

УДК 622.882

МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА РИСКА, КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО ВОПРОСАМ РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ, ДЛЯ БЫВШЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ УРАНОВЫХ РУД ПО «ПРИДНЕПРОВСКИЙ ХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»

СОРОКА Ю. Н. ^{1*}, к.т.н., доц.,
ЧЕСАНОВ В. Л. ², к.т.н., доц.

^{1*} Кафедра Экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Днепродзержинский государственный технический университет» (ГВУЗ «ДГТУ»), ул. Днепростроевская, 2, 51918, Днепродзержинск, Днепропетровская область, Украина, e-mail: yuriy_sor@ukr.net

² Кафедра безопасности жизнедеятельности, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Аннотация. *Цель.* Провести методологический анализ риска по вопросам реабилитации территорий на примере бывшего предприятия по переработке урановых руд ПО «Приднепровский химический завод». *Методика.* Оценка проводится с учетом целей использования территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению и путей облучения. На загрязненных участках потенциальными путями воздействия на человека являются следующие: прямое поступление почвы через органы пищеварения; ингаляция пыли; потребление питьевой воды загрязненной в результате миграции радионуклидов из почвы в водоносные горизонты; загрязнение кожи при нахождении на загрязненных участках; потребление местной сельскохозяйственной продукции; поступление вследствие эманации радиоактивных газов (радон, торон) в помещения зданий; внешнее облучение от радионуклидов, содержащихся в почве. В зависимости от путей облучения и сценариев, которые могут быть в каждом конкретном случае, определяются эффективные дозы облучения персонала или населения. Риски для населения рассчитываются исходя из номинальных коэффициентов риска, которые для населения равны $5,7 \times 10^{-2}$ Зв⁻¹ и для взрослых работников - $4,2 \times 10^{-2}$ Зв⁻¹. *Результаты.* В настоящее время радиационно - загрязненные территории и объекты в Украине, в основном, идентифицированы и в достаточной мере изучены. Вместе с тем, в отношении этих территорий и объектов существует значительная неопределенность в части окончательных критериев после проведения реабилитационных мероприятий. Рассмотрены вопросы применения процедуры оценки рисков для определения уровня очистки территории от радиационного загрязнения. Категорирование участков и объектов радиационного загрязнения должно быть основано на дозовом подходе, предписываемым законодательством. Категорирование целесообразно осуществлять с учетом целей использования территорий и объектов. *Научная новизна и практическая значимость.* Проанализирован материал, рекомендованный МАГАТЭ и МКРЗ, который включает оценку облучения работников в ходе деятельности по очистке территории и оценку долговременного облучения населения после очистки (реабилитации) и освождения от регулирующего контроля. Рассмотрен сценарий, когда работник трудится на данной территории после реабилитации.

Ключевые слова: риск, радиационно-загрязненные территории, категоризация территорий, доза облучения персонала, эффективная доза

МЕТОДОЛОГІЯ АНАЛІЗУ РИЗИКУ, ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ З ПИТАНЬ РЕАБІЛІТАЦІЇ ТЕРИТОРІЙ, ДЛЯ КОЛИШНЬОГО ПІДПРИЄМСТВА З ПЕРЕРОБКИ УРАНОВИХ РУД ПО «ПРИДНІПРОВСЬКИЙ ХІМІЧНИЙ ЗАВОД»

СОРОКА Ю. М. ^{1*}, к.т.н., доц.,
ЧЕСАНОВ В. Л. ², к.т.н., доц.

^{1*} Кафедра Екології та охорони навколишнього середовища, Державний вищий навчальний заклад «Дніпродзержинський державний технічний університет», вул. Дніпробудівська, 2, 51918, Дніпродзержинськ, Дніпропетровська область, Україна, e-mail: yuriy_sor@ukr.net

² Кафедра безпеки життєдіяльності, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Анотація. *Мета.* Провести методологічний аналіз ризику з питань реабілітації територій на прикладі колишнього підприємства з переробки уранових руд ПО «Придніпровський хімічний завод». *Методика.* Оцінка проводиться з урахуванням цілей використання територій, які зазнали радіоактивного забруднення та шляхів опромінення. На

