, пигменти и инкрустации с TiO_2 и др.	Специфична активност при пускане на пазара, по артикули	-	
Твърди отпадъци	Средна специфична активност; Мощност на амбиентния дозов еквивалент по места на съхранение на големи количества	Специфична активност по партии; Мощност на амбиентния дозов еквивалент по места на съхранение на големи количества Параметри на околната среда – води, атм. въздух, флора, фауна	Съгласно правилата за РАО
Течни отпадъци Газови и прахови изхвърляния	Параметри на изхвърлянията и параметри на околната среда според спецификата на материала		



5. СПЕЦИФИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ И КРИТЕРИИ ПРИ ПРЕВОЗ, ВНОС И ИЗНОС НА СУРОВИНИ И МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ

Специфични изисквания при превоз на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

5.1. При превоз следва да се спазват правилата за безопасност съгласно Наредбата за условията и реда за извършване на превоз на радиоактивни вещества, които са приложими към материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

5.2. Превоз на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се извършва без ограничения от гледна точка на радиационната защита, когато:

- специфичната активност на даден материала е по-малка от следните стойности за посочените радионуклиди:

Радионуклид	Специфична активност
	Bq/kg
$^{238}\text{U}+$	1000
$^{232}\text{Th}+$	1000
^{40}K	100 000

- при смес от няколко радионуклида, ако е изпълнено условието:

$$C_{238}/1000 + C_{232}/1000 + C_{40}/10000 < 1$$

където C_{238} , C_{232} и C_{40} са специфичните активности на естествените радионуклиди U-238, Th-232 и K-40 в даден материал

5.3. Материали, които не съответстват на критериите по специфична активност, се превозват като материали с ниска специфична активност (LSA*), непакетирани и с UN 2912, ако отговарят на едно от следните условия:

- мощността на дозата на 3 m от неекранирания материал не трябва да превишава 10 mSv/h;
- всички неупаковани материали, различни от рудите, съдържащи само естествено срещащи се радионуклиди, се транспортират по такъв начин, че при рутинни условия на транспорт да няма изтичане на



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

радиоактивното съдържание от транспортното средство, нито загуба на екранировка;

- превозното средство се използва при условия на изключение, при което замърсяването на достъпните и недостъпните повърхности е не по-голямо от $0,4 \text{ Bq/cm}^2$.

5.4. Няма ограничения за количествата материали с ниска специфична активност, превозвани във всякакви транспортни средства.

** Материал с ниска специфична активност (LSA) означава радиоактивен материал, който по своето естество има ограничена специфична активност, или радиоактивен материал, за който се прилагат граници на изчислената средна специфична активност и включва следните групи:*

- Уранови и ториеви руди и концентрати от такива руди и други руди, съдържащи естествено срещащи се радионуклиди;
- Естествен уран, обеднен уран, природен торий или техни съединения или смеси, които не са облъчени и са в твърда или течна форма;
- Радиоактивен материал, за който стойността на A_2 е неограничена (естествен уран и естествен торий);
- Друг радиоактивен материал, в който активността е разпределена навсякъде и изчислената средна специфична активност не надвишава 30 пъти стойностите на специфичната активност, посочени в точка 5.2.

Критерии за оценка и контролни нива при внос и износ на суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

5.5. При внос и износ на суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, за целите на радиационния контрол, материалите могат да бъдат причислени към една от трите условни категории:

- първа категория: материали, които не подлежат на регулиране по ЗБИЯЕ;
- втора категория: материали, за които се изисква уведомление, съгласно ЗБИЯЕ, но не се изисква лицензия или разрешение;
- трета категория: материали, за които се изисква лицензия или разрешение.

5.6. Материали от *първа категория* се допускат за преминаване през зоните на международните летища, пристанища и граничните контролно – пропускателни пунктове на Република България без ограничения.



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

5.7. Материали от *втора категория* се допускат за преминаване през зоните на международните летища, пристанища и граничните контролно – пропускателни пунктове на Република България, ако са изпълнени следните условия:

- получателят при внос или изпращачът при износ са подали уведомление до АЯР по чл. 56, ал. 2 от ЗБИЯЕ и са вписани в публичния регистър:
https://sir.bnra.bg/NRAExt/sprUvedomlenie56_2Out.jsf
- транспортът се придружава от документ, удостоверяващ радионуклидното съдържание и специфичната активност на материала.

5.8. Материали от *трета категория* се допускат за преминаване през зоните на международните летища, пристанища и граничните контролно – пропускателни пунктове на Република България преминаване, ако са изпълнени следните условия:

- получателят при внос или изпращачът при износ притежават валидна лицензия за работа с материала;
- превозвачът притежава валидна лицензия за превоз на радиоактивни вещества или разрешение за еднократен или транзитен превоз на радиоактивни вещества;
- транспортът се придружава от документ, удостоверяващ радионуклидното съдържание и специфичната активност на превозвания материала.

5.9. За целите на категоризирането на материалите се въвеждат контролни нива, съобразени с радионуклидния състав и мощността на амбиентния дозов еквивалент, както следва:

- специфична активност на радионуклидите, определена по придружаващи документи;
- измерен амбиентния дозов еквивалент на 1 m от страничния борд на превозното средство.

5.10. Критериите за оценка и стойностите на оперативните нива за целите на радиационния контрол при внос и износ на суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, включително при транзитен превоз през ГКПП, за най-често използваните материали и в зависимост от вида и категорията им са дадени в следващата таблица.

Материал	Популярни търговски наименования	Оперативно ниво		Категория
		Радионуклиден състав, максимална концентрация Bq/kg	Мощност на амбиентната доза* на 1 m от материала, $\mu\text{Sv/h}$	
Фосфорит, насипно		^{238}U : 1000 или ^{226}Ra : 1000	< 0,4	първа



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

		^{238}U : 4600 или ^{226}Ra : 4600	$0,4 \div 1,7$	втора
		^{238}U : > 4600 или ^{226}Ra : > 4600	> 1,7	трета
Циркониев силикат ($\text{ZrO}_2 \cdot \text{SiO}_2$; ZrSiO_4), насипно или опакован в торби, чували, биг-беци	циркониев пясък, цирконит, циркосил, циркобит, крайцонит, баделит, аноргит	^{238}U : 1000	< 0,4	първа
		^{238}U : 4500 или $^{238}\text{U} + ^{232}\text{Th}$: 5000	$0,4 \div 1,7$	втора
		^{238}U : > 4500 или $^{238}\text{U} + ^{232}\text{Th}$: > 5000	> 1,7	трета
Огнеупорни керамични изделия, опаковани или неопаквани		^{238}U : 1000 или ^{226}Ra : 1000	< 0,4	първа
		^{238}U : 4200 или ^{226}Ra : 4200	$0,4 \div 1,7$	втора
		^{238}U : > 4200 или ^{226}Ra : > 4200	> 1,7	трета
Фосфорни торове, опаковани или насипно	моноамониев фосфат, диамониев фосфат, троен супер-фосфат, NP, NPK	^{238}U : 1000	< 0,4	първа
		^{238}U : 4500	$0,4 \div 1,7$	втора
		^{238}U : > 4500	> 1,7	трета

* След изваждане на радиационния фон.

5.11. Категоризиране на материали, които не са посочени в таблицата по точка 5.10, може да се извършва от органи на държавния здравен контрол, акредитирани лаборатории или квалифицирани експерти по радиационна защита.

5.12. В случаите, когато е задействана алармената сигнализация на порталните монитори за радиационен мониторинг в зоните на международните летища, пристанища и граничните контролно-пропускателни пунктове на Република България, се прилага утвърдената междуведомствена „Процедура за реагиране при разкриване на незаконен пренос/превоз на ядрен материал, радиоактивни вещества или радиоактивни източници в зоните на международните летища, пристанища и граничните контролно – пропускателни пунктове на Република България“.

5.1. Стоки, суровини и материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, причислени към втора или трета категория, които са предназначени за продажба, се допускат на пазара след получаване на разрешение по реда на Наредба № 25 на МЗ за изискванията за защита на лицата при хронично облъчване в резултат на производство, търговия и използване на суровини, продукти и стоки с повишено съдържание на радионуклиди.



ПРИЛОЖЕНИЕ № 1

**ПОТРЕБИТЕЛСКИ СТОКИ, СВЪРЗАНИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО
СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ**

Потребителски стоки

(Съгласно точка 29 от параграф 1 на Допълнителните разпоредби на Наредбата за радиационна защита, потребителска стока е устройство или произведено изделие, в което целенасочено и преднамерено са инкорпорирани (включени) или образувани чрез активация един или повече радионуклиди или което генерира йонизиращо лъчение и което може да бъде продавано или предлагано на лица от населението без осъществяване на специално наблюдение или регулаторен контрол след продажбата. Въпреки, че ръководството разглежда само потребителски стоки с повишено съдържание на естествени радионуклиди, по-долу е представена за пълната информация и за потребителски стоки с повишено съдържание на техногенни радионуклиди.)

1. По-принцип за целите на радиационната защита потребителските стоки (продукти, изделия) могат да бъдат разделени най-общо на три групи, както следва:

- продукти, в които са добавени малки количества радиоактивни вещества по функционални причини или поради техните физични или химични свойства;
- изделия, способни да генерират йонизиращи лъчения;
- продукти, които в резултат на облъчване с йонизиращи лъчения се активират и съдържат радионуклиди вследствие на активацията.

2. Потребителски стоки, в които се съдържат малки количества радиоактивни вещества в различна форма и които са широко разпространени и достъпни за масово използване и се търгуват и продават по целия свят, са:

- измерителни прибори със “светещи скали“, навигационни инструменти, компаси, циферблати, часовници, мерници на оръжия, фенерчета, риболовни плувки, ключодържатели и други изделия със светлинна индикация, базиращи се на радиолуменесценцията, като се използват различни радиоактивни вещества (Ra-226, тритий и други)



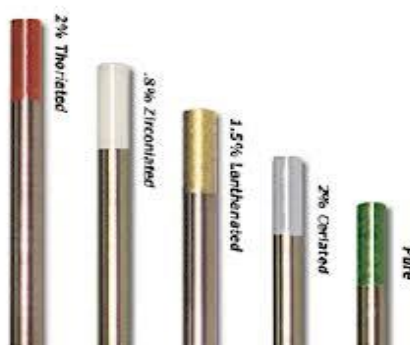


РЪКОВОДСТВО за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

- осветителни тела, лампи с висок интензитет, прожектори, ксенонови и други специализирани лампи, в които се използват торий, тритий, криптон-85 и други радионуклиди за подобряване и оптимизиране на характеристиките и свойствата на тези изделия;
- електронни компоненти като регулатори на напрежение, токови предпазители, специални електронни лампи, съдържащи малки количества радионуклиди, обикновено за предизвикване на йонизация и нормално функциониране на изделията;
- газови “мантии” за Петромаксови лампи (“ториеви чорапчета“), съдържащи торий във формата на ториев нитрат;



- волфрамови електроди за заваряване, съдържащи торий



- стъклени съдове и прибори за хранене, съдържащи уранови съединения за подобряване на външния вид



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди



- порцеланови зъбни коронки и протези, съдържащи уранови съединения за подобряване на външния вид;
- стъклени лещи, съдържащи съединения на уран и торий за подобряване на определени оптични свойства (ториеви съединения в оптиката се използват за намаляване на отблясъци или увеличаване на отразяващата способност);



- пожароизвестителни датчици с монтирани в тях радиоактивни източници, съдържащи радионуклиди като Am-241, Kr-85, Ra-226, Pu-238 и Pu-239;



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди



- неутрализатори на статично електричество, съдържащи радионуклиди като Po-210, Am-241, Pu-238, Pu-239, използвани в текстилната и мебелната промишленост или в отрасли като фотографията и оптиката.

3. Цветът на скъпоценните камъни, използвани в бижутерията, може да бъде усилен, подобрен или променен чрез облъчване, като по този начин се повишава тяхната търговска стойност. Прилагат се три различни метода за преднамерено и целенасочено облъчване на скъпоценни камъни, като се използват гама-облъчвателни уредби, линейни ускорители на електрони или ядрени изследователски реактори.

