

Abstract. Currently, sufficient number of longwalls moves diagonally to the strike direction. However, angular parameters have not been investigated and described enough in the literature for the case.

This work deals with determining of the limit angles of displacement in the bedrock due to mining longwalls diagonally to the strike direction. A new approach to determine the angular parameters was developed. To this end, actual diagonal gob shape is replaced by a set of elementary gobs having equivalent area that have had standard orientation, namely along the strike and normal to the strike. In this case, realistic shape of the gob has been created.

Final distances from the projection of the gob to the trough boundaries were calculated as weighted value. These distances helped to determine angular parameters of the trough for arbitrary orientation of the gob and direction of mining relatively to the strike.

Keywords: trough subsidence, boundary corners, diagonal direction, goaf contour.

Статья поступила в редакцию 06.10.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук М.С. Четвериком

УДК 622.882

Сорока Ю. Н., канд. техн. наук
(Государственное ВУЗ «ДГТУ»)

**УЧЕТ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНКИ РИСКА ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ
РАДИАЦИОННО – ЗАГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ
БЫВШИХ УРАНОВЫХ ОБЪЕКТОВ ПО «ПХЗ»**

Сорока Ю.М., канд. техн. наук
(Державний ВНЗ «ДДТУ»)

**ОБЛІК ПРОЦЕДУРИ ОЦІНКИ РИЗИКУ ПРИ РЕАБІЛІТАЦІЇ
РАДІАЦІЙНО - ЗАБРУДНЕНИХ ТЕРИТОРІЯХ І БУДІВЕЛЬ КОЛИШНІХ
УРАНОВИХ ОБ'ЄКТІВ ВО «ПХЗ»**

Soroka Yu.N., Ph.D. (Tech.)
(State H E I «DSTU»)

**PROCEDURES OF RISK ASSESSMENT FOR REHABILITATION OF THE
RADIATION - CONTAMINATED LANDS AND BUILDINGS IN FORMER
URANIUM OBJECTS OF THE "PChZ" COMPANY**

Аннотация. Проанализированы значения радиационных и химических рисков, применяемых в разных странах. Рассмотрены возможности применения методологии анализа риска для принятия решений по реабилитации территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению природными радионуклидами. Рекомендованы критерии вмешательства для участков и объектов радиационного загрязнения с учетом риска облучения населения. На примере радиационно-загрязненных территорий бывшего ПО «ПХЗ» произведен анализ проводимых и предусматриваемых реабилитационных мероприятий, выполнено зонирование по основным объектам. В статье определены критерии вмешательства и приведены направления реабилитации загрязненных территорий и зданий ПО «ПХЗ», что позволит более точно определять уровень очистки территории и эффективность проводимых мероприятий.

© Ю.Н. Сорока, 2014

Ключевые слова: риск; реабилитация загрязненных территорий; зонирование; методологии анализа риска.

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 [1]. 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 [2-4], 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 $1,0 \cdot 10^{-4}$.

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 [5].

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.

Таблица 1 - Критерии оценки индивидуального риска

Характеристика риска, страна или организация	Величина риска
МКРЗ	
Приемлемый радиационный риск для работающих	$1:10^{-5}$ в год
Приемлемый риск для населения	от $1:10^{-5}$ в год до $1:10^{-6}$ в год
Агентство США по охране окружающей среды	
Целевой канцерогенный риск	Пожизненный риск $1:10^{-6}$; 1 на 70^{-6} в год
Россия	
Риск для персонала	$1:10^{-3}$ в год
Риск для населения	$5:10^{-5}$ в год
Уровень пренебрежимого риска	$1:10^{-6}$ в год
Украина	
Уровень приемлемого риска персонала	$1:10^{-4}$ в год
Уровень приемлемого риска для населения	$1:10^{-5}$ в год
Предел индивидуального риска персонала	$1:10^{-3}$ в год
Предел индивидуального риска населения	$5:10^{-5}$ в год
ВОЗ	
Высокий — недопустимый для производственных условий	Пожизненный риск $1:10^{-3}$
Средний — допустимый для производственных условий	Пожизненный риск от $1:10^{-3}$ в год до $1:10^{-4}$ в год
Низкий — допустимый риск	Пожизненный риск от $1:10^{-4}$ в год до $1:10^{-6}$ в год
Минимальный — желательная (целевая) величина риска при проведении оздоровительных и природоохранных мероприятий.	Пожизненный риск < $1:10^{-6}$ в год

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.

