

ISSN 2073-5057

Журнал



*З. Ширинская
Губа*

ological safety

Management of ecological safety

*Development and exploitation
of ecological monitoring systems*

*Sustainable development, ecological
management and audit*

*Estimation and forecast
of technogenic
environmental influence*

*Development of environmentally
technologies, processes and equipment*

1/2014 (17)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ



УКРАЇНА
Державна реєстраційна служба України
СВІДОЦТВО
про державну реєстрацію
друкованого засобу масової інформації

Серія KB №18237-7037 ПР
"Екологічна безпека"
(назва видання державною мовою)
(назва видання іншою мовою (мовами))
Вид видання журнал
(газета, журнал, бюлетень, збірник, альманах, календар, довідник)
Статус видання вітчизиняне
(вітчизиняне/спільне)
Мова (мови) видання змішаними мовами: українська, російська, англійська
Вид видання за цільовим призначенням наукове, науково-практичне
(професійно-практичне наукове, навчально-інформаційне)
Обсяг, періодичність до 15 ум. друк. арк., 2 рази на рік
(визначити по-англ. обсяг видання окремо - (реклама) (програма) (інше))
Сфера розповсюдження та категорія читачів загальнодержавна
наукові працівники вищих навчальних закладів, науково-дослідних установ, викладачі, аспіранти, студенти, інженерно-технічні працівники промислових підприємств
Засновник (співзасновники) Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського
Програмні цілі (основні принципи) або тематична спрямованість Інформування у наукових публікаціях працівників вищих навчальних закладів, науково-дослідних установ, викладачів, аспірантів, студентів, інженерно-технічних працівників промислових підприємств про розвиток науки та результати наукових досліджень з питань екологічної безпеки у галузі технічних наук

Голова
05.09.2011 р.



[Signature]

Л.В.Єфіменко
Розрешено
технологій, процесів і

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО

Випуск 1/2014 (17) – Тираж 1/2014 (17) – 128 с.

Доктор філософських наук, професор
Микола Іванович Сидоренко

ЕКОЛОГІЧНА

БЕЗПЕКА

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

МІЖНАРОДНИЙ РЕДАКЦІЙНИЙ КОМІТЕТ

Кун Цзун-цзун, проф. (Китай);
Морек Дримац, проф. (Словаччина);
Роман Петрус, проф. (Україна)

Випуск 1/2014 (17)

- **Управління екологічною безпекою**
- **Розробка та експлуатація систем екологічного моніторингу**
- **Забезпечення сталого розвитку, екологічний менеджмент і аудит**
- **Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля**
- **Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування**

Журнал присвячено розробці та реалізації статей, які мають нові теоретичні та практичні результати в галузі екологічної безпеки.

Випуск 1/2014 (17) – Тираж 1/2014 (17) – 128 с.

Кременчук, національний університет імені Михайла Остроградського, 2014 р.

Україна, Кременчук, вул. Шевченка, 20, м. Кременчук, 37000, Україна

Національний університет імені Михайла Остроградського

Інформаційно-видавничий відділ

КРЕМЕНЧУК – 2014

Тел./факс: (050) 475-11-11

О. Кадомця

т. +380966666666

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ «ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА»:
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА
ОСТРОГРАДСЬКОГО.

Кременчук: КрНУ, 2014. – Випуск 1/2014 (17). – 128 с.

Головний редактор:

В. Загірняк, член-кор. Національної Академії педагогічних наук України, д.т.н., проф.

Заступник головного редактора:

М. Шмандій, д.т.н., проф.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Григоренко Я. О., д.т.н., проф.;

Григорів С. І., д.т.н., проф.;

Григорюк Л. А., к.т.н., доц.;

Григорук М. І., д.т.н., проф.;

Григорук В. П., д.т.н., проф.;

Григорук В. В., д.т.н., проф.;

Григорук О. І., д.ф.-м.н., проф.;

Григорук Л. Г., д.т.н., проф.;

Григорук Т. Ф., к.х.н., доц.;

Григорук В. П., д.т.н., проф.;

Мальований М. С., д.т.н., проф.;

Никифоров В. В., д.б.н., проф.;

Поліщук Д. В., к.т.н., доц.;

Рижков С. С., д.т.н., проф.;

Рудько Г. І., д.т.н., д.г.н., д.г.-м.н., проф.;

Саленко О. Ф., д.т.н., проф.;

Сокур М. І., д.т.н., проф.;

Чебенко В. М., д.т.н., проф.;

Чорний О. П., д.т.н., проф.

МІЖНАРОДНА РЕДАКЦІЙНА РАДА

Підліснюк, д.х.н., проф.

(Словаччина);

Людвиг Люіс, проф. (США);

Ельжбета Плаза, проф. (Швеція);

Кун ЖУ, проф. (Китай);

Марек Дрімал, проф. (Словаччина);

Роман Петрус, проф. (Польща);

Ян Зелений, проф. (Словаччина);

Відповідальний секретар – Бахарєв В. С., к.т.н., доц.

Журнал входить до Переліку фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук (зокрема в галузі екологічної безпеки). Постанова президії ВАК України № 1-05/8 від 22.12.2010. Журнал входить до провідних наукових бібліотек України, реферується у Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського. Журнал індексується у загальнодержавній базі даних «УКРАЇНКА НАУКОВА» (реферативний журнал «ДЖЕРЕЛО»), міжнародних бібліотечних базах даних «INDEX COPERNICUS» та «ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY», науковій електронній бібліотеці eLIBRARY.RU.