4. Неутронно трансмутационно легиране на силиций, германий, галий и селен се извършва чрез облъчване с топлинни неутрони в ядрени изследователски реактори. Легиран силиций, който може да съдържа радионуклиди вследствие на активацията при облъчване, се използва масово в различни електронни устройства, като транзистори, диоди и интегрални схеми и други електронни продукти, пускани на пазара.



5. Керамичните изделия (плочки и санитарна керамика) могат да съдържат материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Обикновено радиоактивното съдържание е в глазурите.
6. Различните видове торове и други селскостопански подобрители на фосфорна основа могат да бъдат с повишено съдържание на естествени радионуклиди.
7. Потребителски стоки с повишено съдържание на радионуклиди не подлежат на регулаторен контрол след като са пуснати на пазара и предоставени на краен потребител.



ПРИЛОЖЕНИЕ № 2

**ПРОМИШЛЕНИТЕ ОТРАСЛИ, СВЪРЗАНИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО
СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ**

Определения

- "Материал с повишено съдържание на естествени радионуклиди" е материал (суровина, основен продукт, остатъчен материал, минен отпадък или технологично оборудване), който съдържа естествени радионуклиди с по-висока концентрация от тази в естествените материали.
- "Остатъчен материал" е материал с повишено съдържание на естествени радионуклиди, получен като отпадъчен или страничен продукт при осъществяване на дейност по точка 4 от приложението, и който може да бъде използван, рециклиран, складиран или депониран според конкретния случай.
- "Рециклиране" е преработване на остатъчни материали с цел получаване на нови материали, пригодни за използване.
- "Депониране" е дълговременно съхраняване по подходящ начин на остатъчни материали или технологично оборудване от дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, за които не се предвижда последващо използване или рециклиране.
- "Складиране" е кратковременно съхраняване по подходящ начин на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

Произход, вид, форма

1. Специфичните активности на радионуклидите в скалите и почвата, намиращи се в природата, като цяло са ниски. Някои минерали, включително такива, които се предлагат в търговската мрежа, съдържат уран, торий или калий в повишени концентрации. По време на извличането на минерали от земната кора и тяхната физическа или химическа обработка, естествените радионуклиди се разпределят неравномерно между различните материали, произтичащи от конкретния процес. Тези човешки дейности могат значително да увеличат концентрацията на материалите с повишено съдържание на естествени радионуклиди около нас.

2. Материалите с повишено съдържание на естествени радионуклиди около нас, свързани с различните промишлени дейности, може да съществуват в много форми - руда, технологична суровина, междинен продукт, краен продукт, страничен продукт или технологичен отпадък. В резултат на концентрацията на тези материали може да се окаже, че някои работници, а също и лица от населението или големи групи от него са изложени на йонизиращо лъчение на нива, които изискват регулиране и контрол. Много



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

от индустриалните сектори не са били регулирани в миналото и поради това днес са изправени пред някои значителни проблеми.

Промислени отрасли и стопански дейности, използващи и/или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

3. Технологичните процеси, най-често свързани с получаването на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди включват:

- добив и смилане на метални и неметални руди;
- производство на въглища, нефт и газ;
- добив и пречистване на вода, генериране на геотермална енергия;
- производство на промишлени минерали;
- производство на глинни;
- производство на строителни материали, като видът и количеството материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди варират значително от един промишлен процес до друг.

4. Основните стопански дейности, в които процесите по точка 3 водят до вероятност за облъчване на хора – както на работници, така и на част от населението, са:

- фосфатна промишленост - производство на фосфор, фосфорна киселина, фосфатни торове и други продукти чрез термична и "мокра" преработка на фосфорити (фосфатни руди);
- нефтена и газова промишленост - добив и преработка на нефт и газ;
- циментова промишленост - производство на цимент;
- металургична промишленост (пиromеталургия) - производство на черни и цветни метали (желязо, стомана, чугун, феромагнитни сплави, олово, цинк, мед, алуминий, калай и др.) чрез термообработка на съответни металосъдържащи руди, различни от уранова руда;
- производство на редкоземни метали чрез обработка на руди и минерали (циркон, монацит, титанит, рутил, илменит, гадолинит и др.) и екстракция на метали (цирконий, скандий, титан, церий, лантан и др.);
- производство на изделия и продукти, съдържащи торий или негови химически съединения (осветителни тела, мрежички на газови лампи, оптични изделия, ториеви лещи, заваръчни електроди, цветни пигменти, абразивни материали и др.);
- производство на пигменти и инкрустации, съдържащи TiO_2 ;
- енергетика (използване на органични горива, като въглища и торф, в котелни агрегати при производство на електрическа енергия от топлоелектрически централи);
- преработка на ниобиева/танталова руда;
- добив на геотермална енергия;



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

- добив на руди, различни от уранова руда;
- съоръжения за филтриране на подземни води.

5. Стандартни наименования на суровини, които могат да бъдат с повишено съдържание на естествени и типичните области на тяхното приложение са дадени в следващата таблица.

Суровина	Приложение
Боксит, огнеупорни глини, шамот, природен графит	Производство на огнеупорни блокове и елементи
Тантолит, каситерит, моназит, лопарит, самарскит, бастнизит, колумбит, лепидолит, титанит, рутил, илменит, гадолинит	Добив на редки елементи
Циркониев силикат, циркониев пясък, цирконит, циркосил, циркобит, крайцонит, баделит, аноргит	Производство на керамика, полировъчни прахове, обмазки на леярски форми, абразиви, огнеупорни блокове
Фосфорит	Производство на фосфорна киселина и фосфорни торове

6. Остатъчните материали, които могат да бъдат замърсени от наслагване и сорбция на естествени радионуклиди при дейности в промишлените отрасли, посочени по-горе, могат да се групират по следния начин:

- странични и отпадъчни продукти от фосфатната промишленост (фосфогипс, фосфористи шлаки, ферофосфори, отлагания, налепи, утайки прахообразни и други замърсявания и отпадъчни материали от филтриращи устройства и инсталации за термообработка);
- отпадъчни продукти от нефтената и газовата промишленост (отлагания, налепи, утайки от инсталации за добив и преработка на нефт и газ - нефтени кладенци, платформи, рафинерии, тръбопроводи, арматура, резервоари и друго технологично оборудване);
- отпадъчни продукти от циментовата промишленост (отлагания, налепи, утайки от клинкерни пещи, прахоочистващи филтри и друго технологично оборудване);
- отпадъчни и странични продукти от пирометалургичното производство на черни и цветни метали (шлаки, филтърни прахове от газоочистващи инсталации при агломерация, отлагания, налепи,



- нагари от топилни пещи и друго технологично оборудване, хвост, шлам, сгурия, пепел, отпадъци от ремонт на пещи и от руди);
- странични и отпадъчни продукти от производството на редкоземни метали, пигменти с TiO_2 , изделия и продукти, съдържащи ториеви съединения (шлаки, отлагания, налепи, утайки прахообразни и други замърсявания и отпадъчни материали от технологичното оборудване и от използваните суровини - циркон, рутил, циркониеви и монацитови пясъци и други руди и минерали);
 - отпадъчни продукти от котелни агрегати с изгаряне на въглища при експлоатация на топлоелектрически централи (шлака, сгурия, пепел, прах от очистващи филтри, отпадъчни материали от ремонт на котли);
 - отпадъчни продукти и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, получени от предишни дейности, които са депонирани в миналото на определени площадки (шлака, сгурия, строителни, метални или прахообразни отпадъци, технологично оборудване, очистващи филтри, отпадъци от използвани суровини).

7. Отпадъчни материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, се генерират предимно при изгаряне на изкопаеми горива под формата на пепел, золи и различни твърди налепи, включително води, използвани в технологичните процеси. Отпадъчните материали от циментовата промишленост и от добива на нефт и газ обикновено съдържат изотопи на полония и оловото от семействата на U-238 и Th-232. При производството на фосфорна киселина и фосфорни торове се генерират значителни количества отпадъчни продукти с повишено съдържание на естествени радионуклиди (фосфогипс и филтърни платна с повишено съдържание на Ra-226 от технологични процеси). Отпадъците от топене на метали са предимно шлака от пещите и прах от агломерацията.

8. Подробна информация за производствата и процесите, използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, е дадена по-долу:

Електроцентрали на изкопаеми горива

Процес

Изкопаемите горива като въглища, лигнитни въглища, нефт и природен газ се използват за производство на енергия чрез изгаряне. Тези горива съдържат различни количества естествена радиоактивност, често в зависимост от района, от който се добиват или извличат.

Остатъчни материали

При изгаряне радиоактивността се прехвърля до голяма степен в пепелта с изключение на природния газ, който не съдържа пепел. Някои летливи радионуклиди, основно Po-210 и Pb-210 кондензират върху летливата пепел, по-специално върху по-малките частици и се освобождават в атмосферата. Коефициентите на обогатяване се увеличават с намаляване на размера на частиците. Видът на използваните въглища и



производствената схема на централата оказват значителен ефект върху активността, изхвърлена в околната среда.

Съдържанието на пепел във въглищата е средно около 16%. Съдържанието на пепел в мазута е от порядъка на 0,1%. Съдържанието на пепел в кафявите въглища и лигнитите е приблизително 9%; торфът има ниско съдържание на пепел между 2% и 6%, а съдържанието на пепел в природния газ е незначително. При изгарянето на горивата се получава ефект на обогатяване, при който специфичната активност на пепелта се увеличава средно седем пъти.

Твърди отпадъчни и странични продукти: Трябва да се отбележи, че пепелта не винаги е отпадък, тъй като често се използва повторно. Добавянето на въглищна пепел към строителни материали се счита за най-значимо от радиологична гледна точка, тъй като може да повлияе на дозата от външно облъчване и вдишването на продукти от разпадането на радон.

Течни отпадъчни и странични продукти: Десулфуризацията на димните газове генерира отпадъчна вода. Често тази вода се използва за пренасяне на пепелта и след това суспензията се съхранява в езера. Алтернативно, водата може да бъде рециклирана в завода като част от затворен цикъл. Малко вероятно е да има значително течно изхвърляне на естествени нуклиди от електроцентралите работещи на изкопаеми горива.

Атмосферни емисии: Изчислено е, че 0,4 % от пепелта се изхвърля през комина заедно с изпарени радионуклиди като Po-210 и Pb-210. Количеството на емисиите летлива пепел от комина на въглищните електроцентрали зависи от ефективността на пречистването на димните газове от електростатичните филтри, скрубери и системите за десулфуризация, така че тази стойност варира в различните заводи. Малко вероятно е съвременните централи да имат значително изхвърляне в атмосферата на естествени нуклиди от изгаряне на изкопаеми горива.

Добив на нефт и газ

Процес

Няма отпадъци, „типични“ за завод за производство на нефт или газ. Изхвърлянията на естествени радионуклиди зависят в голяма степен от вида на резервоара, специфичните условия на производство и продължителността на експлоатация на резервоара. Добивът на нефт и газ е придружен от вода, която излиза едновременно от кладенеца и затова е известна като „производствена вода“. Съотношението между скоростта на производство на вода и производството на нефт е променлива, повлияна от възрастта на кладенеца и производствените условия. Променливостта е още по-голяма при добива на газ. Произведената вода съдържа радионуклиди, които са били мобилизирани от скалите на резервоара и освен че присъстват в производствена вода, се отлагат като люспи по тръбите, клапаните и съдовете.

Остатъчни материали

Основните изхвърляния на естествени радионуклиди от офшорно производство на нефт и газ имат следния произход:

- производствена вода, изхвърлена в морето (Ra-228, Ra-226, Pb-210);



- твърд отпадък от офшорно механично отстраняване на котлен камък, изхвърлен в морето (Th-228, Ra-228, Ra-226, Pb-210);

- твърд отпадък от крайбрежно място за отстраняване на котлен камък, изхвърлен в морето или на сушата (Th-228, Ra-228, Ra-226, Pb-210).

Твърди отпадъчни и странични продукти: Съществува много голяма разлика в концентрациите на радионуклиди в утайки и твърди налепи от различни кладенци, поради разликите в естеството на резервоарите и други условия. Концентрациите на активност в утайките и люспите варират от практически нула до няколко стотин Bq.g⁻¹.