забруднених ділянках потенційними шляхами впливу на людину є такі: пряме надходження ґрунту через органи травлення; інгаляція пилу; споживання питної води, забрудненої в результаті міграції радіонуклідів з ґрунту в водоносні горизонти; забруднення пікiri при знаходженні на забруднених ділянках; споживання місцевої сільськогосподарської продукції; надходження внаслідок еманатії радіоактивних газів (радон, торон) у приміщення будівель; зовнішнє опромінення від радіонуклідів, що містяться в ґрунті. Залежно від шляхів опромінення і сценаріїв, які можуть бути у кожному конкретному випадку визначаються ефективні дози опромінення персоналу або населення. Ризики для населення розраховуються виходячи з номінальних коефіцієнтів ризику, які для населення дорівнюють $5,7 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ і для дорослих працівників - $4,2 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$. **Результати.** В даний час радіаційно - забруднені території та об'єкти в Україні, в основному, ідентифіковані та достатньою мірою вивчені. Разом з тим, стосовно цих територій та об'єктів існує значна невизначеність щодо остаточних критеріїв після проведення реабілітаційних заходів. Розглянуто питання застосування процедури оцінки ризиків для визначення рівня очищення території від радіаційного забруднення. Категорування ділянок і об'єктів радіаційного забруднення повинно бути засноване на дозовому підході, що прописано законодавством. Категорування доцільно здійснювати з урахуванням цілей використання територій та об'єктів. **Наукова новизна і практична значимість.** Проаналізований матеріал, рекомендований МАГАТЕ і МКРЗ, який вкючає оцінку опромінення працівників у ході діяльності по очищенню території та оцінку довготривалого опромінення населення після очищення (реабілітації) та звільнення від регулюючого контролю. Розглянуто сценарій, коли працівник працює на даній території після реабілітації.

Ключові слова: ризик, радіаційно - забруднені території, категоризація територій, доза опромінення персоналу, ефективна доза

RISK ANALYSIS METHODOLOGY, AS A TOOL FOR DECISION MAKING ON REHABILITATION OF THE TERRITORIES TO THE FORMER PROCESSING PLANT OF URANIUM "PRIDNEPROVSKY CHEMICAL PLANT"

SOROKA U. N. ^{1*}, *Cand.Sc.(Tech.)*

CHESANOW V. L. ², *Cand.Sc.(Tech.)*

^{1*} Department of ecology and environmental protection, State Higher Education Establishment "Dniprodzerzhynsk State Technical University", 2, Dniprobudivska str., Dneprodzerzhinsk, Dnipropetrovsk region, 51918, Ukraine, e-mail: yuriy_sor@ukr.net

² Department of life safety, State Higher Education Establishment "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture", 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovsk 49600, Ukraine, tel. +38 (0562) 756-34-57, e-mail: bgd@mail.pgasa.dp.ua, ORCID ID: 0000-0001-7049-6871

Abstract. Purpose. To conduct a methodological analysis of risk for the rehabilitation of the territories on the example of the former company in uranium ore processing "Pridneprovsky chemical plant". **Methodology.** The assessment is based on the purposes of use of territories exposed to radioactive contamination and pathways. Contaminated sites potential routes of human exposure are as follows: direct intake of soil through the digestive system; || inhalation of dust, consumption of drinking water contaminated as a result of migration of radionuclides from the soil into aquifers; contamination of the skin when contaminated sites; the consumption of local agricultural products; the flow due to the emanation of radioactive gases (radon, thoron) in the premises of the building; external irradiation from radionuclides in the soil. Depending on the exposure pathways and scenarios that can be in each case, determined effective doses of workers or the population. Risks to the population are calculated from the nominal risk coefficients, which are equal to the population of $5.7 \times 10^{-2} \text{ ZV}^{-1}$ for adult workers is $4.2 \times 10^{-2} \text{ ZV}^{-1}$. **Findings.** Currently radiation - contaminated areas and objects in Ukraine, mostly identified and sufficiently explored. However, in regard to these territories and objects, there is significant uncertainty in the final part of the criteria after carrying out rehabilitation activities. The article discusses the use of risk assessments to determine the level to clear the area of radiation contamination. Categorization of sites and objects of radiation contamination should be based on dose approach prescribed by law. Categorization is advisable to carry out the purposes of use of territories and objects. **Originality and practical value.** Analyzed material recommended by the IAEA and ICRP, which includes the assessment of worker exposures in the course of clean-up and assessment of long-term exposure of the population after treatment (rehabilitation) and release from regulatory control. Considered the scenario where the worker works on this site after rehabilitation.