Целью работы является оценка возможности применения методологии анализа риска для принятия решений по реабилитации территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению природными радионуклидами.

Направления рекультивации в Украине обосновываются, в основном, в соответствии с ГОСТ 17.5 1.01- 83 «Рекультивация земель. Термины и определения» [6]. К основным направлениям рекультивации относятся: сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, и др. Применительно к радиационно-загрязненным территориям применяется подход, осно-

ванный на дозах облучения и с учетом целей использования земель. 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 [3,7] и оценки рисков для здоровья населения.

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 [10-13]. 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 - $4,2 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$. [12].

Исходя из этого, рассчитаны величины риска для работников и населения для различных вариантов доз облучения работников и населения (табл.2).

Таблица 2 - Расчетные значения индивидуального риска для работников и населения

№	Величина эффективной дозы, мЗв·год ⁻¹	Риски для работников (персонала) получении эффективной дозы, год ⁻¹	Риски населения при получении эффективной дозы, год ⁻¹
1	0,01	$4,2 \cdot 10^{-7}$	$5,7 \cdot 10^{-7}$
2	0,3	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$
3	1,0	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$
4	5,0	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$
5	10,0	$4,2 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-4}$
6	25,0	$1,1 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$

Как видно, при эффективной дозе $10 \text{ мкЗв} \cdot \text{год}^{-1}$ 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 мЗв·год⁻¹. Для работников, соответственно, эффективная доза не должна превышать величины 25 мЗв·год⁻¹.

При оптимизации защиты следует применить подход, рекомендованный МАГАТЭ. 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 [13].

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

1. Доза E_1 равная 10 мкЗв·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 [6].

2. Доза E_2 равная 0,3 мЗв·год⁻¹ – соответствует граничной дозе для неограниченного использования площадок [13].

3. Доза E_3 равная 1 мЗв·год⁻¹ [3]. 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 мЗв·год⁻¹ – определяется из условия возможного (потенциального) превышения дозы облучения критической группы населения 10 мЗв/год.

В соответствии с рекомендациями МКРЗ и МАГАТЭ [14-15] при данном уровне загрязнения почвы обосновывается и принимается решение о реабилитации загрязненных земель. В табл. 3 приведены критерии вмешательства для радиационно – загрязненных территорий.

На территории г. Днепродзержинск расположен ПО «Приднепровский химический завод» (ПО «ПХЗ»), который в течение почти 40 лет занимался переработкой урановых руд. После распада СССР предприятие прекратило переработку урановых руд. Оно 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) [16].

В 2001 году для реализации реабилитационных мероприятий на бывшем ПО «ПХЗ» было организовано государственное предприятие «Барьер». Для его работы в 2006 году был создан нормативный документ Министерства здравоохранения Украины, регламентирующий проведение работ на объектах ликвидированного Приднепровского химического завода [17].

Таблица 3 - Критерии вмешательства для радиационно – загрязненных территорий

№	Уровень вмешательства	Функциональное назначение территории		
		Земли населенных пунктов, селитебная зона	Земли санитарно – защитных зон предприятий и зон наблюдения	Земли промплощадок предприятий и их объектов.
1	Вмешательство не требуется. Проведение, при необходимости, выборочного радиоэкологического мониторинга	Доза менее 0,3 мЗв/год. Предел индивидуального риска менее $1,7 \cdot 10^{-5}$ год ⁻¹ . Индивидуальный пожизненный риск $1,2 \cdot 10^{-3}$	Эффективная доза менее 1,0 мЗв/год. Предел индивидуального риска менее $5,7 \cdot 10^{-5}$ год ⁻¹ Индивидуальный пожизненный риск $4,0 \cdot 10^{-3}$	Эффективная доза 1,0 - 5,0 мЗв/год. Предел индивидуального риска $5,7 \cdot 10^{-5}$ - $2,1 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ Индивидуальный пожизненный риск $4,0 \cdot 10^{-3}$ - $1,0 \cdot 10^{-2}$
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 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает $5,7 \cdot 10^{-5}$, год ⁻¹	Эффективная доза более 1,0 мЗв/год за любые последовательные пять лет. Индивидуальный риск превышает $5,7 \cdot 10^{-5}$, год ⁻¹ Индивидуальный пожизненный риск превышает $4,0 \cdot 10^{-3}$	Эффективная доза более 5,0 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает $2,1 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ Индивидуальный пожизненный риск превышает $1,0 \cdot 10^{-2}$ 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 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает $2,8 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ Индивидуальный пожизненный риск превышает $1,0 \cdot 10^{-2}$ Отдельные элементы территории или объекты окружающей среды содержат радиоактивные отходы добычи и переработки урановых руд	Эффективная доза более 5,0 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает $2,8 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ . Отдельные элементы территории или объекты окружающей среды содержат радиоактивные отходы добычи и переработки урановых руд	Эффективная доза более 10,0 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает $4,2 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ Индивидуальный пожизненный риск превышает $2,0 \cdot 10^{-2}$ Отдельные элементы территории или объекты окружающей среды содержат радиоактивные отходы добычи и переработки урановых руд