Течни отпадъчни и странични продукти: Концентрациите на Ra-228, Ra-226 и Pb-210 в производствената вода варират между производствените кладенци и през периода на производство с няколко порядъка. Концентрациите, които се срещат са от почти нула до близо 100 Bq.L⁻¹.

Атмосферни емисии: Няма информация, която да предполага, че има значителни атмосферните емисии от добива на нефт и газ.

Металообработване

Процес

Основният процес на производство на метали и сплави от богати на метали руди е топенето. Специфичните активности на суровините се различават в зависимост от тяхната област на произход и промишлеността все повече се снабдява с руди с ниска активност, доколкото е възможно.

Процесът на производство на алуминий от руда (боксит) се различава от останалите. В процеса на Байер бокситът се рафинира, за да се получи алуминиев оксид чрез разтваряне в течна сода каустик при висока температура и налягане. Червената утайка, съдържаща присъстващите в рудата радионуклиди е страничен продукт от процеса.

Остатъчни материали

В резултат на процеса на топене могат да се получат шлаки, летлива пепел, въглищна пепел от пещи и люспи. Възможно е също така да има емисии на летлива пепел и газове през комина, тъй като всяка металообработка, включваща високи температури, е потенциален източник на емисии от Po-210 и Pb-210 във въздуха. Радиоактивността на изходната суровина или рудата до голяма степен се прехвърля върху шлаката.

Твърди отпадъчни и странични продукти: Определени са някои приблизителни коефициенти за производството на отпадъци въз основа на данните за производството за стомана и ферониобий, но не и за шлага от желязо/стомана, мед, цинк, олово или алуминий, нито за производството на алуминиев оксид. Като цяло съотношенията са силно зависими от конкретните условия и процеса на производство.

Производство на желязо и стомана

Процес

Агломерационните инсталации използват смес от руда, доломит, кокс и рециклиран прах. Концентрациите на активност на повечето радионуклиди от веригите на разпадане на U-238 и Th-232 в сместа са от порядъка на 15 Bq.kg⁻¹. Концентрациите



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Po-210 и Pb-210 могат да бъдат малко по-високи поради рециклирането на обогатен прах. Агломератите се изстрелват с газ и температурите, достигнати в зоната на горене, са от порядъка на 1400 °C. В резултат на това Po-210 и Pb-210, чиито точки на кипене са съответно 1740 °C и 962 °C, се изпаряват и кондензират върху прахови частици, които също се пренасят от изходящия газ. Прахът от агломерата е обогатен с Po-210 в сравнение с Pb-210 и силно обеднен от всички останали естествени радионуклиди от суровините. Изходният газ се почиства с електростатични утаители или скрубери за вода под високо налягане. Малките частици, отделяни след преминаване през почистващата система, са обогатени с Po-210 и в по-малка степен в Pb-210. Емисиите във въздуха зависят от ефективността на системата за пречистване на отпадъчните газове, а емисиите във водата зависят от последващата обработка на водата от скрубери.

Първичното желязо се произвежда от шлаки (и пелети), въглища и кокс в доменни пещи. Поради високата температура Po-210 и Pb-210, които все още присъстват в суровината се изпаряват и кондензират преференциално върху малките частици, пренасяни от газа. Концентрацията на Pb-210 в този прах са по-високи от тези на Po-210, тъй като последният радионуклид до голяма степен вече е бил отстранен в процеса на синтероване или пелетиране, поради значително по-ниската си точка на кипене. Мокрите скрубери се използват за отстраняване на твърдите вещества от газа на един или два етапа и се обезводняват във филтърни преси. Грубият материал се рециклира в процеса на синтероване и / или пелетиране. По-фината фракция, богата на цинк се съхранява. Пречистеният газ се използва като гориво на други места в производствения процес или се продава като източник на енергия за производство на електроенергия.

Остатъчни материали

Твърди отпадъчни и странични продукти:

Прах от пречистване с високо налягане на отпадъчни газове от агломерационни инсталации: този вид прах се различава от праха от доменната пещ, тъй като е особено обогатен с Po-210 в сравнение с Pb-210.

Шлакът от доменна пещ съдържа 150 до 160 Bq.kg⁻¹ от повечето радионуклиди от веригите на разпадане на U-238 и Th-232. Po-210 и Pb-210 са силно редуцирани съответно до около 1 и 10 Bq.kg⁻¹. По-голямата част от шлаката се гранулира и смесва с Портланд клинкер за производство на цимент.

По-тънката фракция на праха от почистването на доменния газ е силно обогатена в Po-210 и в по-малка степен в Pb-210 в сравнение с доменната шлака. Типичните концентрации на Pb-210 в богатата на цинк филтърна маса са от порядъка на 15 – 25 Bq.g⁻¹.

Течни отпадъчни и странични продукти:

Няма статистически достоверна информация за специфичната активност на течните изхвърляния.

Атмосферни емисии:

Активността на отпадъците от първичното производство на желязо са типични по отношение на включените радионуклиди ²¹⁰Po и ²¹⁰Pb. Годишните изхвърляния на отделните заводи зависят от годишната консумация на желязна руда и от ефективността на системите за пречистване на отпадъчните газове и съоръженията за пречистване на водата.

Тантал и ниобий



Танталът е метал, който е силно устойчив на корозия, добър проводник на топлина и електричество, и се използва в голям мащаб в кондензатори във всички видове електронно оборудване. Ниобият се използва като легиращ елемент в стомани и суперсплави за самолетни турбинни двигатели. Основният източник на тези елементи са танталовите и ниобиевите руди, добивани в Австралия, Бразилия, Канада, Тайланд, Китай и Африка. Минералите в ниобиевите руди (пирохлор и колумбит) съдържат повишени нива на веригите на разпадане на ^{238}U и ^{232}Th . Танталът се среща в комбинация с ниобий и обикновено с калай, желязо, манган и редкоземни елементи. Преработката на руди в метални концентрати, карбиди, оксиди и метален прах започва с мокър процес, включващ разтваряне на рудата със силни киселини и екстракция течност-течност за отстраняване на примеси. Тези производствени съоръжения са разположени извън Европейския съюз. Специфичен източник на тантал е шлаката от производството на калай. Калаената шлака произхожда главно от Тайланд и съдържа повишени нива на естествени радионуклиди. Типичните концентрации, срещани в калаената шлака от миналото производство на калай в Нидерландия и Великобритания, са $4 \text{ Bq.g}^{-1} \text{ U-238}$ и $11 \text{ Bq.g}^{-1} \text{ Th-232}$ и дъщерните им продукти.

Фосфатна промишленост

Процес

Има четири основни процеса на производство на фосфатни торове и фосфор:

- Мокър киселинен процес с използване на сярна киселина (H_2SO_4)
- Третиране със солна киселина
- Третиране с азотна киселина (HNO_3)
- Термична обработка

При процесите със сярна киселина, солна киселина и азотна киселина химическата реакция е сходна, т.е. подкиселяване на рудата. Въпреки това отпадъчните продукти и страничните продукти са значително различни, с различни последици за производствените отпадъци с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Термичният процес използва високи температури за намаляване на фосфата за производство на фосфор, калциево-силикатна шлака и калцинат.

Остатъчни материали

В Европа 90% от фосфатната скала се третира по метода на сярната киселина. Въпреки това, промените в индустрията са преместили голяма част от производството на фосфорна киселина, заедно с свързаните с нея отпадъци от фосфогипс, в райони, където се добива фосфатната скала, т.е. Мароко и други страни от Северна Африка.

Твърди отпадъчни и странични продукти:

Основният отпадък е фосфогипс. Приблизително 15% от фосфогипса се рециклира в строителни материали.

Течни отпадъчни и странични продукти:

Старата практика е фосфогипсът да се изхвърля в реките и в морето. Понастоящем фосфогипсът се съхранява до голяма степен на сушата в специално създадени депа.

Производство на пигменти от титанов оксид

Процес



Пигмент от титанов оксид се произвежда от руди рутил (TiO_2) и илменит ($\text{TiO}_2 \cdot \text{FeO}$). В допълнение като суровина и в двата процеса може да се използва шлака от калай.

Годишна производителност

Мащабът на процеса в типичен средно голям завод е от порядъка на 90 000 т рутил или илменит годишно. Въз основа на концентрациите на уран и торий в 15 рутилни проби средната концентрация на активност в рутила е определена на 400 и 600 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ съответно за U-238 и Th-232 и дъщерните им нуклиди. Оценката за годишното производство на активност е 40 GBq за всеки от нуклидите от семейството на U-238 и 60 GBq за нуклидите от семейството на Th-232.

Остатъчни материали

Високо пречистеният TiO_2 пигмент, почти 100% от рутила, практически е напълно свободен от естествените радионуклиди, съдържащи се в рудата. Емисиите във въздуха, с изключение на радона в рудата, са незначителни. Следователно, цялата радиоактивност от рудата се появява в течните отпадъчни води и твърдите отпадъци. Твърди отпадъци възникват като издухване на кокс и руда от реактора, и като утайка от обработката на кисели разтвори на хлориди, отделени от TiCl_4 в етапите на кондензация. Този киселинен разтвор на хлориди съдържа почти цялата радиоактивност, съдържаща се в рудата. Разпределението на радионуклидите между твърдите отпадъци и изхвърлените отпадъчни води зависи от третирането на потока от киселинни течни отпадъци. Това третиране включва утаяване на катионите като хидроксиди чрез увеличаване на pH, при което радионуклидите на елементите радий и олово са склонни да останат в разтвора, ако крайната точка на pH не е достатъчно висока.

Твърди отпадъчни и странични продукти:

Хлоридни процеси

По-голямата част от радиоактивността от рудата се появява в твърдите вещества от обработката с киселина. Част от радиоактивността ще бъде открита в рудните остатъци и издухания кокс от реактора. Ако се приеме консервативно, че цялата активност на рутила се проявява в този твърд отпадък, типичните максимални концентрации въз основа на сухото тегло могат да бъдат изчислени на 7 и 11 $\text{Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ съответно за радионуклиди от редовете на U-238 и Th-232. Количеството на тези твърди отпадъци е около 5 000 тона годишно за завод, произвеждащ 90 000 TiO_2 . Концентрациите на активност ще бъдат по-ниски, а количествата отпадъци по-високи, когато неутрализацията на кисела хлоридна течност се извършва при по-висока крайна точка на pH. Годишните количества необработени рудни остатъци, съдържащи и кокс, ще зависят от характеристиките на рудата и средните условия на процеса. Те могат да възлизат на около 20% от годишната производителност на рутила. Може да се очаква концентрациите на активност в този вид отпадъци да бъдат от същия порядък като в използвания рутил.

Сярна технология

Няма налични данни за концентрациите на активност в твърдите отпадъци или страничните продукти от процеса на сярна киселина. Ако се приеме, че цялата активност на илменита се изчерпва в гипса, концентрациите на активност от веригите на U-238 и Th-232 ще бъдат от порядъка на 60 и 100 $\text{Bq} \cdot \text{kg}^{-1}$ съответно за активности 40 и 60 GBq годишно от илменитовата руда.

Течни отпадъчни и странични продукти:



Както е обяснено по-горе, активността на извеждане във водата от завод за производство на пигмент TiO_2 зависят от третирането на отпадъчния разтвор на хлоридни йони. Понастоящем е много вероятно във всички заводи да се прилага третиране на течни отпадъци, за да се ограничи изхвърлянето на киселини и тежки метали като кадмий, хром, цинк и олово. Следователно пълното изхвърляне на цялата активност от рудата във водата е малко вероятно. От друга страна, пълното отстраняване на цялата разтворена радиоактивност от течните отпадъци също не е практически постижимо, ако отпадъчните води от процеса на третиране са все още киселинни.

Хлоридни процеси

Годишните емисии на 2-3 MBq за радионуклиди от семействата на U-238 и Th-232 са цитирани от Леенхаут и др. 1996.