Keywords: the risk of radiation-contaminated areas, the categorisation of territories, the dose exposure of the personnel, effective dose

Проблема

Расположенный на территории г. Днепродзержинск ПО «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ») в течение почти 40 лет занимался переработкой урановых руд. После распада СССР предприятие прекратило переработку урановых руд и было разделено на несколько предприятий, которые сосредоточились на производстве минеральных

удобрений, ионообменных смол, циркония и др. На предприятии не были выполнены реабилитационные мероприятия в соответствии с «Санитарными правилами ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд» (СПЛКП-91) [1].

Для реализации реабилитационных мероприятий на бывшем ПО «ПХЗ» в 2001 году было создано государственное предприятие «Барьер». В течение

2001-2012 годов были выполнены работы по рекультивации хвостохранилищ «Западное» и «Юго-Восточное», проведены работы по частичной дезактивации хранилища База «С», создана система мониторинга окружающей среды. Вместе с тем, ряд особенностей предприятия и неопределенность окончательных критериев для реабилитированных территорий не позволяют полностью привести бывший урановый объект в радиоэкологически – безопасное состояние для населения и работающих.

Актуальность

В настоящее время в большинстве промышленно развитых стран ужесточено экологическое законодательство в части ответственности за загрязнение окружающей среды.

Одним из важнейших документов Европейского сообщества в этой области является принятая в 2004 году Директива об экологической ответственности [2]. Основополагающий принцип Директивы заключается в реализации принципа «загрязнитель платит». В ней указывается, что оператор, чья деятельность привела к ущербу окружающей среде или неминуемой угрозе такого ущерба, должен нести финансовую ответственность за ущерб.

Для целей оценки ущерба почве, как определено данной Директивой, рекомендовано использовать процедуры оценки рисков для определения уровня вероятного вреда здоровью человека. При характеристике риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических и радиоактивных веществ, ориентируются на систему критериев приемлемости риска. Конкретные значения приемлемого риска могут служить в качестве указателя уровня вмешательства — более низкий уровень риска не требует вмешательства, более высокий — требует принятия определенных мер. В настоящее время в рекомендациях различных организаций и в различных странах величины приемлемого риска нередко не совпадают. В табл. 1 приведены значения радиационных и химических рисков [3-5], которые применяются в разных странах и организациях.

Условной границей приемлемого риска для населения в соответствии с рекомендациями ВОЗ и Агентства США по охране окружающей среды считается величина пожизненного индивидуального риска $1,0 \cdot 10^{-4}$.

Таблица 1

Критерии оценки индивидуального риска / Criteria for assessing individual risk

Характеристика риска, страна или организация	Величина риска
Нидерланды	
Максимальный переносимый риск для населения (существующее производство)	$1 \cdot 10^{-5}$ в год

Максимальный переносимый риск для населения (новое производство)	$1 \cdot 10^{-6}$ в год
Приемлемый риск для населения	$1 \cdot 10^{-6}$ в год
Австралия	
Общий приемлемый риск вне опасных производственных зон	$1 \cdot 10^{-5}$ в год
МКРЗ	
Приемлемый радиационный риск для работающих	$1 \cdot 10^{-5}$ в год
Приемлемый риск для населения	от $1 \cdot 10^{-5}$ в год до $1 \cdot 10^{-6}$ в год
Правила принятия управленческих решений в США	
Уровень De manifestis (непереносимые риски)	Пожизненный риск $4 \cdot 10^{-3}$; $5,7 \cdot 10^{-5}$ в год
Уровень De minimis (пренебрежимые риски)	Пожизненный риск $1 \cdot 10^{-6}$; $1,4 \cdot 10^{-8}$ в год
Агентство США по охране окружающей среды	
Целевой канцерогенный риск	Пожизненный риск $1 \cdot 10^{-6}$; $1,4 \cdot 10^{-8}$ в год
Великобритания (HSE)	
Максимальный переносимый риск у работающих	$1 \cdot 10^{-3}$ в год
Максимальный переносимый риск для населения	$1 \cdot 10^{-4}$ в год
Реперная величина для новых предприятий	$1 \cdot 10^{-6}$ в год
Министерство энергетики США	
Уровень De minimis: риски настолько малы, что могут рассматриваться как пренебрежимые	Действия по снижению риска в общем случае не требуется: Пожизненный риск 10^{-6}
Россия	
Риск для персонала	$1 \cdot 10^{-3}$ в год
Риск для населения	$5 \cdot 10^{-5}$ в год
Уровень пренебрежимого риска	$1 \cdot 10^{-6}$ в год
Украина	
Уровень приемлемого риска персонала	$1 \cdot 10^{-4}$ в год
Уровень приемлемого риска для населения	$1 \cdot 10^{-5}$ в год
Предел индивидуального риска персонала	$1 \cdot 10^{-3}$ в год
Предел индивидуального риска населения	$5 \cdot 10^{-5}$ в год
ВОЗ	
Высокий — недопустимый для производственных условий	Пожизненный риск $1 \cdot 10^{-3}$