Журнал входить до Переліку фахових видань, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата технічних наук (зокрема в галузі екологічної безпеки). Постанова президії ВАК України № 1-05/8 від 22.12.2010. Журнал входить до провідних наукових бібліотек України, реферується у Національній бібліотеці України імені В.І. Вернадського. Журнал індексується у загальнодержавній базі даних «УКРАЇНКА НАУКОВА» (реферативний журнал «ДЖЕРЕЛО»), міжнародних бібліотечних базах даних «INDEX COPERNICUS» та «ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY», науковій електронній бібліотеці eLIBRARY.RU.

Журнал публікує після рецензування та редагування статті, які містять нові теоретичні та експериментальні результати в галузі екологічної безпеки.

Журнал видається з 2008 року.

Кременчухцький національний університет імені Михайла Остроградського, 2014 р.

ISSN 2073-5057

Адреса редакції: вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавської обл. Україна, 39600. Кременчухцький національний університет імені Михайла Остроградського. Кафедра екологічної безпеки та організації природокористування, кімн. 4207. Телефон: +3805366 019; E-mail: v.s.baharev@yandex.ua; Web sites: www.kdu.edu.ua, www.nbu.gov.ua

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University

ISSN 2224-5758 (Print) / ISSN 2224-5766 (Online) – Issue 1/2014 (17) – 128 p.

Corresponding Member of the National Academy of Pedagogic Sciences of Ukraine
Associate Professor, DSc (Engineering), Prof.

EDITORIAL BOARD

Assoc. Prof. Dr. O. I. Marchenko, DSc (Engineering), Prof.
Assoc. Prof. Dr. I. Prof.

ECOLOGICAL

SAFETY

SCIENTIFIC JOURNAL

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Prof. Marek Drimul, Prof.
Prof. Roman Petriš, Prof. (Poland);
Prof. Ján Zelený, Prof. (Slovakia).

Assoc. Prof. Dr. O. I. Marchenko, DSc (Engineering), Assoc. prof.

- Management of ecological safety
- Development and exploitation of ecological monitoring systems
- Sustainable development, ecological management and audit
- Estimation and forecast of technogenic environmental influence
- Development of environmentally technologies, processes and equipment

Number 1/2014 (17)

extremes in the field of ecological safety.

since 2008.

of National University, 2014

Amelna, 20, Krem

Podtava region, U

Organization De

Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi

2014. E-n Kremenchuk – 2014

bal. gyindex ua.

SCIENTIFIC JOURNAL «ECOLOGICAL SAFETY»:
KREMENCHUK MYKHAILO OSTROHRADSKYI NATIONAL UNIVERSITY
Kremenchuk: KrNU, 2014. – Issue 1/2014 (17). – 128 p.

Editor-in-chief

Magirnyak – Corresponding Member of the National Academy of Pedagogic Sciences of Ukraine, DSc (Engineering), Prof.

Deputy of Editor-in-chief – **V. Shmandiy**, DSc (Engineering), Prof.

EDITORIAL BOARD

Adamenko , DSc (Engineering), Prof.;	V. Lyashenko , DSc (Engineering), Prof.;
Azarov , DSc (Engineering), Prof.;	M. Malyovanny , DSc (Engineering), Prof.;
Bezdenzhnyh , CandSc (Engineering), Prof.;	V. Nikiforov , DSc (Biology), Prof.;
Chebenko , DSc (Engineering), Prof.;	D. Polishuk , CandSc (Engineering), Assoc. Prof.;
Chorny , DSc (Engineering), Prof.;	S. Ryzkov , DSc (Engineering), Prof.;
Dmitriyev , DSc (Engineering), Prof.;	G. Rudko , DSc (Engineering), Prof.;
Dragobetskyi , DSc (Engineering), Prof.;	O. Salenko , DSc (Engineering), Prof.;
Elizarov , DSc (Physics-Mathematics), Prof.;	M. Sokur , DSc (Engineering), Prof.;
Guchenko , DSc (Engineering), Prof.;	L. Zubova , DSc (Engineering), Prof.
Kozlovs'ka , CandSc (Chemistry), Assoc. Prof.;	

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Antonia Pidlisnyuk , Prof. (Slovakia);	Marek Drimal , Prof. (Slovakia);
Edward Lewis , Prof. (USA);	Roman Petrus , Prof. (Poland);
Tabieta Plasa , Prof. (Sweden);	Jan Zeleny , Prof. (Slovakia).
Jun Zhu , Prof. (China);	

Executive Secretary – **V. Bakharev**, CandSc (Engineering), Assoc. prof.

Pursuant to Decree of General Committee of State Commission for Academic Degrees and Titles of Ukraine № 1-05/8 of 22 December, 2010 the journal is registered in the List of specialized editions for the research results of doctoral and candidate theses in Engineering (only Ecological safety) to be published in. The journal is presented in the top research libraries of Ukraine, referred in the Vernadsky National Library of Ukraine. The journal is indexed by national database «UKRAINIKA NAUKOVA» («DZHERELO» abstract journal), international databases «ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY» and databases «INDEX COPERNICUS», research electronic library eLIBRARY.RU.

The journal is published by the decision of the Scientific Council of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University (Records № 7 of 29 May, 2014). Registration Certificate № 18237-7037 PR of 05 September, 2011.

The journal publishes only peer-reviewed and amended articles, which cover new theoretical and experimental aspects of research outcomes in the field of ecological safety.

The journal has been published since 2008.

© Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University, 2014.