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.

Восстановление загрязненной территории и зданий на территории бывшего ПО «Приднепровский химический завод», включая дезактивацию металлических и строительных конструкций, является основной частью реабилитационных мероприятий на ГП «Барьер». Основные объекты и направления их реабилитации приведены на рис. 1.



Рисунок 1 - Основные объекты и направления реабилитации на ПО «ПХЗ»

Стратегия восстановления базируется на следующих принципах:

- зонирование территории площадки ПО «Приднепровский химический завод» на площадки «чистые» и «условно грязные»;
- выполнение всех работ по обращению с отходами переработки урановых руд на «условно грязных» площадках;
- постепенное освобождение «чистых» площадок от регулирующего контроля и сосредоточение его на «условно грязных» территориях.

В настоящее время выделено четыре «условно грязных» зоны:

- Западная зона;

- Центральная зона;
- Восточная зона;
- Сухачевская зона.

В табл. 4. приведены основные объекты, расположенные в этих зонах.

Таблица 4 - Зонирование территории ПО «ПХЗ» («условно грязные зоны») и основные объекты на этих территориях, участвующие в процессе реабилитации

Площадка ПО «ПХЗ»			База «С»
Западная зона	Центральная зона	Восточная зона	Сухачевская зона
1. Хвостохранилище «Западное»;	1. Здание 103;	1. Хвостохранилище «Юго-восточное»;	1. База «С»; и хранилище ДП-6;
2. Площадка складирования и сортировки строительных конструкций;	2. Здание 104;	2. Контейнерное хранилище отходов дезактивации (здание 46);	2. Хвостохранилище «Сухачевское» первая секция;
3. Территория захоронения строительных конструкций (около хвостохранилища «Западное»)	3. Цех дезактивации оборудования и трубопроводов (здание 82);	3. Площадка хранения загрязненного крупногабаритного оборудования;	3. Хвостохранилище «Сухачевское» вторая секция;
	4. Цех хранения загрязненных трубопроводов и оборудования;	4. Территория захоронения строительных отходов;	4. Хранилище «Лантановая фракция»
	5. Хвостохранилище «Центральный яр»;	5. Площадка перегрузки вагонов и хранения контейнеров	
	6. Здание 2б		

Учитывая большой объем реабилитационных работ и работу ряда предприятий на площадке, выполнение реабилитационных мероприятий должно проводиться с минимальным воздействием на население, работающих на площадке и на окружающую среду. Для реализации реабилитационных мероприятий на ГП «Барьер», применяются рекультивация и дезактивация. Эти работы охватывает все возможные направления и виды реабилитационных мероприятий и позволяют привести всю территорию бывшего ПО «ПХЗ» в экологически безопасное состояние.

Рекультивацию должна быть выполнена для следующих загрязненных территорий и хвостохранилищ:

- хвостохранилища «Сухачевское», первая секция;
- хвостохранилища «Сухачевское», вторая секция, в аварийных местах и на загрязненных территориях;
- территория хранилища «База С»;
- загрязненная территория пункта перегрузки руды и хранения контейнеров в районе хвостохранилища «Юго-восточное»;
- загрязненная территория в районе хвостохранилища «Западное»;
- территория трассы пульпопровода от промплощадки ПО «Приднепровский химический завод» до хвостохранилища «Сухачевское».

Эти места должны быть дополнительно обследованы и подготовлены исходные данные для выполнения рекультивационных работ на этих объектах. И понятно, что для них будут выбраны разные уровни вмешательства. На территории площадки ПХЗ будут использованы критерии №2 и №3. Для Сухачевской зоны будет применен критерий №1 и, соответственно, все реабилитационные мероприятия будут проектироваться и выполняться исходя из него.

