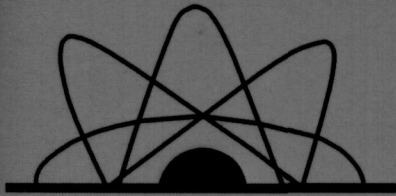


ISSN 2311-8253



ДП "ДНІЦ СКАР"

ДП "Державний науково-інженерний центр
систем контролю та аварійного реагування"
Міненерговугілля України



Українське ядерне товариство

ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ДОВКІЛЛЯ

NUCLEAR POWER AND THE ENVIRONMENT

№ 2(6)

2015

ДП “ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ІНЖЕНЕРНИЙ ЦЕНТР
СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА АВАРІЙНОГО РЕАГУВАННЯ”
МІНЕНЕРГОВУГІЛЛЯ УКРАЇНИ

ЯДЕРНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ДОВКІЛЛЯ

Науково-виробничий журнал

NUCLEAR POWER AND THE ENVIRONMENT

Scientific and Industrial Journal

№ 2 (6), 2015

Виходить 1—4 рази на рік

Заснований у травні 2012 року

Київ — 2015

ЗМІСТ

Куц В. М. Перспективи галузевої стандартизації у ядерній енергетиці та атомно-промисловому комплексі	4
Скалозубов В. И., Васильченко С. В., Козлов И. Л., Габлая Т. В. Переоценка безопасности АЭС Украины при воздействии смерчей	7
Кутлахмедов Ю. А., Матвеева И. В. Опыт и перспективы применения технологии дезактивации почв "Turf Cutter"	11
Бондарь Ю. В., Кузенко С. В. Адсорбция стронция на композитные волокна с осажденным слоем ферригидрита	14
Сандул Г. А. Некоторые аспекты организации и работы научно-производственных коллективов предприятий ядерной энергетики	21
Рязанов В. В. Статистика иерархических систем и процессы в ядерном реакторе	29
Скалозубов В. И., Козлов И. Л., Клевцов С. В., Письменный Е. Н. Методические основы реализации принципов адекватности и достаточности для идентификации тяжелых аварий на ВВЭР с учетом уроков Фукусимской аварии	37
Березовский А. Д., Ващенко В. Н., Габлая Т. В., Козлов И. Л., Косенко С. И., Патлашенко Ж. И., Скалозубов В. И. Адаптация аварийного моделирования "непроектного" для ВВЭР ядерного топлива на основе критериального метода	44
Кравченко В. П., Дубковский В. А., Кравченко Е. В. Технико-экономическая оценка возможности использования солнечной электростанции, как источника надежного питания при обесточивании АЭС	48
Азаров С. И., Попович О. В., Сидоренко В. Л. Концептуальні напрями впровадження культури радіаційної безпеки	53
Королев А. В., Ищенко О. П. Потенциал отработанного ядерного топлива	61
Ольховик Ю. О. Щодо захисних властивостей зони аерації майданчика комплексу "Вектор"	65

CONTENTS

Kuts V. The perspectives on branch standardization in Nuclear Power and Atomic Industrial Complex	4
Skalozubov V., Vasilchenko S., Kozlov I., Gablaya T. Reassessment of NPP safety of Ukraine under influence of tornadoes	7
Kutlahmedov Yu., Matveeva I. Experience and perspectives of application with "Turf Cutter" soil decontamination technology	11
Bondar Yu., Kuzenko S. Adsorption of strontium onto composite fibres coated with ferrihydrite layer	14
Sandul G. Some aspects of the organization and operation of scientific and industrial staff of nuclear power enterprises	21
Ryazanov V. Statistics of hierarchical systems and processes in nuclear reactors	29
Skalozubov V., Kozlov I., Klevtsov S., Pysmennyi E. Methodological fundamentals to realize principles of adequacy and sufficiency for identification of WWER severe accidents subject to lessons of Fukushima accident	37
Berezovskiy A., Vashchenko V., Gablaya T., Kozlov I., Kosenko S., Patlashenko Zh., Skalozubov V. Adaptation of Accident Modelling of "Not Design" for WWERs Nuclear Fuel Based on Criterion Method	44
Kravchenko V., Dubkovsky V., Kravchenko I. Economic estimation of possibility of solar power plant using as a source of reliable power in case deenergizing of NPP	48
Azarov S., Popovich O., Sydorenko V. Conceptual directions of radiation safety culture implementation	53
Korolev A., Ischenko O. Potential of spent nuclear fuel	61
Olkhovik Yu. On protective properties of aeration zone for Vector facility site	65