ISSN 2073-5057

Office address: vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, Poltava region, Ukraine, 39600. Ecological safety and environmental organization Department, Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University. Tel.: +3805366 31019. E-mail: ecol@kdu.edu.ua, v.s.baharev@yandex.ua. Websites: www.kdu.edu.ua, www.nbu.gov.ua

ЗМІСТ

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ

О ФАКТОРА НА БИОТУ

ГОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ВТРАТ ПРОМИСЛОВОГО ПРИБОРСТВА ВІД НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	9
Ремешевська	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА НА БИОТУ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМ	14
И. В. Матвеева	
ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА СПОРУД ТУРИСТИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ (НА ПРИКЛАДІ ОБ'ЄКТІВ ГОТЕЛЬНО-РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА)	20
Р. Ю. Шевченко	
АНАЛІЗ ДІЮЧИХ ФТЧ ДИЗЕЛІВ НЕТРАДИЦІЙНОЇ КОНСТРУКЦІЇ НА ВІДПОВІДНІСТЬ СУЧАСНИМ НОРМАМ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ	25
М. Кондратенко, С. О. Вамболь, О. П. Строков	
ВИВЧЕННЯ ПРОЦЕСУ МАСООБМІНУ ПРИ ПЕРЕТВОРЕННІ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ У МЕТАН ЛОГІЧНИМ МЕТОДОМ	31
В. Дячок, О. Б. Левко	
ОЦІНКА РИЗИКІВ ДЛЯ ЛЮДИНИ ПРИ ВПЛИВІ ОДНОГО АБО ДЕКІЛЬКОХ ПОРОГОВИХ КСАНТИВ	36
П. Петрусенко	
РОЗРОБКА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ СИСТЕМ ЕКОЛОГІЧНОГО МОНИТОРИНГУ	
ХИМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КРИТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ	40
И. Переварюха	
ОЦІНКА ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ТЕХНОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ	
ВИЗНАЧЕННЯ СТАНУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПОВЕРХНЕВИХ І ПІДЗЕМНИХ ВОД ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ	46
С. Абраменко	
НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ПОКАЗНИКІВ АСИМІЛЯЦІЙНОГО ПОТЕНЦІАЛУ АСИМІЛЯЦІЙНОЇ ЄМНОСТІ ДЛЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ОЦІНКИ СТАНУ ГІДРОЕКОСИСТЕМ РІЧОК	50
М. Угод, І. А. Вільдман	
ПРОГНОЗУВАННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ПРИ ВИКОРИСТАННІ МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ АБОРТИВНОСТІ БІОІНДИКАТОРА	54
В. Е. Курявська, А. О. Дичко	
ПРОБЛЕМИ ЗАБРУДНЕННЯ ФТОРИДАМИ ГРУНТІВ І ВОД ГЕОХІМІЧНОЇ ПРОВІНЦІЇ (ПРИКЛАДІ ПОЛТАВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)	59
И. Назаренко, Ю. Б. Нікозять, О. Д. Іващенко	
ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ГРУНТІВ ТЕРИТОРІЙ САКСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО ХІМІЧНОГО ЗАВОДУ	64
И. Іващенко, І. Д. Пушкарьова	
ОЦІНКА СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ГРУНТОВИХ ВОД ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ ПОБЛИЗУ ПРИБОРСТВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ	69
И. Маджид, Т. І. Дмитруха, М. М. Радомська, І. Л. Трофімов	
АНАЛІЗ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ВНАСЛІДОК ПОЖЕЖ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ОБ'ЄКТАХ	74
И. Тимошук, С. Л. Шмарін	

K 574.15: 614.876

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА НА БИОТУ ОЗЕРНОЙ ЭКОСИСТЕМ

И. В. Матвеева

Национальный авиационный университет
 Проспект космонавта Комарова, 1, 03680, Киев, Украина. E-mail: irinaV-18@yandex.ru

Предложен новый подход к созданию системы экологического нормирования. Такая система не совпадает с существующей системой гигиенического нормирования, поскольку при соблюдении гигиенических нормативов высокие воздействия на биоту экосистем могут быть критическими. Опираясь на модели радиационной емкости и теории надежности экосистем, предложен метод установления критического состояния биоты на примере озерной экосистемы. Через оценку и контроль критической дозовой нагрузки на исследуемую биоту, через радиоемкости определяются уровни допустимого загрязнения радионуклидами компонентов экосистемы. От решения данных проблем зависит возможность создания, обоснования и применения результативных контрмер по защите биоты в зоне радионуклидных и других загрязняющих факторов физической и химической природы (например, тяжелыми металлами). Уровни допустимого радионуклидного загрязнения оцениваются как такие, при которых дозовая нагрузка на критическую биоту озера не должна превышать предельно допустимую – 4 Гр/год.

Ключевые слова: радиоемкость экосистем, дозовые нагрузки на биоту, экологический норматив.

ЕКОЛОГІЧНЕ НОРМУВАННЯ ДІЇ РАДІАЦІЙНОГО ФАКТОРА НА БІОТУ ОЗЕРНОЇ ЕКОСИСТЕМИ

І. В. Матвєєва, к.т.н, доцент

Национальный авиационный университет
 Проспект космонавта Комарова, 1, 03680, Київ, Україна. E-mail: irinaV-18@yandex.ru

Запропоновано новий підхід до створення системи екологічного нормування. Така система не збігається з існуючою системою гігієнічного нормування, оскільки при дотриманні гігієнічних нормативів дозові впливи на біоту екосистем можуть бути критичними. Спираючись на моделі радіаційної смності і теорію надійності екосистем запропонований метод встановлення критичного стану біоти на прикладі озерної екосистеми. Через контроль критичного дозового навантаження на біоту екосистеми, яка досліджується, через моделі радіоемкості визначаються рівні допустимого забруднення радіонуклідами компонентів екосистеми. Від рішення даних проблем залежить можливість створення, обґрунтування та застосування результативних заходів щодо захисту біоти в зоні радіонуклідних та інших забруднюючих факторів фізичного та хімічного походження (наприклад, важкими металами). Рівні допустимого радіонуклідного забруднення оцінюються як такі, при яких дозове навантаження на критичну біоту озера не повинно перевищувати гранично допустиме – 4 Гр/рік.