Для зданий, в которых проектируется выполнять дезактивационные мероприятия, работы тоже будут производиться исходя из критериев, изложенных в табл. 5.

Таблица 5 - Критерии вмешательства для радиационно – загрязненных зданий

№	Уровень вмешательства	Функциональное назначение здания
		Здание для постоянного пребывания работников.
1	Вмешательство не требуется. Проведение, при необходимости, выборочного радиоэкологического мониторинга	Эффективная доза не более 1,0 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает не $4,2 \cdot 10^{-5}$, год ⁻¹
2	Требуется обоснование вмешательства. Детальное радиационное обследование здания, выборочная дезактивация, организация радиоэкологического мониторинга, обоснование применения ограничения деятельности, выполнения защитных и реабилитационных мероприятий	Эффективная доза менее 5,0 мЗв/год. Предел индивидуального риска менее $2,1 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ . Местами имеется радиоактивное загрязнение природными радионуклидами
3	Вмешательство обязательно. Требуется проведение полной дезактивации. Постоянный радиоэкологический контроль и мониторинг.	Эффективная доза более 10,0 мЗв/год. Индивидуальный риск превышает $4,2 \cdot 10^{-4}$, год ⁻¹ Отдельные элементы здания и оборудование содержат радиоактивные загрязнения природными радионуклидами

Кроме этих критериев, для зданий применяются радиационные критерии [3,7]. Но основными должны быть критерии, основанные на подходе методологии анализа риска для принятия решений по реабилитации территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению природными радионуклидами.

Выводы.

1. В Украине радиационно- загрязненные природными радионуклидами территории и здания , в основном, идентифицированы и в достаточной мере изучены. Вместе с тем, в отношении этих территорий и зданий существует значительная неопределенность в части окончательных критериев после проведения реабилитационных и дезактивационных мероприятий.

2. Предложенная методология анализа риска является общепризнанным инструментом в мировой практике для принятия решений по вопросам реабили-

таций територій, підвергнувшись забрудненню. В зв'язі з Європейським вектором України цей інструмент почав достатньо широко використовуватися в дослідженнях, присвячених оцінці ризику здоров'ю від впливу факторів оточуючої середовища. Розглянуті питання застосування процедури оцінки ризиків для визначення рівня очищення від радіаційного забруднення будівель і території колишнього уранового об'єкта- ПО «ПХЗ».

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Директива № 2004/35/ЄС Європейського парламенту і Ради Європейського Союзу «Про екологічну відповідальність, спрямовану на запобігання екологічній шкоді та усунення її наслідків» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_a76. - Загл. з екрана
2. Лисиченко, Г. В. Методологія оцінювання екологічних ризиків: монографія / Г. В. Лисиченко, Г. А. Хміль, С. В. Барбашев. — Одеса: Астропринт, 2011 — 368с.
3. Норми радіаційної безпеки України: НРБУ-97. – [Чинний від 1998-01-01].– Київ, Відділ поліграфії Українського центру Держсанепіднагляду Міністерства охорони здоров'я України, 1998. – 125 с. (Державні гігієнічні нормативи)
4. Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности: СП 2.6.1.799-99. ОСПОРБ-99.2.6.1. [Действующий от 200-09-01]– М.: Минздрав России, 2000. – 98 с
5. Фальк, В. Э. Реабилитация среды. Стратегии и методы очистки радиоактивно загрязненных площадок / В.Э. Фальк //Бюллетень МАГАТЭ, 2001. Vol. 43. – No. 2. С. 20–24.
6. Рекультивация земель. Термины и определения. ГОСТ 17.5 1.01- 83. – [Действующий с 1984-07-01]. - Министерством сельского хозяйства СССР, Москва, 1984. – 15 с.
7. Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України; Державні санітарні правила 6.177-2005-09-02. – [Чинний від 2005-05-20], МОЗ України, Київ, 2005. – 197 с.
8. Сорока, Ю.Н. Результаты оценки доз облучения населения в местах переработки урановых руд Ю.Н. Сорока // Гігієна населених місць, 2006. –Вип. 48. – С.. 263-269
9. Сорока, Ю.Н. Методические подходы к оптимизации радиационной защиты при выполнении реабилитационных мероприятий на урановых объектах / Ю.Н. Сорока // Сборник научных трудов НГА Украины , 2000. - №10 .- С.108-114
10. Методика расчета дозовых нагрузок на персонал производств, занятых работой с сырьем, содержащим повышенные концентрации естественных радионуклидов/ Сорока Ю.Н., Молчанов А.И., Беднарик О.Н., Кривошей Л.А., Гагауз Ф.Г. //Сборник научных трудов.- Севастополь: СИЯЭиП, 2000.- вып.3.- С132-137.
11. Сорока, Ю.М. Про розрахунок ефективних доз опромінення від майданчикових джерел радіоактивного забруднення території / Ю.М. Сорока // Охорона праці та навколишнього середовища на підприємствах гірничо-металургійного комплексу. Зб. наук. пр., вип. 1. - Кривий Ріг, НДІБТГ, 1999. - с.12-21.
12. 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.
13. МАГАТЭ. Освобождение площадок от регулирующего контроля после завершения практической деятельности. Серия норм по безопасности МАГАТЭ. №WS-G-55.1 МАГАТЭ, Вена, 2008-42 с.
14. IAEA Safety Standards Series. Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents: safety requirements. – Vienna: International Atomic Energy Agency, 2003 – 24 p.
15. МКРЗ. Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, Annals of ICRP, 1999. Vol. 29. – No. 1. – 41 p.
16. Санитарные правила ликвидации, консервации и перепрофилирования предприятий по добыче и переработке радиоактивных руд (СП ЛКП-91). - М.: МЗ СССР, 1991. - 76 с.
17. Радіаційно-гігієнічне регламентування проведення робіт на об'єктах ліквідованого Придніпровського хімічного заводу (ПХЗ) Методичні вказівки МВ 6.6.1.2.6.-00-06. Видання офіційне; Київ-2006. – 105 с.