Процес на сярна киселина

Няма публикувани данни за отпадъци на TiO_2 , използваща процеса на сярна киселина. Предполага се, че ако тези заводи изхвърлят киселинни отпадъчни води, типичните отпадъци ще бъдат от същия порядък, както за завод със същото годишно производство, използващо хлоридния процес. Заводите, които отстраняват сярната киселина от течните отпадъци чрез превръщане на сулфата в гипс, вероятно значително намаляват активността на своите отпадъци. Сулфатите на радия и оловото са по-скоро неразтворими и се пренасят заедно с обемната утайка на гипса, както и повечето неразтворени твърди вещества.

Цирконий и редкоземни елементи

Циркон (ZrSiO_4)

Цирконът е циркониева руда, използвана главно за високотемпературни цели в стоманолепарни и железни лепарни и в огнеупорни материали и продукти, а също и във фина керамика. Малки обеми се използват като добавки в специални видове стъкло. Други употреби на циркон и свързаните с него минерали на цирконий включват абразивни материали, катализатори, бои, горивни облицовки и структурни материали в ядрени реактори. Цирконът не се добива в Европа и затова се внасят приблизително 350 000 тона годишно. Физическият процес, включващ раздробяване, смилане и оразмеряване, се извършва на различни места, включително Нидерландия, Англия, Германия, Италия и Испания. Единственият проблем с отпадъците, свързан с процеса, е прахът. Загубите в прах са между 0,1% и 1% от общото количество. Трябва да се подчертае, че съществува голям потенциал за вариационност в концентрациите на такива минерали. В цирконовите мелници се произвеждат сравнително малки количества отпадъци, които обикновено се изхвърлят на сметищата.

Керамика (и тухлени фабрики в частност)

Повечето големи предприятия произвеждат тухли и керемиди. Температурата на изпичане на пещите е между 1000°C и 1200°C . Глините обикновено имат концентрации на радионуклиди от веригите на разпадане U-238 и Th-232 в порядъка на 35 Bq.kg^{-1} . Между 40% и 100% от Po-210 се изпарява в процеса на изпичане. Делът на отделяния Po-210 зависи от степента на охлаждане и почистване на отпадъчните газове, за да се намалят емисиите на прах и високочестотни емисии. В изделията от керамика – битова и керамични плочки, цирконият е фиксиран в глазурата.

Производство на цимент



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

Процес

Производството на цимент включва топлинна обработка на смесени и смлени суровини, обикновено варовик и глина, или шисти и други материали за образуване на клинкер. Това изгаряне на клинкер се извършва при температура на материала от 1450°C в пещи. Клинкерът се смила и смесва с малки количества гипс, за да се получи Портланд цимент. Други смесени цименти се произвеждат от циментов клинкер с шлака от доменни пещи и летлива пепел. Големите циментови заводи произвеждат от порядъка на 4 000 тона цимент на ден.

Остатъчни материали

Поради много високата температура на суровините в пещите, изпаряването на Po-210 и Pb-210 е основният потенциален източник на атмосферни изхвърляния.



ПРИЛОЖЕНИЕ № 3

**ПРЕПОРЪКИ НА ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ (RP 135, ЧАСТ I) КЪМ МЕТОДИТЕ,
ИЗПОЛЗВАНИ ЗА РЕТРОСПЕКТИВНО ИЗЧИСЛЕНИЕ НА ЕФЕКТИВНИТЕ
ДОЗИ ОТ ПРОМИШЛЕНОСТИ, СВЪРЗАНИ С МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО
СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ. ДАННИ ЗА
ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ И ОБЛЪЧВАНЕТО ОТ ТЯХ**

Препоръките към моделите за оценка на дозите се базират на съвременни методологии за оценка на дозите от емисии от ядрената индустрията и оценка на тяхната годност за използване при определяне на дози от промишлености, използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, в рамките на ЕС.

Разглеждат се два вида замърсявания на околната среда: изхвърляния в атмосферата и във водните обекти.

Основната цел е да бъде извършена ретроспективна оценка като акцентът е върху реалистичната оценка на дозите. Целта на реалистичната оценка е да се оценят дозите възможно най-близо до тези, които действително биха били получени от населението, като се избегне значително завишаване или занижаване. За ретроспективни се считат дози, които се получават в момента или които са били получени в миналото. Предполага се, че е налична информация за местоположението и поведението на референтните групи. Проспективните оценки разглеждат дозите, които могат да бъдат получени в бъдеще, например от планирани замърсявания. В този случай е необходимо да се направи преценка, какво може да се случи в бъдеще, например по отношение на промени в земеползването и обикновено такива оценки включват елемент на предпазливост и допустимост.

Общи препоръки за етапите при оценката на дозите за референтните групи които са свързани предимно с ретроспективни оценки, но голяма част от тях могат да послужат и за проспективни оценки:

- спецификация на необходимите данни;
- пътищата на облъчване;
- методите на оценка;
- въпроси, които трябва да бъдат разгледани при идентифициране на референтните групи;
- други фактори, влияещи върху резултата, като например последици от краткосрочни изхвърляния, променливост и несигурност в началните условия, употребата на данните от измерванията и необходимостта от оценка на дозите за различните възрастови групи.

Всички разглеждания и препоръки имат само общ характер и за реалистична оценка трябва да се вземат предвид местните условия.



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

Необходими данни

Първият етап от радиологичните оценки е да се определи какви са освободените радионуклиди, къде и как се изпускат. Данните трябва да включват:

- вид и активност на радионуклидите, например 0,2 MBq от Po-210;
- форма на изхвърлянето, т.е. пара, частици или течност;
- местоположение на освобождаването, например изхвърляне в атмосферата от комин с височина 80 m или от вентилация на сграда; река или крайбрежна зона, в която се изхвърлят течности.

Естествените радионуклиди, отделяни от промишлености, използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, са U-238, U-235 и Th-232, и техните дъщерни продукти, като U-235 е в незначителни количества. Таблица 1 показва основните радиоактивни семейства и техните радиационно физични данни.

Таблица 1

U-238			Th-232		
Нуклид	Период на полуразпадане	Вид лъчение	Нуклид	Период на полуразпадане	Вид лъчение
U-238	$4,5 \cdot 10^9$ y	алфа	Th-232	$1,41 \cdot 10^{10}$ y	алфа
Th-234	24,1 d	бета	Ra-228	5,76 y	бета
Pa -234m	1,17 min	бета	Ac-228	6,13 h	бета, гама
U-234	$2,47 \cdot 10^4$ y	алфа	Th-228	1,913 y	алфа
Th230	$8,0 \cdot 10^4$ y	алфа	Ra-224	3,66 d	алфа, гама
Ra-226	1602 y	алфа, гама	Rn-220	55,6 s	алфа, гама
Rn-222	3,82 d	алфа	Po-216	0,15 s	алфа, гама
Po-218	3,05 min	алфа, бета	Pb-212 (100%)	10,64 h	бета, гама
Pb-214	26,8 min	бета, гама	Bi-212	60,6 min	алфа (35,9%), бета(64,1 %)
Bi-214	5,01 d	бета, гама	Tl-208 (33,7%)	3,05 min	бета, гама
Po-214	$0,6 \cdot 10^{-3}$ s	алфа, гама	Pb-208	стабилен	
Pb-210	22,3 y	бета, гама			
Bi-210	5,01 d	бета			
Po-210	138,4 d	алфа			
Pb-206	стабилен				

В Таблица 2 са показани подсемействата, които обикновено са в равновесие и нуклидите, участващи при определяне на дозите.



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

Таблица 2

Верига, подверига	Радионуклиди във вторично равновесие
U-238	U-238, Th-234, Pa-234m (99,8%), Pa-234 (0,2%)
U-234	U-234
Th-230	Th-230
Ra-226	Ra-226, Rn-222, Po-218, At-218, Pb-214 (99,96%), Bi-214, Po-214
Pb-210	Pb-210, Bi-210
Po-210	Po-210
Th-232	Th-232
Ra-228	Ra-228, Ac-228
Th-228	Th-228, Ra-224, Rn-240, Po-216, Pb-212, Bi-212, Po-212 (64,1%), Tl-208 (35,9%)
U-235	U-235, Th-231
Ac-227	Pa-231
Майчин радионуклид	Сегменти от веригата на разпадане, включени заедно с майчиния нуклид при моделиране на разпространението
U-238	U-238, U-234, Th-230, Ra-226 +, Pb-210+, Po-210
Th-232	Th-232, Ra-228+, Th-228+
U-235	U-235, Pa-231, Ac-227+

Радионуклидите К-40 и С-14 също присъстват в някои емисии от промишлености, използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, но не са разгледани по-нататък. Това е така, защото калият в тялото е под хомеостатичен контрол и по този начин малките приеми на К-40 ще имат незначително въздействие. В горните слоеве на атмосферата С-14 се произвежда непрекъснато в резултат на реакцията между космическите лъчи и N-14. Съдържанието на С-14 във въглицата обаче е незначително и по този начин отделянето на въглероден диоксид от заводите, изгарящи въглища, води до разреждане на изотопното съдържание на този изотоп в атмосферния въглерод. Това от своя страна води до намаляване на дозата на облъчване от С-14. Следователно освобождаването на С-14 не се счита за радиологично значимо.

Има няколко естествени радионуклиди, които поради слабото си разпространение реално нямат принос към облъчването на населението, но могат да предизвикат облъчване на работници в някои промишлености, използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди.

Веригите на разпадане в таблица 1 съдържат определен брой радионуклиди, някои от тях с период на полуразпадане, вариращ от няколко секунди до няколко месеца. По тази причина части от веригата на разпадане бързо ще достигнат равновесие в рамките на няколко дни до няколко месеца, при което късоживеещите дъщерни елементи ще имат същата активност като техните родители. Това позволява да се разгледа цялата верига по



РЪКОВОДСТВО за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

отношение на редица верижни сегменти, които могат да бъдат полезни при оценка на дозите. Тези сегменти са изброени в таблица 2, в която веригите на разпадане са опростени в подсемейства на дългоживеещи майчини нуклиди и техните дъщерни продукти. Когато се извършва оценка на дозите, тези подсемейства се третират като индивидуални радионуклиди със съставни характеристики.

Естествените радионуклиди в рудите и другите суровини вероятно са във вторично равновесие с продуктите си на разпадане. Обработката на тези суровини може да предизвика концентрация на някои нуклиди и по този начин равновесието ще бъде нарушено. Това се случва при процеси на масово разделяне, изпаряване или други физични и химични процеси. Например изгарянето на въглища води до изхвърляне на пепел в атмосферата, която, поради процеса на изпаряване има повишени концентрации на Po-210 и на Pb-210. Особено важно е, когато се специфицират изходните данни на източника на повишено съдържание на естествени радионуклиди, да се вземат предвид последиците от всички механизми, водещи до изменения в радионуклидния състав и концентрацията на отделните изотопи.

От анализ на информацията за ЕС за промишлености, използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, става ясно, че отпадъците се изхвърлят предимно в атмосферата и във водните басейни. Така, в общи линии, пътищата за изхвърляне са подобни на тези от ядрените централи и други съоръжения, произвеждащи радиоактивни отпадъци, например болници. Има обаче редица специфични различия:

- Възможно е атмосферните емисии от индустриите, свързани с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди (например работещи с въглища електроцентрали) да са значително по-високи, отколкото биха били в ядрената индустрия или други производители на радиоактивни отпадъци.
- Замърсяването на морската среда от ядрената промишленост се случва в крайбрежните зони (или устия) от тръбопроводи на сушата, докато петролната и газовата промишленост изхвърля някои отпадъци директно в открито море.
- Някои съоръжения изхвърлят отпадъци в канализацията, напр. болниците. Този начин на изхвърляне обикновено не се използва за отпадъци от индустриите, свързани с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, поради големите включени обеми и техните химични характеристики.

В някои случаи химичната форма на радионуклиди от ядрената промишленост и други съоръжения, произвеждащи радиоактивни отпадъци, могат да имат значителен ефект върху радиационните дози. Физичната форма също е потенциално важна за отделянето на частици в атмосферата, където размерът на частиците може да повлияе на последващите дози от изхвърлянията. ICRP (1994) препоръчва размер на частиците от 1 μm за експозиция на населението и от 5 μm за работните места. Като цяло, това използване по подразбиране се счита за приемливо при оценка на дозите от атмосферните изхвърляния. Когато обаче освобождаването е предизвикано чрез



РЪКОВОДСТВО **за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в** **страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на** **естествени радионуклиди**

отвяване от насипни материали и има повторно утаяване на частиците, размерът може да е по-близо до 5 μm и за населението.