Ключові слова: радіоемність екосистем, дозові навантаження на біоту, екологічний норматив.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РАДИОЭКОЛОГИЯ И РАДИОЭКОЛОГИЯ

Теоретическая экология и радиозоология не имела выбора моделей и параметров, пригодных для оценок и расчетов экологических процессов и рисков в экосистемах разного типа. Кыштымская (Россия), особенно, Чернобыльская (1986) аварии четко указывают на необходимость развития именно радиационных исследований в этой области. Существующие исследования по мониторингу радионуклидных загрязнений в экосистемах, конечно, важны, но не достаточны, и без использования широкого круга теоретических моделей трудно сделать заметные обобщения для продуктивного управления большим количеством имеющихся данных по мониторингу. Поэтому возникает необходимость создания подходов для опережающей оценки критического состояния биоты экосистем при действии факторов влияния физической и химической природы. Эту роль может выполнить развитая нами теория радиоемкости экосистем при действии факторов сбросов и выбросов различных радионуклидов в любые экосистемы. Это важно потому, что существует потребность согласовать эти

процессы на основе экологического нормирования, а не только на базе гигиенических стандартов, которые доминируют в современной экологии. Существующая парадигма современной экологии об отсутствии проблем для биоты в случае выдерживания норм для человека является неверной, не всегда выполняется, на что указывают современные исследования и расчеты. Это в первую очередь связано с теми фактами, что человек способен избегать негативных влияний поллютантов, а биота, как правило, не может этого делать. Проблема экологического нормирования допустимых сбросов и выбросов различных радионуклидов в любые экосистемы важна еще и потому, что существует актуальная потребность согласовать эти процессы не только с гигиеническими стандартами, которые доминируют в современной экологии, но и с экологическим нормированием. Существующая парадигма современной экологии об отсутствии проблем для биоты в случае выдерживания норм для человека является не всегда верной, не всегда выполняется, на что указывают современные исследования и расчеты. Это в первую очередь связано с теми фактами, что человек способен

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. В большинстве радиологических ситуаций биота в среде, где она произрастает, подвергается одновременно внешнему (от источников облучения, находящихся вне биоты) и внутреннему (от инкорпорированных в тканях радионуклидов) облучению. В облучаемом биоценозе для исследуемых организмов источниками облучения могут стать инкорпорированные (накопленные) радионуклиды, содержащиеся в соседних организмах. Для отдельных органов растений и животных внешними также являются источники, которые находятся в других частях этого же растения или животного.

При загрязнении биоценозов искусственными радионуклидами на начальном этапе радиоактивные вещества находятся на поверхности почвы и воды, в контакте с растениями или животными. Только через определенный промежуток времени под влиянием ветра, осадков, увеличения биомассы радионуклиды перераспределяются по абиотической составляющей экосистемы, а также в результате миграционных процессов или антропогенных мер перемещаются в глубину почвы и водоема.

В случае радионуклидных выбросов в окружающую среду возникает необходимость определения граничных значений поступления радионуклидов в экосистему, когда вследствие их действия еще не происходят существенные изменения в самой экосистеме.

Природной мерой для оценки предельно допустимого выброса радионуклидов в экосистему является дозовая нагрузка или мощность годовой дозы облучения. В работе Г.Г. Поликарпова и В.Г. Цыцугиной [1] была введена шкала дозовых нагрузок на экосистемы в виде четырех дозовых границ (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала дозовых нагрузок и зон в экосистемах

Номер дозового предела	Зона	Мощность дозы, Гр/год
1	Зона радиационного благополучия	< 0,001 – 0,005
2	Зона физиологической маскировки	> 0,005 – 0,05
3	Зона экологической маскировки:	
3.1	а) наземные животные	> 0,05 – 0,4
3.2	б) гидробионты и наземные животные	> 0,05 – 4
4	Зона явных экологических эффектов:	
4.1	а) драматических для наземных животных	≥ 0,4
4.2	б) драматических для гидробионтов и наземных животных	≥ 4
4.3	в) катастрофических для животных и растений	≥ 100

Из таблицы видно, что реальной дозой границы сброса и «складирования» радионуклидов в экосистемах и их компонентах может быть мощность дозы, которая не превышает 0,4-4,0 Гр/год, когда по ней можно ожидать сначала проявления явных биологических эффектов. Согласно оценкам мощность внешнего облучения в 0,4-4,0 Гр/год отвечает

концентрации ^{137}Cs около 200-1000 кБк/кг в экосистеме или ее компонентах (наземные растения и гидробионты) и около 200 кБк/кг для экосистемы с включением наземных животных, что в среднем составляет 600 кБк/кг. Расчеты, проведенные на основе дозовых коэффициентов, разработанных В. Amigo, представлены в таблице 2 [2].