УДК 504.034(075.8)

Ю. А. Кутлахмедов, И. В. Матвеева

Национальный авиационный университет, Институт экологической безопасности, г. Киев

ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ
ДЕЗАКТИВАЦИИ ПОЧВ "TURF CUTTER"

В статье проведена оценка эффективности технологии дезактивации загрязненных радионуклидами почв с помощью снятия верхнего слоя дернины установкой "Turf Cutter". В статье проводится сравнение результатов дезактивации пастбищ с использованием технологии "Turf Cutter" с традиционными методами окультуривания пастбищ (высев трав, мелиорация и тому подобное). Сравнение разницы "польза-вред" для этих двух методов показывает, что дезактивация грунтов после аварии на ЧАЭС с помощью технологии "Turf Cutter" практически вдвое более эффективна, чем традиционные методы улучшения пастбищ и лугов. В статье подчеркнута также необходимость развития этой технологии и использования ее в Украине.

Ключевые слова: экосистемы, радиоактивное загрязнение, дезактивация почв, снятие дернины на пастбищах.

Оценка эффективности технологии дезактивации почвы "Turf Cutter". Исследования, начатые нами в рамках международного проекта ЕСР-4 "Технологии и стратегии дезактивации" [1], позволили разработать и испытать новую технологию дезактивации загрязненных почв путем удаления тонкого слоя дернины (2—5 см) вибрирующим ножом специальной машины "Turf-Cutter", способной повторять неровности микрорельефа. Наши эксперименты проводились на радиоактивно-загрязненных почвах в 10-км зоне ЧАЭС и на других территориях Украины и Беларуси в течение 1992-1998 гг. В экспериментах применялась установка "Turf Cutter" (производство США). Первое испытание технологии было проведено на хорошо задернованной территории радиозоологического полигона "Буряковка" в 4 км от промплощадки ЧАЭС при уровне загрязнения 100 Ки/км² по ¹³⁷Cs, 80 Ки/км² по ⁹⁰Sr, 7 Ки/км² по ²³⁹Pu. Исследования показали, что до 95% радиоактивности на невспаханном участке полигона были сосредоточены в то время в верхнем слое дернины. В результате испытаний на выбранном участке была достигнута высокая эффективность дезактивации почвы — коэффициент дезактивации $K_d = 25—40$ [2].

Второе испытание технологии было проведено на полигоне "Чистоголовка" в 3 км от промплощадки ЧАЭС. Полигон характеризовался высоким уровнем радионуклидного загрязнения (150 Ки/км² по ¹³⁷Cs), слабой дерниной на легкой песчаной почве и неровной поверхностью. Снятие дернины на этом полигоне позволило провести достаточно эффективную дезактивацию почвы — $K_d = 10—15$.

Еще одно испытание технологии, проведенное нами в белорусской части зоны отчуждения ЧАЭС, продемонстрировало возможность выбо-

рочного снятия дернины в условиях пятнистого радионуклидного загрязнения. Оперативная оценка пятнистости загрязнения была проведена с помощью полевого гамма-спектрометра "Корад". По данным оценки пятнистости загрязнения было произведено выборочное снятие дернины на этом участке, что позволило уменьшить объем снятой дернины на 70%. При этом K_d для участка в целом по ¹³⁷Cs составил 5—7 единиц.