Референтните групови дози обикновено се оценяват по предположения за годишни емисии. Това предполага, че емисиите са непрекъснати и еднакви през цялата годината. На практика не всички емисии ще бъдат изцяло равномерно непрекъснати. Например, мащабни изхвърляния от нефтени и газови платформи възникват след рутинни операции по почистване, които могат да се проведат в различни интервали през годината. Предвид другите променливи в процеса на оценяване, резултатите, основани на непрекъснато освобождаване, са достатъчно валидни при нормални оперативни дневни вариации на емисиите.

Ако значителна част от годишното освобождаване става в кратък период от време, това би могло да доведе до по-високи годишни дози, в сравнение с тези с равномерен годишен процент. Оценката трябва да вземе предвид месеца в годината, тъй като някои изходни данни варират сезонно, напр. свързания с дейности по прибиране на реколтата престой на открито. Следните фактори биха могли да доведат до по-високи дози:

- през краткия период от време, през който се случва освобождаването, дисперсията в околната среда може да бъде по-локализирана от средната дисперсия за една година. В случай на изхвърляне в атмосферата, това може да се дължи на появата на метеорологични условия, които водят до лоша дисперсия (напр. условия на инверсия през нощта или по време на антициклони). При изхвърляне във водата, това може да е резултат от нисък дебит на реките, какъвто може да възникне през летните месеци.
- изпускания в атмосферата по време на валеж водят до повишена депонирана активност.
- отделените твърди частици като люспи или фосфогипс могат да се разпръснат във водната среда различно от разтворения материал.
- навиците на поведение се променят през сезоните. Например риболовът има вероятност да се появи по-често през лятото.
- ако реколтата е готова за прибиране малко след изхвърлянето, това води до по-висока концентрация на активност в някои храни. Също така, някои храни (напр. кореноплодни зеленчуци и плодове) и фуражи, събрани скоро след изхвърлянето могат да се съхраняват за консумация много месеци след това, като през това време запазват високата концентрация на радионуклиди или дори я повишават (поради загуба на водно съдържание).

Трябва също така да се отбележи, че понякога могат да възникнат краткосрочни освобождавания с висока активност, които водят до по-ниски дози (например през зимата, когато се прибират малко култури).

Пътища на облъчване

Когато радионуклидите се отделят в околната среда, има различни начини, по които те могат да доведат до радиационни дози, като при реалистичната оценка не е необходимо да се разглеждат всички теоретични възможности. Дозата, която трябва да



се сравни с приложимия критерий за доза, ще бъде сумата от дози за референтната група от съответните пътища на експозиция. Например, общата доза за типичен член на референтната група от атмосферни изхвърляния като цяло ще бъде сумата от дозите от външно облъчване от радионуклиди отложени в земята, вдишване на радионуклиди в облака и ресуспендирани след отлагане и поглъщане на радионуклиди в земни храни, т.е.

Обща доза от атмосферни изхвърляния = Инхалаторна доза + Външна доза + Перорална доза

В някои случаи е възможно референтната група да получи дози от изхвърляния в конкретна среда, например от атмосферни изпускания и замърсявания в река, съответно група от индивиди може да получи доза от консумация на сладководна риба. Същите индивиди могат да получат доза от поглъщане на земни храни, отгледани в почвата, върху която са депозираны изхвърлянията от същия източник, замърсил реката. При тези обстоятелства е важно е да се сумират дозите от различните емисии, т.е.:

Обща доза от завода = Σ инхалаторна доза + Σ външна доза + Σ перорална доза

Важно е обаче избраните комбинации от навици на референтната група да са реалистични. Например, не би било реалистично да приемем, че индивидът консумира високи нива на морски храни, високи нива на сладководни риби и високи нива на сухоземни храни едновременно.

Методика на оценка на дозите

Има редица причини, поради които подходът, възприет за оценка на дозите от техногенни радионуклиди (предимно обекти на ядрената индустрия), базиращ се на обширен мониторинг на изхвърлянията, депониранията и спецификата на референтната група, като цяло не е подходящ за оценка на дозите от емисии с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Двете основни причини, поради които този подход се отхвърля са:

- като цяло дозите от тези емисии са ниски, поради което разходите за мащабно проучване е малко вероятно да бъдат оправдани;
- съществуват някои практически проблеми на измерването на активност на естествени радионуклиди над нормалните фонове нива, но близо до тях.

1. *Натрупване на радионуклиди в околната среда*

Когато радионуклидите се изхвърлят непрекъснато, те могат да се натрупат в среда до точка, в която се достигат условия на равновесие. Условия на равновесие означава, че скоростта на изхвърляне на радионуклид е равна на скоростта на пренос извън разглежданата среда. Точката, в която се достигат условията на равновесие, зависи от поведението, химичната форма и периода на полуразпадане на нуклида.

Продължителността на времето, необходимо за отчитане на натрупването, ще зависи от вероятния живот на завода и дали подобен завод може да бъде построен на същото място. Животът на завода вероятно ще бъде в диапазона от 30 до 100 години, въпреки че трябва да се отбележи, че процесите, водещи до емисиите, няма вероятност да останат едни и същи дълги периоди от време.



2. Радиоактивни семейства

Радионуклид може да се разпадне в дъщерен, който също е радиоактивен и това трябва да се вземат предвид при реалистични оценки на дозите. В някои случаи продуктите на разпадане може да имат по-високи коефициенти на дозите от изходния продукт.

В други случаи ситуацията е по-проста, тъй като дъщерният продукт има кратък период на полуразпадане и може да се счита, че е в равновесие с майчиния нуклид. В този случай двата радионуклида просто се разглеждат заедно. В някои случаи, за радионуклиди с много дълъг живот, израстването на потомство се реализира за толкова дълъг период от време, че не е необходимо това да се включва в оценките на рутинни емисии.

3. Референтни групи

При определянето на референтни групи са възможни два широки подхода. Първият включва провеждане на анкети сред местното население за определяне на техните навици, къде живеят и т.н. От тези проучвания могат да бъдат идентифицирани хората, които получават или са получили най-висока доза. Вторият подход включва използването на по-обобщени данни за установяване общи групи от хора, които е вероятно да получат най-високите дози. Двата подхода могат да се използват поотделно или в комбинация. Например местни проучвания на потреблението на морски храни, едновременно с обобщени данни за нивата на потребление на земната храна.

Референтните групи могат да бъдат идентифицирани за ретроспективни оценки чрез местни проучвания и специфични за обекта навици, допълнени при необходимост чрез използването на общи изследвания на навиците. Референтните групи за проспективни оценки могат да бъдат идентифицирани по същия начин, но трябва да се вземе предвид дали има вероятност навиците да се запазят или да се появят нови такива през периода от време, който представлява интерес.

Референтните групи са предназначени да бъдат представителни за лицата, които вероятно ще получат най-високи дози. Има много различни потенциални пътища на експозиция, но те варират по важност. Следователно не е необходимо или полезно да се разглежда всяка възможност, за да се направи реалистична оценка на дозата, достатъчно е под внимание да бъдат взети важните пътища.

Референтните групи трябва да са достатъчно малки, за да имат относително сходни навици и обикновено са до няколко десетки души.

3.1. Комбинации от навици

Референтните групи трябва да имат комбинации от навици, както високи, така и средни, въз основа на местни познания и правдоподобни предположения. Тези комбинации от навици трябва да бъде реалистична и да не води до неправдоподобни ситуации, например някой с прекомерен прием на калории. За всяка от потенциалните референтни групи трябва да се вземе предвид пълен набор от начини на облъчване. Въпреки това, в повечето случаи не е реалистично да се приеме, че едни и същи хора са



най-изложени едновременно на всички пътища на облъчване. Механичното добавяне на максимални дози, приписани на различни пътища, обикновено не е подходящо. Вместо това, за реалистична оценка на дозите, е редно да се вземе комбинацията от осреднени данни за навиците.

3.2. Възрастови групи

Публикация 72 на ICRP (1996) дава коефициенти на дозата за поглъщане и вдишване на радионуклиди за шест възрастови групи, от три месеца до възрастни. Примерни изчисления, извършени с използване на емисии от ядрени централи за всичките шест възрастови групи показват, че не е необходимо да се вземат предвид всички, достатъчно е да се разгледат деца на 1 година, 10 години и възрастни.

Обикновено се оценяват дозите за кърмачета, които консумират краве мляко, а не кърма. Изследване на данни за дозите за кърмачета (Phipps et al, 2001) показва, че те са значително по-ниски от тези за възрастни за всички естествени радионуклиди, за които има налични данни. Следователно, при оценките на емисии от материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди не е необходимо да се вземат предвид такива дози. Феталните дози обикновено не се включват в оценките за населението.

3.3. Дозови коефициенти

За оценка на дозите трябва да се използват коефициентите, публикувани в Наредбата за радиационна защита, 2018. Когато се предоставят данни за повече от една химична форма на даден елемент и действителната химическа форма не е известна, стойностите по подразбиране трябва да се вземат от публикацията на ICRP (1996). Трябва да се използва експертна преценка, за да се определи най-подходящата химична форма за използване при оценката, вместо да се приеме химическата форма, която води до най-високия коефициент на дозата.

4. Проблеми при постигането на реалистични оценки

Реализъм

Оценката трябва да отразява пренасянето на радионуклидите през околната среда към човека. Има много несигурности и несъответствия, които могат да възникнат при много етапи, например, ако:

- моделирането на радионуклидите в околната среда не е вярно представено.
- измерванията не дават точно представяне на околната среда, напр. поради проблеми с естествено високите фонове нива.
- не са включени значими пътища на експонация.
- предположенията, свързани с данните за навиците за референтната група не са представителни, напр. приема се, че цялата консумирана риба е местно уловена, докато в действителност само 10% от рибата е местна.

Променливост и неопределеност



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

Оценките на дозите непременно включват серия от предположения за поведението на референтната група и за преноса на радионуклиди в околната среда. Следователно очакваната средна доза за референтната група е в рамките на разпределението на възможните дози.

Има два аспекта на това разпределение, наречено несигурност и променливост. Неопределеността отразява количеството знания за изследваната система и се отнася до това колко точно може да се оцени дозата; за пример колко добре са известни всички стойности на параметрите в изчисленията. Променливостта се отнася до действителните разлики, които възникват както при прехвърляне в различни среди и, най-важното, между индивиди в група (напр. нива на потребление и обитаемост).

Използване на данни от измервания

Използването на данни от измервания за определяне на параметрите на източника е очевидно важно за оценка на дозите от индустриите, свързани с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Както бе споменато по-горе, има практически трудности при измерването на активността на естествени радионуклиди от изхвърляния над нормалните фонове нива в околната, напр. почви. По този начин за много от индустриите, свързани с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, оценката на дозите няма да включва данни от измервания на околната среда, освен може би за да посочат ограничено въздействие върху местната среда. Малко са индустриите, свързани с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, където могат да бъдат намерени статистически значими надфонове концентрации в околната среда, напр. някои замърсявания от фосфатната промишленост. След това те могат да се използват директно в оценки на дозите.



ПРИЛОЖЕНИЕ № 4

**НИВА НА АКТИВНОСТИ И СПЕЦИФИЧНИ АКТИВНОСТИ НА
ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ, ПОД КОИТО ДЕЙНОСТИТЕ С
МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ
РАДИОНУКЛИДИ НЕ ПОДЛЕЖАТ НА РЕГУЛИРАНЕ**

1.1. ЕС, Директива на Съвета 2013/59/Евратом

Количество	Нуклид	Специфична активност	Активност
		Bq/g	kBq
До 1000 kg	^{238}U + дъщерни продукти	10	10
	^{226}Ra + дъщерни продукти	10	10
	^{40}K (соли на K)	100	1000
Над 1000 kg	Естествени радионуклиди от семействата на ^{238}U и ^{232}Th	1	-
	^{40}K	10	

1.2. България, Наредба за радиационна защита

Количество	Нуклид	Специфична активност	Активност
		Bq/g	kBq
Малки количества (до 1000 kg)	^{238}U + дъщерни продукти	10	10
	^{232}Th	10	10
	^{226}Ra + дъщерни продукти	10	10
	^{40}K (соли на K)	100	1000
Големи количества (над 1000 kg)	Всеки радионуклид от семействата на ^{238}U и ^{232}Th	1	-
	^{40}K	10	-

1.3. МААЕ, Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards, GRS Part 3, 2014 г.