Таблица 2 – Величины значений дозовых коэффициентов для биоты экосистем по некоторым радионуклидам

Радионуклид	Внутреннее облучение Гр/год/Бк/кг	Внешнее облучение			
		Вода Гр/год/Бк/м ³	От воздуха Гр/год/Бк/м ³	От почвы Гр/год/Бк/кг	Вегетация Гр/год/Бк/кг
^{137}Cs	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-9}$	^{137}Cs	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$2,7 \cdot 10^{-9}$
^3H	$2,88 \cdot 10^{-8}$	0	^3H	$2,88 \cdot 10^{-8}$	0
^{40}K	$3,44 \cdot 10^{-6}$	$1,76 \cdot 10^{-9}$	^{40}K	$3,44 \cdot 10^{-6}$	$1,76 \cdot 10^{-9}$
^{32}P	$3,52 \cdot 10^{-6}$	$1,57 \cdot 10^{-9}$	^{32}P	$3,52 \cdot 10^{-6}$	$1,57 \cdot 10^{-9}$
^{241}Am	$2,86 \cdot 10^{-5}$	$1,48 \cdot 10^{-10}$	^{241}Am	$2,86 \cdot 10^{-5}$	$1,48 \cdot 10^{-10}$
^{239}Pu	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-12}$	^{239}Pu	$2,64 \cdot 10^{-5}$	$3,72 \cdot 10^{-12}$
^{90}Sr	$9,92 \cdot 10^{-7}$	$3,07 \cdot 10^{-10}$	^{90}Sr	$9,92 \cdot 10^{-7}$	$3,07 \cdot 10^{-10}$
^{222}Rn	$1,12 \cdot 10^{-4}$	$8,91 \cdot 10^{-9}$	^{222}Rn	$1,12 \cdot 10^{-4}$	$8,91 \cdot 10^{-9}$
^{14}C	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$6,51 \cdot 10^{-12}$	^{14}C	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$6,51 \cdot 10^{-12}$

Данные таблицы 2 позволяют рассчитывать дозовые нагрузки на дикую биоту в разных типах экосистем.

Экологическое нормирование в озерной экосистеме. Результаты моделирования допустимых сбросов в озерную экосистему [3]

По оценке предельно допустимых концентраций радионуклидов ^{137}Cs в элементах экосистемы можно оценить критические сбросы и выбросы в экосистеме (начнем с примера – озеро). На основе оценки радиоемкости озерной экосистемы [3] нами известно, что для бентоса донных отложений пресноводного водоема предельно допустимый сброс радионуклидов в водоем (N_k) не должен превышать следующую величину:

$$N_k < \frac{LHS}{kF}, \quad (1)$$

L – рассчитан на основе предельной дозы в год (предел) концентрации радионуклидов в биоте (600 кБк/кг); S – площадь водоема; H – средняя глубина водоема; k – коэффициент накопления радионуклидов из воды донными отложениями;

F – фактор радиоемкости донных отложений водоема.

Для живущей в толще воды биоты предельно допустимый сброс радионуклидов не должен превышать (N_b):

$$N_b < \frac{LHS}{K_b(1-F)}, \quad (2)$$

где K_b – коэффициент накопления ^{137}Cs в системе вода-биота водной толщи.

Для конкретного пресноводного водоема, где $S = 2 \text{ км}^2$, $H = 4 \text{ м}$, $K_b = 1000$, $F = 0,7$ критическая величина сброса радионуклидов по расчетам по этой формуле составляет не больше: $N_b < 10 \text{ ТБк}$ в воду

всего водоема. В тоже время критическая величина сброса радионуклидов в водоем для его бентоса оценивается по формуле (1) величиной $N_k < 110 \text{ ГБк}$. Эта величина в 90 раз меньше, чем допустимый сброс ^{137}Cs в воду данного озера, который оценивается для биоты водной толщи водоема. Далее, для наглядности, приведем конкретный пример применения такой модели к озерной экосистеме.

Анализ и расчет допустимых сбросов радионуклидов в озеро.

Допустим, что в озеро площадью в 1 км^2 было сброшено всего $1 \text{ МБк } ^{137}\text{Cs}$. Пусть глубина озера составляет 5 м , толщина активного слоя ила – 10 см , коэффициент накопления (K_H) илов – 200 , а в расчет возьмем варианты когда K_H биоты живущей в донных отложениях, который составляет от 1 до 100000 . Проведем анализ того, какие количества радионуклида можно сбросить в такое озеро с тем, чтобы доза на биоту бентоса не превышала критический предел K_H в 4 Гр/год . Используя выше приведенные формулы проведем расчет допустимых сбросов ^{137}Cs (таблица 3).

Расчет был проведен следующим образом. Зная закономерность перераспределения радионуклидов по компонентам озерной экосистемы можно установить уровни радиоактивности во всех составляющих. Потом, используя таблицу дозовых цен или коэффициентов (табл. 2), можно рассчитать составляющие дозы на биоту от разных компонентов озерной экосистемы при разных значениях K_H биоты бентоса. Суммируя дозу по соответствующим столбцам таблицы 3, мы рассчитаем суммарную дозу на бентос при величине исходного сброса радионуклидов всего в $1 \text{ МБк } ^{137}\text{Cs}$. Далее берем, например, суммарную дозу в последнем столбце, которая равняется $4,7 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/год}$, это при сбросе в 1 МБк . А если допустимая доза на донную биоту, как мы определили, не должна превышать 4 Гр/год , то разделив величину 4 Гр/год на оценочную величину $4,7 \cdot 10^{-3} \text{ Гр/год}$, мы имеем оценку количества – Бк в

тимом сбросе, что составляет – $8,5 \cdot 10^8$ Бк/год, $0,023$ Ки/год. Таким образом, следует отметить, при сверхвысоких значениях K_H биоты (100000) допустимый годовой сброс радионуклидов в

исследуемое озеро, может составить очень малую величину, всего $0,023$ Ки/год всего на 1 км^2 площади озера.