REFERENCES

1. "Directive number 2004/35 / EC of the European Parliament and of the Council of the European Union "On environmental liability aimed at preventing environmental damage and remedy its consequences", available at: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/994_a76, (Accessed 5 October 2014).
2. Lisichenko, G.V., Khmil, G.A. and Barbashev, S.V. (2011), *Metodologiya otsinyavannya ekologichnykh ryzykiv* [The methodology of evaluation of environmental risks], Astroprint, Odessa, Ukraine.
3. NRBU-97: Normy radiatsiyonoy bezpeky Ukrainy [NRBU- 97: Radiation Safety Standards of Ukraine:], Ministry of Health of Ukraine, Kiev, Ukraine.
4. Ministry of Health of Russia (2000), *OSPORB: Ioniziruyushchee izluchenie, radiatsionnaya bezopasnost. Osnovnye sanitarnye pravila obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti* Ионизирующее излучение, радиационная безопасность. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности: СП 2.6.1.799-99. ОСПОРБ-99.2.6.1. [SP 2.6.1.799-99. OSPORB-99.2.6.1: Ionizing radiation, radiation safety. Basic Sanitary Rules for Radiation Safety], Ministry of Health of Russia, Moscow, Russia.
5. Falk, V.E. (2001), "B. Э. Rehabilitation of the environment. Strategies and methods of treatment of radioactively contaminated sites", *Byulleten MAGATE*, vol. 43, no. 2. С. 20–24.
6. *GOST 17.5 1.01- 83: Rekultivatsiya zemel. Terminy i opredeleniya* [GOST 17.5 1.01- 83: Land reclamation. Terms and Definitions]. Ministry of Agriculture of the USSR, Moscow, USSR.
7. The Ministry of Health of Ukraine (2005), *6.177-2005-09-02 Osnovni sanitarni pravyla zabezpechennya radiatsiyonoy bezpeky Ukrainy* [6.177-2005-09-02: Basic sanitary rules of radiation safety Ukraine], The Ministry of Health of Ukraine, Kiev. Ukraine.
8. Soroka, Yu.N. (2006), "The results of dose assessment of population in places of processing of uranium ores", *Gigiena naseleennykh mist, no. 48*, pp. 263-269.
9. Soroka, Yu.N. (2000), "Methodical approaches to optimization of radiation protection in the performance of rehabilitation measures in the uranium facilities ", *Sbornik nauchnykh trudov NGA Ukrainy*, no. 10, pp.108-114.
10. Soroka, Yu.N., Molchanov, A.I., Bednarik, L.A. and Gagauz, F.,G. (2000), "Method of calculating the radiation dose to the staff of production, employment work with raw materials containing elevated levels of natural radionuclides ", *Sbornik nauchnykh trudov SIYaiP, no.3*, pp. 132-137.
11. Soroka, Yu.N. (1999), "On calculation of effective doses of area sources of radioactive contamination", *Okhrona pratsi ta navkolyshnogo seredovischa na pidpriemstvakh girnycho-metalurgiynogo kompleksu*, no. 1, pp. 12-21.
12. Kiselev, M.F. and Shandal, N.K. (ed.) (2009), "Publication 103 of the International Commission on Radiological Protection (ICRP).", Izdatelstvo OOO PKF "Alana", Moscow, Russia.
13. MAGATE (2008), "Exemption sites from regulatory control after the completion of practice. Standards Series IAEA Safety", no.WS-G-55.1.
14. International Atomic Energy Agency, (2003), "IAEA Safety Standards Series. Remediation of Areas Contaminated by Past Activities and Accidents: safety requirements", Vienna, Austria..
15. МКРЗ (1999), "Protection of the Public in Situations of Prolonged Radiation Exposure, *Annals of ICRP*" vol. 29, no. 1, p. 41.
16. The Ministry of Health of the USSR (1991), *SP LKP-91 Sanitarnye pravila likvidatsii, konservatsii i pereprofilirovaniya predpriyatiy po dobyche i pererabotke radioaktivnykh rud* [SP LKP-91 Sanitary Regulations liquidation, conservation and conversion of mining and processing of radioactive ores] - The Ministry of Health of the USSR, Moscow, Russia.
17. The Ministry of Health of Ukraine (2006), *MB 6.6.1.2.6.-00-06: Radiatsiyno-gigienichne reglamentuvannya provedennya robot na obektakh Prydniprovskogo khimichnogo zavodu*. [MV 6.6.1.2.6-00-06: Radiation and health and safety regulation carrying out work is liquidated Pridneprovsk Chemical Plant (PCP). Methodological guidelines], The Ministry of Health of Ukraine, Kiev, Ukraine.