Количество	Нуклид	Специфична активност
		Bq/g
Над 1000 kg	Всеки радионуклид от семействата на ^{238}U и ^{232}Th	1
	^{40}K	10

Забележки:

- Стойностите на изходния нуклид се прилагат и към първия (майчин) нуклид в подсемейство от изброените по-горе, напр. ^{226}Ra + дъщерни продукти.
- При смес от радионуклиди от различни семейства условието за изключване е:



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

$$\sum (C_i/c_i) < 1$$

където:

C_i е специфичната активност на майчиния нуклид в едно семейство или подсемейство

c_i е нивото за изключване за нуклидите от същото семейство или подсемейство



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

ПРИЛОЖЕНИЕ № 5

Специфична активност на дисперсни материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, консервативен сценарий за достигане на максимална годишна ефективна доза от 0,3 mSv за население. Оценка на Службата по радиационна защита на Канада*

Радионуклид	Течни	Твърди	Въздух
	Bq/l	Bq/kg	Bq/m ³
²³⁸ U в равновесие с всички дъщерни продукти	1	300	0,003
²³⁸ U в равновесие с ²³⁴ Th, ²³⁴ Pa, ^{234m} Pa, ²³⁵ U	10	10000	0,05
²³⁰ Th	5	10000	0,01
²²⁶ Ra в равновесие с всички дъщерни продукти	5	300	0,05
²¹⁰ Pb в равновесие с ²¹⁰ Bi и ²¹⁰ Po	1	300	0,05
²³² Th с всички дъщерни продукти	1	300	0,002
²³² Th	1	10000	0,006
²²⁸ Ra в равновесие с ²²⁸ Ac	5	300	0,005
²²⁸ Th в равновесие с всички дъщерни продукти	1	300	0,003
⁴⁰ K	-	17000	-

*При едновременно въздействие се прилага правилото за претеглената сума < 1

Фактор на заетост при твърди вещества и въздух = 0,25;

50% консумация на зеленчуци, растящи върху замърсена почва

Активност на дискретни материали, съдържащи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, консервативен сценарий за достигане на максимална годишна ефективна доза от 0,3 mSv за население. Оценка на Службата по радиационна защита на Канада*

Радионуклид	Обща активност
	Bq
²³⁸ U в равновесие с ²³⁴ Th, ²³⁴ Pa,	10000



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

^{230}Th	10000
^{226}Ra в равновесие с всички дъщерни продукти	10000
^{210}Pb в равновесие с ^{210}Bi и ^{210}Po	10000
^{232}Th с всички дъщерни продукти	1000
^{228}Ra в равновесие с ^{228}Ac	100000
^{228}Th в равновесие с късоживеещите дъщерни продукти	10000
^{40}K	1000000

*При смес от радионуклиди се прилага правилото за претеглената сума < 1

Дози от атмосферни изхвърляния от 1 GBq/a през комини с различна височина (ЕС, RP 135)*

Нуклид	Височина					
	10 m		50 m		100 m	
	Sv/a	Критичен път на облъчване	Sv/a	Критичен път на облъчване	Sv/a	Критичен път на облъчване
$^{238}\text{U}+$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	И(97%)	$1,3 \cdot 10^{-7}$	И(95%)	$2,5 \cdot 10^{-8}$	И(83%)
$^{235}\text{U}+$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	И(95%)	$1,4 \cdot 10^{-7}$	И(89%)	$3,2 \cdot 10^{-8}$	И(71%)
^{234}U	$2,6 \cdot 10^{-6}$	И(98%)	$1,5 \cdot 10^{-7}$	И(96%)	$2,9 \cdot 10^{-8}$	И(88%)
^{232}Th	$2,1 \cdot 10^{-5}$	И(88%)	$1,4 \cdot 10^{-6}$	И(73%)	$4,1 \cdot 10^{-7}$	И(54%)
^{230}Th	$1,1 \cdot 10^{-5}$	И(99%)	$5,9 \cdot 10^{-7}$	И(97%)	$1,1 \cdot 10^{-7}$	И(91%)
$^{228}\text{Th}+$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	И(100%)	$1,8 \cdot 10^{-6}$	И(99%)	$3,2 \cdot 10^{-7}$	И(99%)
$^{231}\text{Pa}+$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	И(97%)	$6,3 \cdot 10^{-6}$	И(91%)	$1,3 \cdot 10^{-6}$	И(76%)
$^{228}\text{Ra}+$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	И(76%)	$2,0 \cdot 10^{-7}$	И(55%)	$7,3 \cdot 10^{-8}$	ПО(48%)
$^{226}\text{Ra}+$	$4,6 \cdot 10^{-6}$	И(58%)	$4,1 \cdot 10^{-7}$	И(35%)	$1,9 \cdot 10^{-7}$	ВО(35%)
$^{227}\text{Ac}+$	$4,2 \cdot 10^{-4}$	И(100%)	$2,3 \cdot 10^{-5}$	И(100%)	$4,1 \cdot 10^{-6}$	И(99%)
^{222}Rn	$2,0 \cdot 10^{-9}$	И(100%)	$1,1 \cdot 10^{-10}$	И(100%)	$1,9 \cdot 10^{-11}$	И(100%)
^{220}Rn	$1,5 \cdot 10^{-7}$	И(100%)	$8,2 \cdot 10^{-9}$	И(100%)	$1,4 \cdot 10^{-9}$	И(100%)
$^{210}\text{Pb}+$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	ПО(53%)	$1,9 \cdot 10^{-7}$	ПО(74%)	$9,6 \cdot 10^{-8}$	ПО(91%)
^{210}Po	$4,3 \cdot 10^{-6}$	И(58%)	$3,8 \cdot 10^{-7}$	ПО(65%)	$1,8 \cdot 10^{-7}$	ПО(86%)

И – инхалаторно; ПО – перорално; ВО – външно облъчване

*Дозови коефициенти съгласно ЕС RP 135, Таблица 36

Дози от изхвърляния от 1 GBq/a в реки (ЕС, RP 135)*

Малки реки		
	Консумация, населеност	
	средна	висока



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Нуклид или сегмент от разпадна верига	Sv/a	Критичен път на облъчване	Sv/a	Критичен път на облъчване
$^{238}\text{U}+$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	ПВ(94%)	$5,2 \cdot 10^{-7}$	ПВ(66%)
$^{235}\text{U}+$	$3,9 \cdot 10^{-7}$	ПВ(92%)	$5,5 \cdot 10^{-7}$	ПВ(65%)
^{234}U	$3,9 \cdot 10^{-7}$	ПВ(95%)	$5,6 \cdot 10^{-7}$	ПВ(66%)
^{232}Th	$6,3 \cdot 10^{-8}$	ВО(84%)	$7,4 \cdot 10^{-8}$	ВО(71%)
^{230}Th	$7,0 \cdot 10^{-8}$	ВО(87%)	$8,1 \cdot 10^{-8}$	ВО(75%)
$^{228}\text{Th}+$	$6,1 \cdot 10^{-5}$	ВО(100%)	$6,1 \cdot 10^{-5}$	ВО(100%)
$^{231}\text{Pa}+$	$5,1 \cdot 10^{-6}$	ПВ(89%)	$7,1 \cdot 10^{-7}$	ПВ(64%)
$^{228}\text{Ra}+$	$7,2 \cdot 10^{-6}$	ПВ(72%)	$1,9 \cdot 10^{-5}$	КР(69%)
$^{226}\text{Ra}+$	$4,0 \cdot 10^{-6}$	ПВ(52%)	$8,7 \cdot 10^{-6}$	КР(60%)
$^{227}\text{Ac}+$	$1,1 \cdot 10^{-5}$	ПВ(53%)	$2,0 \cdot 10^{-5}$	КР(46%)
$^{210}\text{Pb}+$	$9,5 \cdot 10^{-6}$	КР(60%)	$6,0 \cdot 10^{-5}$	КР(93%)
^{210}Po	$8,1 \cdot 10^{-6}$	ПВ(80%)	$2,3 \cdot 10^{-5}$	КР(72%)
Средни реки				
Нуклид или сегмент от разпадна верига	Консумация, населеност			
	Средна		Висока	
	Sv/a	Критичен път на облъчване	Sv/a	Критичен път на облъчване
$^{238}\text{U}+$	$9,0 \cdot 10^{-9}$	ПВ(94%)	$1,3 \cdot 10^{-8}$	ПВ(66%)
$^{235}\text{U}+$	$9,7 \cdot 10^{-9}$	ПВ(92%)	$1,4 \cdot 10^{-8}$	ПВ(65%)
^{234}U	$9,8 \cdot 10^{-9}$	ПВ(95%)	$1,4 \cdot 10^{-8}$	ПВ(67%)
^{232}Th	$1,6 \cdot 10^{-9}$	ВО(84%)	$1,9 \cdot 10^{-9}$	ВО(71%)
^{230}Th	$1,8 \cdot 10^{-9}$	ВО(87%)	$2,0 \cdot 10^{-9}$	ВО(75%)
$^{228}\text{Th}+$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	ВО(100%)	$1,5 \cdot 10^{-6}$	ВО(100%)
$^{231}\text{Pa}+$	$1,3 \cdot 10^{-7}$	ПВ(89%)	$1,8 \cdot 10^{-7}$	ПВ(64%)
$^{228}\text{Ra}+$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	ПВ(72%)	$4,7 \cdot 10^{-7}$	КР(69%)
$^{226}\text{Ra}+$	$1,0 \cdot 10^{-7}$	ПВ(52%)	$2,2 \cdot 10^{-7}$	КР(60%)
$^{227}\text{Ac}+$	$2,9 \cdot 10^{-7}$	ПВ(53%)	$4,9 \cdot 10^{-7}$	КР(46%)
$^{210}\text{Pb}+$	$2,4 \cdot 10^{-7}$	КР(60%)	$1,5 \cdot 10^{-6}$	КР(94%)
^{210}Po	$2,0 \cdot 10^{-7}$	ПВ(80%)	$5,7 \cdot 10^{-7}$	КР(72%)
Големи реки				
	Консумация, населеност			
	средна		висока	



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Нуклид или сегмент от разпадна верига	Sv/a	Критичен път на облъчване	Sv/a	Критичен път на облъчване
$^{238}\text{U}+$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	ПВ(95%)	$2,6 \cdot 10^{-9}$	ПВ(66%)
$^{235}\text{U}+$	$1,9 \cdot 10^{-9}$	ПВ(92%)	$2,8 \cdot 10^{-9}$	ПВ(65%)
^{234}U	$1,9 \cdot 10^{-9}$	ПВ(95%)	$2,8 \cdot 10^{-9}$	ПВ(67%)
^{232}Th	$3,1 \cdot 10^{-10}$	ВО(84%)	$3,7 \cdot 10^{-10}$	ВО(71%)
^{230}Th	$3,5 \cdot 10^{-10}$	ВО(87%)	$4,1 \cdot 10^{-10}$	ВО(75%)
$^{228}\text{Th}+$	$3,1 \cdot 10^{-7}$	ВО(100%)	$3,1 \cdot 10^{-7}$	ВО(100%)
$^{231}\text{Pa}+$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	ПВ(89%)	$3,5 \cdot 10^{-8}$	ПВ(64%)
$^{228}\text{Ra}+$	$3,6 \cdot 10^{-8}$	ПВ(72%)	$9,4 \cdot 10^{-8}$	КР(69%)
$^{226}\text{Ra}+$	$2,0 \cdot 10^{-8}$	ПВ(52%)	$4,3 \cdot 10^{-8}$	КР(60%)
$^{227}\text{Ac}+$	$5,7 \cdot 10^{-8}$	ПВ(53%)	$9,7 \cdot 10^{-8}$	КР(46%)
$^{210}\text{Pb}+$	$4,7 \cdot 10^{-8}$	КР(60%)	$3,0 \cdot 10^{-7}$	КР(94%)
^{210}Po	$4,0 \cdot 10^{-8}$	ПВ(80%)	$1,1 \cdot 10^{-7}$	КР(72%)

ПВ – питейна вода; КР – консумация на риба; ВО – външно облъчване

*Дозови коефициенти съгласно EC RP 135, Табл. 36

Обобщени характеристики на реки (ЕС, RP 135)

Характеристика	Голяма река	Средна река	Малка река
Дължина m	1000	1000	1000
Ширина m	200	50	5
Дълбочина m	3	3	1
Обем на водата m ³	600000	150000	5000
Дълбочина на седимента m	1	1	0,3
Плътност на седимента (сух) kg/m ³	1500	1500	1500
Плътност на суспендиран нанос kg/m ³	0,04	0,04	0,04
Скорост на водния поток m/s	0,83	0,67	0,5
Волуметричен воден поток m ³ /s	500	100	2,5
Скорост на седиментния поток m/s	0,0001	0,0001	0,0000317
Волуметричен седиментен поток m ³ /s	0,02	0,005	0,0000476



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други
материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Обобщени стойности на някои величини, използвани за оценка на ефективните дози

(Включени са само стойности, които се отнасят до суровини и продукти, за които в АЯР е подадено уведомление за дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди и за които е потвърдено, че се използват в България. Пълна и подробна информация за всички видове материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди се намира в цитираните източници на информация.)