3 - Расчет величины дозы на компоненты озерной экосистемы и допустимого годового сброса ^{137}Cs в зависимости от значений K_H для биоты бентоса *

Дозы от компонент озерной экосистемы, которые действуют на биоту	K_H биоты донных отложений озера (бентоса)					
	1	10	100	1000	10000	100000
Дозы	5,4-9	5,4-9	5,4-9	5,4-9	5,4-9	5,4-9
донных отложений	3,2-8	3,2-8	3,2-8	3,2-8	3,2-8	3,2-8
вегетирующей биомассы озера	1,4-8	1,4-7	1,4-6	1,4-5	1,4-4	1,4-3
критическая доза	3,3-8	3,3-7	3,3-6	3,3-5	3,3-4	3,3-3
критическая доза на биоту	5,2-8	4,8-7	4,7-6	4,7-5	4,7-4	4,7-3
допустимый сброс в озеро ^{137}Cs за	7,7+13 Бк 2100 Ки	8,4+12 Бк 220 Ки	8,4+11 Бк 22 Ки	8,5+10 Бк 2,3 Ки	8,5+9 Бк 0,23 Ки	8,5+8 Бк 0,023 Ки
допустимый сброс в озеро ^{90}Sr за	2,9+14 Бк 7800 Ки	3,8+13 Бк 1020 Ки	3,9+12 Бк 105 Ки	3,9+11 Бк 10,5 Ки	3,9+10 Бк 1 Ки	3,9+9 Бк 0,1 Ки

2,9 означает: $5,2 \cdot 10^{-9}$ и т.д.

Экологический расчет мы провели для другого радионуклида – ^{90}Sr . Видно, что в зависимости от K_H биоты допустимые сбросы в озеро составляют для ^{137}Cs от $0,023$ до $8,5$ Ки за год, а для ^{90}Sr – от $0,1$ до 7800 Ки в год, сбросы происходят только один год, как это и происходит при аварии на ЧАЭС. Если это действующие сбросы, то понятно, что допустимые сбросы за год будут значительно меньше, чтобы они не привели к превышению дозовых пределов. То есть, при реальных значениях K_H для донной биоты могут действовать достаточно жесткие пределы на допустимые уровни сбросов в такую озерную экосистему. При этом в большинстве случаев уровни загрязнения воды, на которую, существуют гигиенические нормативы (2 Бк/л для ^{137}Cs), будут снижены, как значительно меньше, чем данные гигиенические нормативы. Таким образом, анализ показывает, что реально в этом случае озерной экосистемы экологический норматив может быть снижен, как много более жесткий, чем известный гигиенический норматив.

Следует добавить, что озерная экосистема существует не сама по себе, а является, как правило, замыкающим звеном в склоновой экосистеме. При этом наблюдения в зоне ЧАЭС за перераспределением радионуклидов в склоновых экосистемах на берегу реки Уж показали быструю динамику и концентрирование радионуклидов на береговой террасе и в донных отложениях реки. Нами была построена модель радиоемкости склоновой экосистемы и показана ее эвристичность [4]. Таким образом, можно считать, что анализ радиоемкости перспективен и в случае линейно организованных экосистем по типу склоновых, которые завершаются озером либо рекой. Разработанные модели позволяют оценить и прогнозировать закономерности распределения радионуклидов и определить критическую биоту, которая может получать заметные дозовые нагрузки. Рассмотрим для примера относительно простую склоновую экосистему,

которая составлена из 4-х компонент: лес; луг; сельскохозяйственная терраса; озеро. Вероятности сброса установим в виде таких реальных значений: лес-луг = $0,03$; луг-терраса = $0,1$; терраса-озеро = $0,2$. Как показал расчет, критической в этой склоновой экосистеме будет, опять-таки, донная биота озера. Для примера проанализируем вариант, когда K_H донной биоты составляет 10^4 единиц. Тогда, если допустить, что есть реальный поверхностный сток, то допустимый уровень разового годового сброса не должен превышать всего $2,3/20 = 0,11$ Ки/год. Исходя из такой оценки, нами было рассчитано, что уровень загрязнения террасы не должен превышать величину $0,11/0,2 = 0,55$ Ки. [4]. Для выполнения такой оценки уровень загрязнения лугов не должен превышать величину $0,55/0,1 = 5,5$ Ки. Тогда мы можем рассчитать величину допустимого загрязнения источника поступления радионуклидов в данную склоновую экосистему – лесной компоненты; он не должен превышать величину: $5,5/0,03 = 183$ Ки. Это общий запас радионуклидов во всей лесной экосистеме. А если площадь леса составляет около 10 км^2 , то плотность его загрязнения не может превышать 18 Ки/км^2 .