Продолжение таблицы 1

Средний — допустимый для производственных условий	Пожизненный риск от $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-4}$
Низкий — допустимый риск	Пожизненный риск от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-6}$
Минимальный — желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий.	Пожизненный риск $< 1 \cdot 10^{-6}$

В качестве вспомогательных инструментов для поддержки принятия решений могут использоваться различные нормативы, в основе которых также лежит подход на основе риска. Эти целевые нормативы и нормативы вмешательства для почв и грунтовых вод (Нидерланды), уровни содержания загрязнителей в почве для различных категорий землепользования (Германия) рассчитывались исходя из оценки риска. Во многих странах используется в отношении загрязненных территорий еще один показатель – это будущее использование земельного участка. Только после решения этого вопроса осуществляется установление тех или иных нормативов, ранжирование уровней очистки и реабилитационных мероприятий [6].

В соответствии с этим в Германии решение о способе проведения очистки и уровне, до которого она должна быть проведена, принимается для каждого отдельного объекта в зависимости от настоящего и будущего использования земельного участка, а в Бельгии характер землепользования (сельскохозяйственное, жилое, рекреационное или промышленное использование) учитывается при определении уровня очистки земельного участка.

В Украине, как и в России, отсутствует четкая правовая база, регулирующая вопросы ответственности за загрязнение в результате прошлой хозяйственной деятельности. Как следствие, не отработана и процедура принятия решений в отношении реабилитации загрязненных территорий.

Цель исследований

Провести методологический анализ риска по вопросам реабилитации территорий на примере бывшего предприятия по переработке урановых руд ПО «Приднепровский химический завод».

В основном, направления рекультивации в Украине принимаются в соответствии с ГОСТ 17.5 1.01- 83 «Рекультивация земель. Термины и определения». К основным направлениям рекультивации относятся: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, и др. Категоризация радиационно – загрязненных территорий по уровням потенциальной опасности для окружающей среды и населения

проводится с учетом целей использования земель. Применительно к радиационно -загрязненным территориям применяется подход, основанный на дозах облучения. Дозовый подход в полной мере отвечает мировой практике принятия решений о реабилитации территорий на основе концепции риска. Категорирование радиационно - загрязненных территорий производится при условии обязательного соблюдения действующих нормативных документов Украины [5,7] и оценки рисков для здоровья населения.

Методика исследований

Оценка проводится с учетом целей использования территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению и путей облучения. На загрязненных участках потенциальными путями воздействия на человека являются следующие:

- прямое поступление почвы через органы пищеварения;
- ингаляция пыли;
- потребление питьевой воды загрязненной в результате миграции радионуклидов из почвы в водоносные горизонты;
- загрязнение кожи при нахождении на загрязненных участках;
- потребление местной сельскохозяйственной продукции;
- поступление вследствие эманации радиоактивных газов (радон, торон) в помещения зданий;
- внешнее облучение от радионуклидов, содержащихся в почве.

В зависимости от путей облучения и сценариев, которые могут быть в каждом конкретном случае, определяются эффективные дозы облучения персонала или населения. Риски для населения рассчитываются исходя из номинальных коэффициентов риска, которые для населения равны $5,7 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ и для взрослых работников - $4,2 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ [8]. Исходя из этого, рассчитаны величины риска для различных вариантов доз облучения работников и населения, таблица 2.

Таблица 2

Расчетные значения индивидуального риска для работников и населения / The calculated values of individual risk to workers and the public

Величина эффективной дозы, мЗв·год ⁻¹	Риски для работников (персонала) при получении эффективной дозы, год ⁻¹	Риски населения при получении эффективной дозы, год ⁻¹
0,01	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$5,7 \cdot 10^{-7}$
0,3	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
1,0	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$
5,0	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$
10,0	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$
25,0	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$

Как видно, при эффективной дозе $10 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ не будет превышения пренебрежимого риска и это в любом случае приемлемо. При эффективной дозе равной $0,3 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ достигается величина приемлемого риска для населения, а при величине эффективной дозы $1 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ он будет достигать предела индивидуального риска. Вследствие этого, для населения эффективная доза должна ограничиваться вследствие радиационно-загрязненных территорий величиной $1,0 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$. Для работников, соответственно, эффективная доза не должна превышать величины $25 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$.