Път на облъчване	Величина	Източник на облъчване	Стойност (в скоби – определящ нуклид)	Източник на информация
Външно облъчване	Доза при външно гама облъчване на 1 m от големи количества материал (над 1 тон) при концентрация 1 Bq/g	Фосфорит	0,51 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{238}U)	IAEA SRS 49 Таблица 8
		Фосфогипс	0,42 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{226}Ra)	
		Циркониев пясък	0,43 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{238}U)	
		Тор суперфосфат	0,31 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{230}Th)	
		Фосфорен тор NP	0,05 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{238}U)	
		Троен суперфосфат	0,14 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{238}U)	
		Тор К	0,04 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{40}K)	
		Тор РК	0,05 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{40}K)	
		Тор NPK	0,06 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{40}K)	
		Всякакви материали	0,462 nGy.h ⁻¹ /Bq.kg ⁻¹ (^{238}U) + 0,604 nGy.h ⁻¹ /Bq.kg ⁻¹ (^{232}Th) + 0,0417 nGy.h ⁻¹ /Bq.kg ⁻¹ (^{40}K)	UNSCEAR
	Доза при външно гама облъчване на 1 m от малки количества материал (под 1000 kg) при концентрация 1 Bq/g	Филтърни платна от фосфорит	0,0067 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{226}Ra)	IAEA SRS 49 Таблица 11
		Котлен камък, утайки от газова и нефтена промишленост	0,06 $\mu\text{Sv.h}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$ (^{226}Ra)	
	Годишна ефективна доза на работници при външно гама облъчване на 1 m от големи количества материал (над 1тон) при концентрация 1 Bq/g и време на престой 400 часа	Фосфорит	0,204 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{238}U)	IAEA SRS 49 Таблица 10
		Фосфогипс	0,168 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{226}Ra)	
		Циркониев пясък	0,172 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{238}U)	
		Тор суперфосфат	0,124 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{230}Th)	
		Фосфорен тор NP	0,020 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{238}U)	
		Троен суперфосфат	0,056 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{238}U)	
		Тор К	0,016 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{40}K)	
		Тор РК	0,020 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{40}K)	
		Тор NPK	0,204 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{40}K)	
		Фосфорит	0,074 mSv.a ⁻¹ /Bq.g ⁻¹ (^{238}U)	IAEA SRS 49



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Вътрешно облъчване	Годишна ефективна доза на работещи от инхалация на прах за единица концентрация – големи количества материал (над 1 тон)	Фосфогипс	$0,022 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{226}\text{Ra})$	Таблица 10
		Циркониев пясък	$0,064 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{238}\text{U})$	
		Тор суперфосфат	$0,124 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{230}\text{Th})$	
		Фосфорен тор NP	$0,050 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{238}\text{U})$	
		Троен суперфосфат	$0,046 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{238}\text{U})$	
		Тор К	$0,002 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{40}\text{K})$	
		Тор РК	$0,004 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{40}\text{K})$	
		Тор NPK	$0,006 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{40}\text{K})$	
	Годишна ефективна доза на работещи от инхалация на прах на единица концентрация – малки количества материал (под 1 тон)	Филтърни платна от фосфорит	$0,0011 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{226}\text{Ra})$	IAEA SRS 49 Таблица 12
		Котлен камък, утайки от газова и нефтена промишленост	$0,0048 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{226}\text{Ra})$	
		Циркониев пясък	$0,0068 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{238}\text{U})$	IAEA, 1989
Комбинирано облъчване (външно + инхалация на прах)	Годишна ефективна доза на работещи	Голямо количество, напр. рудно тяло, голям склад	$0,02 - 0,4 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$	IAEA SRS 49 Таблица 2
		Малко количество, напр. минерален концентрат, котлен камък, утайка	$0,008 - 0,04 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1}$	
		От дим от пещ, съдържащ $^{210}\text{Pb} + ^{210}\text{Po}$	$0,023 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{210}\text{Pb})$	IAEA SRS 49 Таблица 14
		От утайки, съдържащи $^{210}\text{Pb} + ^{210}\text{Po}$	$0,0003 \text{ mSv.a}^{-1}/\text{Bq.g}^{-1} (^{210}\text{Pb})$	



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Дозови коефициенти за инхалаторно постъпление в mSv/Bq (Наредба за радиационна защита)

Нуклид	Възрастова група					
	До 1 г.	1 – 2 г.	2 – 7 г	7 – 12 г.	12 – 17 г	Над 17 г.
^{238}U						
^{238}U	2,94E-02	2,50E-02	1,59E-02	1,00E-02	9,09E-03	7,69E-03
^{234}Th	4,17E-05	3,13E-05	1,69E-05	1,10E-05	9,09E-06	7,69E-06
$^{234\text{m}}\text{Pa}$	2,94E-06	2,08E-06	1,10E-06	7,14E-07	5,00E-07	4,00E-07
^{234}U	3,33E-02	2,94E-02	1,89E-02	1,20E-02	1,00E-02	9,09E-03
^{230}Th	2,08E-01	2,00E-01	1,41E-01	1,10E-01	1,00E-01	1,00E-01
^{226}Ra	3,45E-02	2,94E-02	1,89E-02	1,20E-02	1,00E-02	9,09E-03
^{214}Pb	7,14E-05	5,00E-05	2,78E-05	2,08E-05	1,49E-05	1,49E-05
^{214}Bi	9,09E-05	6,25E-05	3,13E-05	2,22E-05	1,69E-05	1,41E-05
^{210}Pb	1,79E-02	1,79E-02	1,10E-02	7,14E-03	5,88E-03	5,56E-03
^{210}Bi	3,85E-04	3,03E-04	1,89E-04	1,30E-04	1,10E-04	9,09E-05
^{210}Po	1,79E-02	1,41E-02	8,33E-03	5,88E-03	5,00E-03	4,35E-03
^{232}Th						
^{232}Th	2,33E-01	2,22E-01	1,59E-01	1,30E-01	1,20E-01	1,10E-01
^{228}Ra	5,00E-02	4,76E-02	3,23E-02	2,00E-02	1,59E-02	1,59E-02
^{228}Ac	1,79E-04	1,59E-04	1,00E-04	5,56E-05	2,94E-05	2,50E-05
^{228}Th	1,79E-01	1,49E-01	8,33E-02	5,56E-02	4,76E-02	4,00E-02
^{224}Ra	1,20E-02	9,09E-03	5,88E-03	4,35E-03	4,17E-03	3,45E-03
^{212}Pb	6,67E-04	5,00E-04	3,33E-04	2,50E-04	2,38E-04	1,89E-04
^{212}Bi	1,59E-04	1,10E-04	5,88E-05	4,35E-05	3,85E-05	3,13E-05
^{40}K						
^{40}K	2,38E-05	1,69E-05	7,69E-06	4,55E-06	2,50E-06	2,08E-06



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Дозови коефициенти за перорално постъпване в mSv/Bq (Наредба за радиационна защита)

Нуклид	Възрастова група					
	До 1 г.	1 – 2 г.	2 – 7 г.	7 – 12 г.	12 – 17 г.	Над 17 г.
^{238}U						
^{238}U	2,30E+00	3,45E-04	1,20E-04	7,69E-05	6,67E-05	6,67E-05
^{234}Th	1,50E+01	4,00E-05	2,50E-05	1,30E-05	7,14E-06	4,17E-06
$^{234\text{m}}\text{Pa}$	1,20E+02	5,00E-06	3,23E-06	1,69E-06	1,00E-06	6,25E-07
^{234}U	2,00E+00	3,70E-04	1,30E-04	9,09E-05	7,14E-05	7,14E-05
^{230}Th	6,50E-01	4,17E-03	4,17E-04	3,13E-04	2,38E-04	2,22E-04
^{226}Ra	1,00E-01	4,76E-03	1,00E-03	6,25E-04	7,69E-04	1,49E-03
^{214}Pb	3,80E+02	2,70E-06	1,00E-06	5,26E-07	3,13E-07	2,00E-07
^{214}Bi	5,20E+02	1,41E-06	7,14E-07	3,57E-07	2,08E-07	1,41E-07
^{210}Pb	8,00E-02	8,33E-03	3,57E-03	2,22E-03	1,89E-03	1,89E-03
^{210}Bi	4,00E+01	1,49E-05	1,00E-05	4,76E-06	2,94E-06	1,59E-06
^{210}Po	4,40E-02	1,59E-02	9,09E-03	4,35E-03	2,63E-03	1,59E-03
^{232}Th						
^{232}Th	6,00E-01	4,55E-03	4,55E-04	3,45E-04	2,94E-04	2,50E-04
^{228}Ra	2,90E-02	3,03E-02	5,56E-03	3,45E-03	3,85E-03	5,26E-03
^{228}Ac	7,70E+01	7,14E-06	5,00E-06	2,78E-06	1,41E-06	5,26E-07
^{228}Th	1,00E+00	3,70E-03	3,70E-04	2,22E-04	1,49E-04	9,09E-05
^{224}Ra	5,80E-01	2,70E-03	6,67E-04	3,45E-04	2,63E-04	2,00E-04
^{212}Pb	6,10E+00	1,49E-04	6,25E-05	3,33E-05	2,00E-05	1,30E-05
^{212}Bi	2,10E+02	3,23E-06	1,79E-06	9,09E-07	5,00E-07	3,33E-07
^{40}K						
^{40}K	9,20E+00	6,25E-05	4,17E-05	2,08E-05	1,30E-05	7,69E-06

Стандартизирани данни, използвани при планиране на лъчезащитата (Наредба за радиационна защита)

Параметър		Облъчван контингент	
Време на облъчване	h/a	Работещи, по работни места, население	2000
		Работещи по работни места, персонал	1700
		Население	8800



РЪКОВОДСТВО

за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Обем на вдишан въздух	m ³ /a	Работещи, по работни места, население	2824				
		Работещи по работни места, персонал	2400				
		Население	Възрастови групи				
		До 1 г.	1 – 2 г.	2 – 7 г	7 – 12 г.	12 – 17 г	Над 17 г.
		1000	1900	3200	5600	7300	8100
Обем на погълната вода	L/a	-	260	365	550	660	730

Референтни нива на годишна консумация на хранителни продукти (kg/a), UNSCEAR 2008

Продукт	Бебета (1 г.)	Деца (10 г.)	Възрастни
Мляко и млечни продукти	120	110	105
Месо и месни продукти	15	35	50
Варива	45	90	140
Листникови зеленчуци	20	40	60
Кореноплоди и плодове	60	110	170
Риба и рибни продукти	5	10	15