Такой уровень загрязнения практически есть на значительной территории 30-километровой зоны отчуждения Чернобыльской аварии и сел 2, 3 зоны. Это означает, что даже при существующих уровнях загрязнения радионуклидами склоновых экосистем, можно ожидать в депонирующих компонентах (в нашем примере, это озеро) превышения дозовых нагрузок на биоту. Еще следует заметить, что в выбранном нами примере загрязненным считается только источник – лесная компонента склоновой экосистемы. Реальные ситуации в Украине такие, что первичное загрязнение может лежать и на всех составляющих склоновой экосистемы. В этом реальном случае уровни допустимого загрязнения составляющих склоновой экосистемы будут значительно более жесткими. Даже в выбранном простом типе склоновой экосистемы, критической

составляющей биоты экосистемы, кроме донной биоты озера, следует рассмотреть и ситуацию у лесной экосистемы. Анализ радиэкологии лесной экосистемы показывает, которая в рассматриваемом нами варианте является начальным элементом общего загрязнения склоновой экосистемы. При этом ясно, что в лесу можно ожидать заметных дозовых нагрузок в подстилке, где также могут быть достигнуты критические значения доз. Известно, что состояние лесной подстилки определяют комплекс видов редуцентов (черви, микоризные грибы, микроорганизмы и т.п.). Если радионуклидное загрязнение приведет к угнетению и/или гибели биоты лесной подстилки, то это может привести к гибели всего леса, и как результат резкого увеличения поверхностного стока по склону и далее в озерную экосистему. Рассмотрим пример такой лесной экосистемы и проведем расчет допустимых уровней загрязнения леса (для гипотетического уровня сброса в лес $1 \text{ МБк/км}^2 \text{ }^{137}\text{Cs}$) по методике расчета, которую мы использовали выше, при рассмотрении ситуации в озерной экосистеме. В лесной экосистеме наблюдается развитие ситуации в аналогичном направлении. Уровень распределения загрязнения в лесу такой, что в подстилке находится 80 % всего загрязнения цезием-137, в почве – 10 %, еще 10 % радионуклидов находятся. Это все означает, что при гибели леса, мы получим в результате резкое увеличение сброса радионуклидов в озеро. И тогда возникнет жесткая необходимость снижения уровня допустимого загрязнения леса, и всех составляющих склоновой экосистемы. В результате видно, что потребуются использование защитных контрмер для снижения поверхностного стока радионуклидов, по склону и защиты критической биоты озера [4].

Нами показано, что такими контрмерами могут служить следующие мероприятия:

1. Прокладка поперек на середине склона дороги с кюветами около нее. Оценки показали, что при этом резко затормозится сток за счет отвода его по кюветам;
2. Постройка подпорной стенки перед водной экосистемой, что также, как показали наши расчеты, снизит практически в 2-4 раза сброс поллютантов в озерную экосистему;
3. Создание на склоне террасы с активным выращиванием на ней массива растений с высокими значениями K_n , что позволяет «перехватывать» сток поллютантов и снизить их сброс в озерную экосистему.

ВЫВОДЫ. В целом в экологии и радиэкологии в сфере экологического нормирования доминирует такая парадигма: «Если в экологической ситуации

хорошо жить человеку, то биоте тем более ничего не повредит». Анализ, который был нами проведен, показывает, что это совсем не так. То есть безопасная для человека ситуация может обернуться высокими дозами для биоты вследствие перераспределения радионуклидов и высоких значений K_n , которые свойственны для биоты. То есть в условиях озера, когда гигиенические нормативы на питьевую воду легко можно выполнить, а пределы на дозу для биоты озера могут быть невыполнимыми.

Следует подчеркнуть, что превышение дозовых пределов на биоту донных отложений может привести к отмиранию части биоты, а это в свою очередь приведет к подкислению водной среды (рН может упасть до значений 5-6), что, в свою очередь, может вызвать десорбцию радионуклидов, которые накоплены в донных отложениях. А это будет означать значительное повышение загрязнения воды, что очевидно будет превышать и гигиенические нормативы.

Понятно, что установление реально действующих экологических нормативов для Украины и других государств задача очень и очень не простая. Проблема в том, что практически невозможно установить единые экологические нормативы на допустимые сбросы радионуклидов для разных экосистем. Каждое озеро, вообще любая экосистема, будет требовать разработки отдельной модели и оценки действующей величины экологического норматива. Но проблема остается и ее необходимо разрабатывать [4]. Такие же самые проблемы возникают и для других типов экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поликарпов Г.Г., Цыцугина В.Г. Гидробионты в зоне влияния аварии на Кыштыме и в Чернобыле // Радиационная биология и радиэкология. – М., 1995. – Т. 35. – № 4. – С. 536–548.
2. Амиро В.Д. Радиологический фактор конверсии для биоты без человека. Скрининг потенциала экологического загрязнения // Радиоактивность окружающей среды. – Канада, 1992. – Т. 35. – № 1. – Р. 37–51.
3. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Саливон А.Г., Родина В.В. Теория надежности в радиационной экологии. // Материалы Международного симпозиума по стохастическим моделям и инженерной надежности в науках о жизни и менеджменте. – Israel, 2010. – 275 с.
4. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Родина В.В. Надежность экологических систем. Теория, модели и практические результаты / Palmarium academic publishing. – Германия, 2013. – 317 р.