При оптимизации защиты следует применить подход, рекомендованный МАГАТЭ и МКРЗ. Он включает оценку облучения работников в ходе деятельности по очистке территории и оценку долговременного облучения населения после очистки (реабилитации) и освобождения от регулирующего контроля. Дополнительно нужно также рассматривать сценарий, когда работник трудится на данной территории после реабилитации. Данная оценка должна не превышать для работников и населения граничных доз, определенных регулирующим органом [9].

В соответствии с методологией анализа и управления рисками на радиационно - загрязненных территориях устанавливается следующая категоризация:

1. Доза E_1 равная $10 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ и менее, т.е. пренебрежимо малому уровню риска (r_1 равно $4\cdot 10^{-5}$ за жизнь для населения и $2\cdot 10^{-5}$ для работников), при котором источники радиационного риска выводятся из сферы контроля, как не оказывающие сколь либо значимого влияния на здоровье населения [4].

2. Доза E_2 равная $0,3 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ – соответствует граничной дозе для неограниченного использования площадок [9].

3. Доза E_3 равная $1 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ [4]. В этом случае возможно ограниченное использование территории при условии не превышения при рекомендуемом способе землепользования предела дозы для населения.

4. Доза E_4 равная $10 \text{ мЗв}\cdot\text{год}^{-1}$ – определяется из условия возможного (потенциального) превышения дозы облучения критической группы населения $10 \text{ мЗв}/\text{год}$.

В соответствии с рекомендациями МКРЗ и МАГАТЭ [10-11] при данном уровне загрязнения почвы обосновывается и принимается решение о реабилитации загрязненных земель. Ниже приведены критерии вмешательства для радиационно - загрязненных территорий по их функциональному назначению: земли населенных пунктов, селитебная зона; земли санитарно – защитных зон предприятий и зон наблюдения и земли промплощадок предприятий и их объектов соответственно.

Уровень вмешательства:

1. Вмешательство не требуется:

- доза менее $0,3 \text{ мЗв}/\text{год}$. Предел индивидуального риска менее $1,7\cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$;

- эффективная доза менее $1,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Предел индивидуального риска менее $5,7\cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$;

- эффективная доза менее $5,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Предел индивидуального риска менее $2,1\cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

2. Требуется обоснование вмешательства. Детальное радиационное обследование территории и объектов предприятия, организация радиоэкологического мониторинга, обоснование применения ограничения деятельности, выполнения защитных и реабилитационных мероприятий:

- эффективная доза более $1,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Индивидуальный риск превышает $5,7\cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$;

- эффективная доза более $1,0 \text{ мЗв}/\text{год}$ за любые последовательные пять лет. Индивидуальный риск превышает $5,7\cdot 10^{-5} \text{ год}^{-1}$;

- эффективная доза более $5,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Индивидуальный риск превышает $2,1\cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

Некоторые объекты требуют защитных мероприятий.

3. Вмешательство обязательно. Постоянный радиоэкологический контроль и мониторинг. Организация работ по ликвидации радиоактивных отходов добычи и переработки урановых руд:

- эффективная доза более $5,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Индивидуальный риск превышает $2,8\cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

Отдельные элементы территории или объекты окружающей среды содержат радиоактивные отходы добычи и переработки урановых руд;

- эффективная доза более $5,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Индивидуальный риск превышает $2,8\cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

Отдельные элементы территории или объекты окружающей среды содержат радиоактивные отходы добычи и переработки урановых руд;

- эффективная доза более $10,0 \text{ мЗв}/\text{год}$. Индивидуальный риск превышает $4,2\cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1}$.

Отдельные элементы территории или объекты окружающей среды содержат радиоактивные отходы добычи и переработки урановых руд.

Научная новизна и практическая значимость

Проанализирован материал, рекомендованный МАГАТЭ и МКРЗ, который включает оценку облучения работников в ходе деятельности по очистке территории и оценку долговременного облучения населения после очистки (реабилитации) и освобождения от регулирующего контроля. Рассмотрен сценарий, когда работник трудится на данной территории после реабилитации.