Очередное испытание технологии было проведено нами в 1993 г. в с. Милячи (Ровенская область, Дубровицкий район, Украина) на пастбище "Став" с осушенными торфяно-болотными почвами и уровнем загрязнения по ¹³⁷Cs — около 5 Ки/км², которое не подвергалось воздействию иных защитных мероприятий (ЗМ). После снятия загрязненной дернины ($K_d = 15—20$), на полигоне были высеяны многолетние кормовые травы. Уровень радиоактивного загрязнения этих трав был в 20 раз ниже, чем на контрольных участках. Сравнение уровней загрязнения молока от подопытных коров, которых кормили травой с дезактивированного участка, с молоком от контрольных коров, траву для откорма которых брали с соседних недезактивированных участков, показало, что уровень загрязнения молока снизился в 15—20 раз [2].

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности предложенной технологии дезактивации загрязненных почв с помощью снятия дернины специальной установкой "Turf Cutter". K_d составил от 7—15 на пылевато-песчаных и песчаных почвах с рыхлой дерниной до 20—40 на осушенных торфяно-болотных почвах с наиболее плотной дерниной. По данным полевых испытаний установлена зависимость эффективности данной технологии дезактивации от характера почв, растительного покрова и ландшафтных условий и показана высокая степень ее эколо-

гической безопасности. Это позволило, используя элементы ГИС-технологий, выполнить соответствующие оценки перераспределения радионуклидов и провести зонирование загрязненной территории по возможности и эффективности применения технологии "Turf Cutter" для дезактивации почвы, и выделить участки, где ожидаемая эффективность будет наиболее высокой [3].

Применение технологии дезактивации почвы "Turf Cutter" на территории с. Милячи (Дубровицкий район, Ровенская область). Примером эффективного использования ЗМ, являются результаты их реализации на примере с. Милячи, Дубровицкого района, Ровенской области (табл. 1).

Видно, что снижение коллективной дозы для населения с. Милячи составляет около 380 чел-бэр. Ожидаемая коллективная доза для населения по рациону питания составляет около 1800 чел-бэр. Таким образом, снижение дозы на 380 чел-бэр вследствие использования ЗМ в частном секторе не является значительным для населения. Снижение коллективной дозы в коллективном секторе на 1284 чел-бэр составляет значительную величину, но направлено оно, в основном, на уменьшение экспортной дозы.

Проанализированы возможности использования метода снятия верхнего слоя почвы (дернины) на территории с. Милячи. Данные этого анализа приведены в табл. 2. Территория, на которой возможно эффективно использовать установку "Turf Cutter", оценивается в 340 га торфяных почв. Это пастбища, которые не вспахивались после аварии на ЧАЭС.

Следует подчеркнуть, что ЗМ, широко применяемые в сельском хозяйстве, как правило, не изменяют (не ухудшают) качество агроэкосистемы, и тем самым не снижают значений фактора радиоемкости (см. табл. 1). Исключение составляет применение установки "Turf Cutter" для снятия слоя дернины 2—5 см. При этом теряется часть плодородного слоя, что и вызывает некоторое снижение фактора радиоемкости почвенного покрова ($F=0,9$). Особо опасно для экосистемы механическое снятие плодородного слоя (10—15 см) с помощью бульдозера и другой тяжелой техники.

Перспективы применения технологии дезактивации почвы "Turf Cutter" на территории Украины [2]. Проведем оценку разности "польза - вред" для данного ЗМ (табл. 3.)

Таблица 1. Оценка эффективности ЗМ, реализованных на частных фермах территории с. Милячи (1988—1993 гг. — по молоку Бк/л)

ЗМ	Количество голов скота	Количество средств	Стоимость ЗМ (\$ США)	Содержание ^{137}Cs в молоке (Бк/л)		K_d по молоку	Снижение кол. дозы (чел-бэр)	Чистая польза (\$ США)
				до ЗМ	после ЗМ			
Болюсы	80	240 шт	720	500	220	2,2	28	509
Хумолит	250	45 т	270	500	280	1,8	314	2143
Ферроцин	50	7 кг	55	500	200	2,5	29	171
Turf Cutter	0,5 га	—	12	720	40	20	5	27
Всего							376	2850

Примечания.