ECOLOGICAL STANDARDIZATION OF ACTION OF THE RADIATING FACTOR ON BIOTA OF LAKE'S ECOSYSTEM

Matveeva

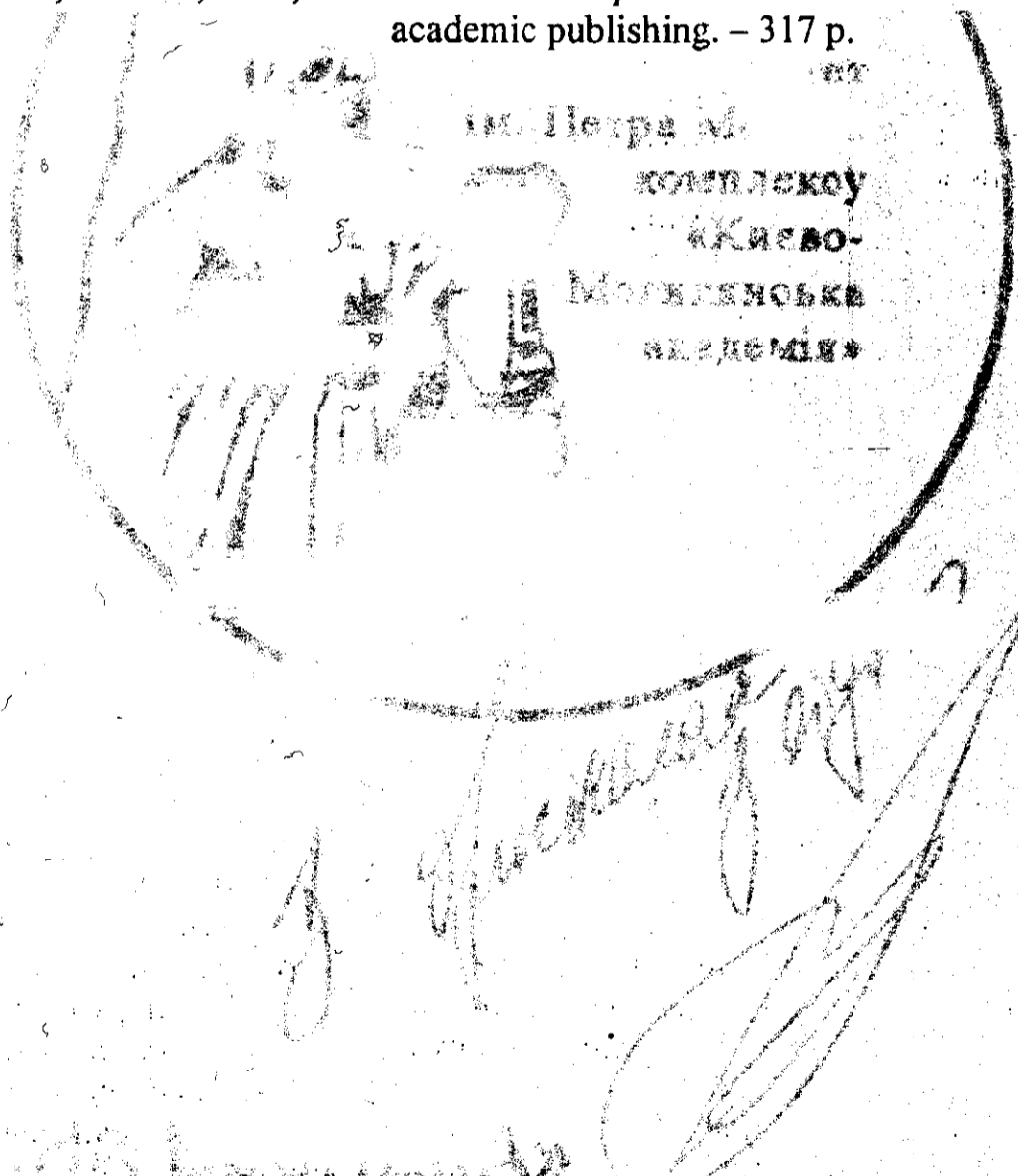
Aviation University, Kiev, Ukraine, E-mail: irinaV-18@yandex.ru

In this article the new approach to creation of system ecological standardization is offered. Such system does not differ from working system hygienic standardization, as the subject of hygienic standards dose effects on the biota of ecosystems can be critical. Basing on model of radiating capacity and theory of reliability ecosystems the method of an estimation of critical biota on an example lake ecosystem is offered. Through an estimation and control critical dose of loading on given biota, through models of radiocapacity the levels of allowable pollution radionuclides of ecosystems are determined. From the solution of these problems depends on the ability to create, study and implementation of effective countermeasures to protect biota in the area of radionuclide and other polluting factors of physical and chemical origin (eg, heavy metals). The levels admitted of radionuclide's pollution are estimated as such, which dose's loading on critical biota of lake to not exceed extreme admitted – 4 Gy/year.

Key words: radiocapacity of ecosystems, dose's of loading on biota, ecological standardization.

REFERENCES

1. Polikarpov G., Tsytsugina V. (1995), «Aquatic biota in the impact zone of the accident at Chernobyl and its recovery», *Radiation Biology and Radioecology*, Moscow, Russia, vol. 35, no. 4, pp. 536-548.
2. Amiro B. (1992), Radiological Dose Conversion Factors for Generic Non-human Biota. Used for Assessing Potential Ecological Impacts // *Journal Environ. Radioactivity*, Canada, vol. 35, no 1, pp. 37-51.
3. Kutlakhmedov Y., Matveeva I., Salivon A., Rodyna V. (2010) «Theory of Reliability in Radiation Ecology» *Proceedings of International Symposium on Stochastic Models in Reliability Engineering, Life Science and Operations Management, Israel*, – 275 p.
4. Kutlakhmedov Y., Matveeva I., Rodyna V. (2013) *Homeland Reliability ecological systems. Theory, models and practical results*. Germany, Palmarium academic publishing. – 317 p.



№ 1-2014

Постановою Президія НАН України від 15 лютого 2014 року
№ 1-2014 цей журнал включено до переліку № 1
технічних наук, у яких можуть
дисертаційних робіт на здобуття наукового
ступеня кандидата наук

(Відомості НАН України – 2013 – № 1)