Выводы

В настоящее время радиационно - загрязненные территории и объекты в Украине, в основном, идентифицированы и в достаточной мере изучены. Вместе с тем, в отношении этих территорий и объектов существует значительная неопределенность в части окончательных критериев после проведения реабилитационных мероприятий.

Методология анализа риска является общепризнанным инструментом в мировой практике

для принятия решений по вопросам реабилитации территорий, подвергшихся загрязнению. В Украине этот инструмент в последнее время начал достаточно широко использоваться в исследованиях, посвященных оценке риска здоровью от влияния факторов окружающей среды. Рассмотрены вопросы применения процедуры оценки рисков для определения уровня очистки территории от

радиационного загрязнения.

Категорирование участков и объектов радиационного загрязнения должно быть основано на дозовом подходе, предписываемым законодательством. Категорирование целесообразно осуществлять с учетом целей использования территорий и объектов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Санитарные правила ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд (СП ЛКП-91). - М.: МЗ СССР, 1991. - 76 с.

Sanitary rules for the liquidation, conservation and conversion of facilities for mining and processing of radioactive ores (SP LCP-91). – Moscow: SSSR. – p. 76

2. Директива № 2004/35/CE Европейского парламента и Совета Европейского Союза «Об экологической ответственности, направленной на предотвращение экологического ущерба и устранение его последствий» [рус., англ.].

Directive 2004/35/CE of the European Parliament and of the Council on Environmental Liability with regard to the Prevention and Remedying of Environmental Damage

3. Лисиченко Г. В., Хмель Г. А., Барбашев С. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків: монографія/ Г. В. Лисиченко, Г. А. Хмель, С. В. Барбашев — Одесса: Астропринт, 2011 — 368с.

Lisichenko G.V., Hmel G.A., Barbashew S.V. The methodology of ecological risk assessment: monograph – Odessa: Astroprint, 2011. p. 368

4. Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97); Державні гігієнічні нормативи – Київ. Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду Міністерства охорони здоров'я України, 1998

Radiation safety standards of Ukraine (NRBU-97); State hygienic standards – Kiev. The printing Department of the Ukrainian center of Gossanepidnadzor of Ministry of health of Ukraine, 1998

5. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99): 2.6.1. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность СП 2.6.1.799-99 – М.: Минздрав России, 2000. – 98 с

Basic sanitary rules for radiation safety (OPARB-99): 2.6.1. Ionizing radiation, radiation safety SP 2.6.1.799-99 – Moscow. The Ministry of health of Russia, 2000. p. 98

6. Фальк В. Эберхард Реабилитация среды. Стратегии и методы очистки радиоактивно загрязненных площадок //Бюллетень МАГАТЭ, 2001. Vol. 43. – No. 2. С. 20–24

Falk V. Eberhard. Rehabilitation environment. Strategies and methods of purification of radioactively contaminated sites //IAEA Bulletin, 2001. Vol. 43. – No. 2. pp. 20-24

7. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України; Державні санітарні правила 6.177-2005-09-02. Видання офіційне; Київ-2005

Basic sanitary rules of radiation safety of Ukraine; State sanitary rules 6.177-2005-09-02. Official edition; Kiev-2005

8. Публикация 103 Международной Комиссии по радиационной защите (МКРЗ). Пер с англ./Под общей ред. М.Ф.Киселева и Н.К.Шандалы. М.: Изд.ООО ПКФ «Алана». 2009.-312 с.

Publication 103 of the International Commission on radiological protection (ICRP). Per s angl./Under the General editorship of M. F. Kiselev and N. To.The image. M.: Izd.OOO PKF "Alan". 2009. p. 312.

9. МАГАТЭ. Освобождение площадок от регулирующего контроля после завершения практической деятельности. Серия норм по безопасности МАГАТЭ. №WS-G-55.1МАГАТЭ, Вена, 2008-42 с.

IAEA. The release of sites from regulatory control after the completion of practical activities. A series of safety standards of the IAEA. №WS-G-55.1 IAEA, Vienna, 2008. p.42.

10. IAEA Safety Standards Series. Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents: safety requirements. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2003 – 24 p.

11. МКРЗ. Публикация 82. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, Annals of ICRP, 1999. Vol. 29. – No. 1. – 41 p.

The ICRP. Publication 82. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, Annals of ICRP, 1999. Vol. 29. – No. 1. p.41.

Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. А. С. Беликовым (Украина);

д-ром.техн.наук, проф. В. И. Трифоновым (Украина)

Поступила в редколлегию 21.09.2015