1. K_d — определяется как отношение уровня загрязнения молока до применения ЗМ к его величине после их использования.
2. Приведен анализ соотношения "польза - вред". Чистая польза — это разность стоимости затрат на контроммеры и величины снижения коллективной дозы, умноженной на стоимость человеко-бэра - 40 \$ США.

Таблица 2. Ожидаемое снижение коллективной дозы по молоку от использования на частных пастбищах метода снятия дернины ($K_d=20$)

Тип почвы	Содержание ^{137}Cs Ки/км ² (площадь, га)	Загрязнение молока (Бк/л)		Снижение коллективной дозы, чел-бэр
		до	после	
Подзолистые	2-5(100)	150-200	10	242
	5-15(60)	400-600	25	435
Торфяные	2-5(110)	200-300	15	383
	5-15(70)	600-900	40	751
Всего				1810

Таблица 3. Оценка ожидаемой пользы и снижения коллективных доз после использования технологии "Turf Cutter" на загрязненных радионуклидами территориях Украины (1—15 Ки/км²)

Область	Площадь, тыс.га	Снижение кол-дозы, тыс.чел-бэр	Стоимость работы "Turf Cutter", тыс \$/га	Польза, тыс \$	Польза вред, тыс \$
Уровень загрязнения ¹³⁷ Cs (1—5 Ки/км ²)					
Киевская	1	5	25	200	175
Житомирская	11	55	275	1760	1485
Ровенская	15	75	375	2400	2025
Всего	27	135	675	4360	3685
Уровень загрязнения ¹³⁷ Cs (5—15 Ки/км ²)					
Киевская	0,3	4	7,5	128	120
Житомирская	2,5	30	62,5	960	897
Ровенская	1,0	12	25,0	384	359
Всего	3,8	46	95	1472	1377

Стоимость одного чел-бэра принята нами 40 \$ по законам Украины (самая низкая оценка по сравнению, с западными странами) [3]. Общая польза от широкого использования технологии "Turf Cutter" на неспаханых торфяных пастбищах и лугах Украины оценивается в 5062 тыс \$ [5].

Заключение

Приведенный анализ данных об улучшении загрязненных радионуклидами пастбищ на территории Украины показал, что оценка разницы "польза-вред" составляет около 1668 тыс. долларов США. Сравнение разницы "польза-вред" для этих двух методов показывает, что дезактивация грун-

тов после аварии на ЧАЭС с использованием технологии "Turf Cutter" практически вдвое более эффективна, чем традиционные методы улучшения пастбищ и лугов. Далее, с течением времени, эта разница будет расти, так как улучшение пастбищ и лугов нужно повторять раз в 3 года, а дезактивацию с использованием технологии "Turf Cutter", достаточно сделать один раз. Эти данные еще раз подчеркивают высокую эффективность метода дезактивации почв на пастбищах и лугах с помощью технологии "Turf Cutter", а также необходимость развития этой технологии и использования ее в Украине.

Список использованной литературы

1. Strategy of Desactivation. Final Report project ECP-4, —Brussels, 1996.— 320 p.
2. Надежность экологических систем. Теория, модели и практические результаты. Кутлахмедов Ю. А., Матвеева И. В., Родина В. В. — Palmarium academic publishing, 2013.— 318 с.
3. Ландшафты Чернобыльской зоны и их оценка по условиям миграции радионуклидов. Давыдчук В. С., Зарудная Р. Ф., Михели С. В. и др. — Киев: Наукова думка, 1994.— 112 с.
4. Fluxes of radionuclides in rural communities in Russia, Ukraine and Belarus. ECP-9 . Annual report (1993—1994 у.у.)— 280 p.
5. Основы радиэкологии. Кутлахмедов Ю. А., Корогодин В. И., Кольтовер В. К. — Учебное пособие. Вища школа,— Киев, 2003.— 320 с.

Получено 6.04.2015