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други
материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Конверсионни коефициенти за преминаване от една към друга свързани величини – различни източници

От величина	Към величина	Стойност
Масова концентрация	Концентрация на активност (специфична активност)	^{232}Th : 4,06 Bq/kg на 1mg/kg Th ^{238}U : 12,35 Bq/kg на 1mg/kg U ^{226}Ra : 12,35 Bq/kg на 1mg/kg U ^{40}K : 313 Bq/kg на 10g/kg K
Маса	Активност	^{238}U : 12,44 Bq/mg U ^{235}U : 0,6 Bq/mg U ^{234}U : 12,44 Bq/mg U
Погълната доза във въздух	Еквивалентна доза Ефективна доза	Средно за всички материали в равновесие 0,7 Sv/Gy
Обемна активност на ^{222}Rn	Дозов конверсионен коефициент при фактор на равновесие 0,4	$6,7 \cdot 10^{-6} \text{ mSv} \cdot \text{h}^{-1} / \text{Bq} \cdot \text{m}^3$
Средногодишна обемна активност на ^{222}Rn	Средногодишна ефективна доза на работни места при 2000 h/a и фактор на равновесие 0,4	$0,013 \text{ mSv} / \text{Bq} \cdot \text{m}^{-3}$
Геологични мерни единици	Единици в SI	1%K = 10 g/kgK 1 ppm U = 10 mg/kg U 1 ppm Th = 1 mg/kg Th



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в страната на суровини, стоки и други
материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди

Естествени радионуклиди в почви – типични стойности, Източна и Южна Европа, UNSCEAR 2008

Държава	Концентрация (Bq/kg)							
	^{40}K		^{238}U		^{226}Ra		^{232}Th	
	Средно	Диапазон	Средно	Диапазон	Средно	Диапазон	Средно	Диапазон
Източна Европа								
БЪЛГАРИЯ	400	40–800	40	8–190	45	12–210	30	7–160
Czech Republic	613	262–1599			44	18–275	41	18–168
Hungary	370	79–570	29	12–66	33	14–76	28	12–45
Poland	410	123–1020	25,2	4.2–124	25,2	4.2–124	24,7	3.7–86
Romania	490	250–1100	32	8–60	32	8–60	38	11–75
Russian Federation	520	100–1400	19	0–67	27	1–76	30	2–79
Slovakia	520	200–1380	32	15–130	32	12–120	38	12–80
Slovenia	374	15–1410			41	2–208	35	2–90
Южна Европа								
Albania	348	91–665	34	2.5–141			18,3	0.8–61
Croatia	423	107–748	53	19–135	43	18–80	37	10–72
Cyprus	140	0–670			17	0–120		
Greece	383	12–1570	45	10–190	29	1–310	28	1–193
Montenegro	246	78–480			29,3	7–166	23,7	9–74
The former Yugoslav Republic of Macedonia	456	0–699	36,9	11.5–92.7	23,4	0–31.7	25	19.8–37.9



ДОКУМЕНТИ И ПУБЛИКАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ, МААЕ И ООН,
СВЪРЗАНИ С УПРАВЛЕНИЕТО НА МАТЕРИАЛИ С ПОВИШЕНО
СЪДЪРЖАНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ РАДИОНУКЛИДИ

Директиви, препоръки и технически доклади на Европейската комисия (ЕС)

Директива на Съвета 2013/59/Евратом *За определяне на основни норми на безопасност за защита срещу опасностите, произтичащи от излагане на йонизиращо лъчение* - Директивата използва препоръките на Международната Агенцията за атомна енергия (IAEA) и препоръките на Международната комисия за радиационна защита (ICRP). В т. 15 и 16 от преамбюла се обявява концепцията за регулаторно приравняване на облъчването от естествени източници към всички други източници на лъчение по отношение на регулациите. В Приложение VI към директивата са изброени отраслите, потенциално използващи или генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. В Приложение VII от Директивата, таблица А, част 2 са дадени нивата на освобождаване от уведомление/разрешение и контрол за естествени радионуклиди и материали, които ги съдържат. Тези стойности са приложени в националното ни законодателство – Наредбата за радиационна защита, и Наредбата за радиационна защита при дейности с материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. С Директивата се отменят Директиви 89/618/Евратом, 90/641/Евратом, 96/29/Евратом, 97/43/Евратом и 2003/122/Евратом.

RP 95 *Референтни нива за идентификация на работни места*, 1999 - препоръка, предоставяща данни за определяне на индустриите, в които облъчването на работещите може да изисква регулаторен контрол както и нивото на този контрол.

RP 107 *Установяване на референтни нива за регулаторен контрол на работните места, където се използват материали, с повишено съдържание на естествени радионуклиди* - технически доклад по прилагането на RP 95.

RP 122 *Прилагане на концепцията за изключване и освобождаване по отношение на естествените радиоактивни вещества* - ръководство с препоръки по прилагане на концепцията за изключване и освобождаване на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди. Стойностите за изключване и освобождаване в тези препоръки са осъвременени чрез стойности, позоваващи се на публикациите на IAEA и ICRP, дадени в Приложение 1 на Директива 2013/59/Евратом и отразени в националното ни законодателство.

RP 135 *Част I Контрол на емисиите и дозите в индустриите, свързани с повишено съдържание на естествени радионуклиди на ЕС*, 2003 - информационен материал, обобщаващ ситуацията към 2003 г. Съдържа подробно описание на



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

индустриите и процесите, генериращи материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, общ преглед на регулациите в страните членки, препоръки по определяне на дозите в резултат на изхвърляния от промишлени отрасли материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, определяне на критични групи и др. и даващ препоръки по отношение на хармонизирането на законодателството в областта на материали с повишено съдържание на естествени радионуклиди, като критерии за бърза идентификация на критичните отрасли.

RP 135, *Част II Контрол на емисиите и дозите при повишено съдържание на естествени радионуклиди в индустриите на ЕС, 2003* - включва приложенията към Част I, съдържащи информация, подадена от някои от страните членки (Приложения А и В). В Приложение С е направен преглед на националните регулации. Приложение D е ръководство за определяне на дозите от атмосферни изхвърляния, приложение Е – от течни изхвърляния. В Приложение F са дадени илюстративни изчисления за определяне на пътищата на облъчване от атмосферни изхвърляния. Приложение G разглежда особеностите при определянето на феталните дози, а приложение H – хабитатите на референтните групи.

RP 157 *Сравнително проучване на ръководствата на ЕК и МААЕ относно нивата на изключване и освобождаване, 2010* - доклад на работна група, разглеждащ ситуацията с предложените в предишни доклади и препоръки нива и предлагащ нови, по-детайлни такива на базата на доклад RS-G-1.7 на МААЕ.

Стандарти, препоръки по безопасност и технически доклади на Международната агенция за атомна енергия МААЕ (IAEA)

GSR, Part 3 *Радиационна защита и безопасност на радиоактивните източници: международни основни стандарти за безопасност, BSS, 2014* - основен актуален документ, съвместно издание на МААЕ и редица други международни организации (ЕС, FAO, ILO, OECD/NEA, PAHO, UNEP, WHO), задаващ основните стандарти по безопасност в практически всички области, имащи отношение към облъчването на човешката популация. Специфичното облъчване от материали, съдържащи повишени концентрации на естествени радионуклиди се приравнява към облъчването от изкуствени източници на лъчение, по отношение на регулациите и контрола.

SRS 19 *Генерични модели за оценка на въздействието от изхвърляне на радиоактивни вещества в околната среда, 2001* - разглежда процедурите за мониторинг и моделите за оценка на дозовото натоварване чрез изхвърляне на радиоактивни вещества в атмосферата, водните басейни и повърхностните води и пътищата на облъчване през растения, животни и храни. В приложенията са дадени множество примерни изчисления за различни пътища на облъчване. Публикацията разглежда облъчването от техногенни и естествени радионуклиди.

SRS 49 *Оценка на нуждата от радиационно защитни мерки при дейности, включващи минерали и суровини, 2006* - разглежда прилагането на Основните стандарти BSS към дейностите с материали повишено съдържание на естествени радионуклиди, идентификацията на индустриите, базови данни за оценка на



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

рисковите производства, критериите за изключване, освобождаване, регистрация и лицензиране.

SRS 51 *Радиационна защита и управление на отпадъците с повишено съдържание на естествени радионуклиди в отраслите, използващи цирконий*, 2007 - ръководство за определяне на пътищата на облъчване и мерките за радиационна защита при добиването и използването на цирконий, циркониеви суровини и управлението на отпадъци от тях.

SRS 68 *Радиационна защита и управление на отпадъците с повишено съдържание на естествени радионуклиди при производството на редки земи от минерали, съдържащи торий*, 2011 - ръководство за определяне на пътищата на облъчване и мерките за радиационна защита при производството на редкоземни елементи от минерали съдържащи торий и управлението на отпадъци от тях.

SRS 76 *Радиационна защита и управление на отпадъците с повишено съдържание на естествени радионуклиди при производството на титаниев двуокис и свързаните с него*, 2012 - ръководство за определяне на пътищата на облъчване и мерките за радиационна защита при производството на титаниев двуокис и свързаните с него индустрии и управлението на отпадъци от тях.

SRS 78 *Радиационна защита и управление на отпадъците с повишено съдържание на естествени радионуклиди във фосфатната индустрия*, 2013 - ръководство за определяне на пътищата на облъчване и мерките за радиационна защита във фосфатната индустрия и управлението на отпадъци от нея.

RS-G-1.7 *Приложение на концепцията за изключване и освобождаване*, 2004 - стандарт по безопасност, разглеждащ концепцията за изключване и освобождаване по отношение на всякакви стоки с изключение на храни и питейна вода. Критерият за материали с повишено съдържание на радионуклиди е специфичната активност на материалите, числените стойности са дадени в Приложение 2.

SSR – 6 *Правила за безопасен превоз на радиоактивни вещества*, стандарт за безопасност на МААЕ, отнасящ се до всички аспекти на транспорта на радиоактивни материали, включително такива с естествен произход.

SSG – 36 *Радиационна защита за потребителски продукти*, 2016, - ръководство за безопасност, което описва, как регулаторният орган трябва да прилага изискването за обосновка и да прилага критериите за освобождаване, съдържащи се в списък I на GSR, част 3, като част от процесите на вземане на решения за потребителски продукти. Ръководството разглежда следните категории потребителски продукти, които могат да предизвикат повишено дозово натоварване на населението чрез използване на потребителски стоки:

- Продукти, към които са добавени малки количества радионуклиди по функционални причини или поради техните физични или химични свойства (например пожароизвестителни датчици)
- Оборудване, способно да генерира радиация (например катодни тръби за генериране на образи)
- Продукти, които в резултат на умишлено излагане на радиация съдържат продукти за активиране.

Препоръките могат да се приемат и за прилагане на изискванията за обосновка и критериите за освобождаване и на потребителски стоки,



РЪКОВОДСТВО
за оценка на облъчването и критерии за оперативен контрол при доставка в
страната на суровини, стоки и други материали с повишено съдържание на
естествени радионуклиди

съдържащи материали с повишено съдържание на естествен радионуклиди, например прах за пране и негодите съставки.

Доклади на Научния комитет по действие на атомната радиация НКДАР към ООН (UNSCEAR)

НКДАР през няколко години публикува доклади до Генералната асамблея, посветени на обобщението на получаваните дози от всички възможни източници на йонизиращо лъчение, радиологичните ефекти от тях и очакваният риск за здравето и живота на човешката популация.

Много подробна информация за промишлените отрасли, свързани с повишено съдържание на естествени радионуклиди, е дадена в Глава II, част В (облъчване на населението) и Глава III част В (облъчване на работници) на доклада от 2008 г.

Всички ефективни и еквивалентни дози, упоменати в документите от серията RP на ЕС, серията SRS на IAEA и докладите на UNSCEAR, издадени преди 2013 г. са изчислени на базата на дозови коефициенти за инхалаторно и перорално постъпление от предходни Основни стандарти за безопасност (BSS), а не действащите в момента от 2014 г. и отразени в Наредбата за радиационна защита.