Об авторе

Сорока Юрий Николаевич, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры Экологии и охраны окружающей среды, Государственное высшее учебное заведение «Днепродзержинский государственный технический университет» (ГВУЗ «ДГТУ»), Днепродзержинск, Украина, yuriy_sor@ukr.net.

About the author

Soroka Yuriy Nikolaevich, Candidate of Technical Sciences (Ph.D), Senior Lecturer in Department of Ecology and Environmental Protection, State Higher Educational Institution "Dneprodzerzhinsky State Technical University" (SHEI «DGTU»), Dneprodzerzhinsk, Ukraine, yuriy_sor@ukr.net.

Анотація. Проаналізовано значення радіаційних і хімічних ризиків, застосовуваних у різних країнах. Розглянуто можливості застосування методології аналізу ризику для прийняття рішень з реабілітації територій, що зазнали радіоактивного забруднення природними радіонуклідами. Рекомендоване критерії втручання для ділянок та об'єктів радіаційного забруднення з урахуванням ризику опромінення населення. На прикладі радіаційно-забруднених територій колишнього ВО «ПХЗ» зроблено аналіз проведених і передбачаємих реабілітаційних заходів, виконано зонування по основних об'єктах. У статті визначено критерії втручання і приведено напрямки реабілітації забруднених територій та будівель ПО «ПХЗ», що дозволить більш точно визначати рівень очищення території та ефективність проведених заходів.

Ключові слова: ризик; реабілітація забруднених територій; зонування; методологія аналізу ризику.

Abstract. Importance of radiation and chemical risk assessments used in different countries is analyzed. Possibilities of applying the methods of risk analysis are considered in context of making decisions on rehabilitation of areas affected by radioactive contamination (by natural radionuclides). It is recommended to use criteria for intervention for lands and properties with radioactive contamination with taking into account risks of population irradiation. Contaminated territories of the former "PChZ" Company was an example for analyzing currently used and future rehabilitation measures with zoning of the key objects. The article defines criteria for intervention and directions of rehabilitation of contaminated lands and buildings of the "PChZ" Company, and these criteria help to determine more accurately degree of the land decontamination and effectiveness of the taken measures.

Keywords: risk; rehabilitation of contaminated areas; zoning; methodology of risk analysis

Стаття постуила в редакцію 13.10.2014

Рекомендовано к печати д-ром техн. наук М.С. Четвериком