

ISSN 1609-7742

Наукові праці

ІСТОРІЯ

ТЕХНІКА

ЕКОЛОГІЯ

ФІЛОЛОГІЯ

ЕКОНОМІКА

ПЕДАГОГІКА

ПОЛІТИЧНІ НАУКИ

ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

КОМП'ЮТЕРНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Наукові праці

Видається з грудня 2001 року

Науково-методичний журнал



Серія

«Техногенна безпека»

Випуск 126, 2010

Том 131

Постановами Президії ВАК України від 10.03.2010 року
№ 1-05/2 цей журнал включено до переліку № 112
наукових фахових видань з технічних наук, у яких можуть публікуватися результати
дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук.

(Бюлетень ВАК України. – 2010. – № 4)

Засновник видання –
Національний університет
«Кієво-Могилянська
академія».
Видання засноване у 2001 р.
Свідоцтво КВ № 5817
від 30.01.2002 р.

Перереєстрація:
Засновник видання –
Миколаївський державний
гуманітарний університет
ім. Петра Могили
Свідоцтво КВ № 9506
від 14.01.2005 р.

Перереєстрація:
Засновник видання –
Херсонський державний
університет ім. Петра Могили
Свідоцтво КВ № 15281-3853ПР
від 10.04.2009 р.

Рекомендовано до друку
Резолюцією вченої ради
Херсонського державного
університету ім. Петра Могили
протокол № 4 від 18.11.2010 р.)

РЕДАКЦІЙНО-ВИДАВНИЧА РАДА:

Клименко Л.П.

голова редакційно-видавничої ради, головний редактор, доктор технічних наук, професор, ректор ЧДУ імені Петра Могили

Мешанінов О.П.

заступник голови редакційно-видавничої ради, заступник головного редактора, доктор педагогічних наук, професор, проректор з наукової роботи ЧДУ імені Петра Могили

Михальченко М.І.

голова редакційної колегії видання «Сучасна українська політика: політики і політологи про неї», член-кореспондент НАН України, доктор філософських наук, професор, президент Академії політичних наук України, провідний науковий співробітник Інституту політичних та етнонаціональних досліджень НАН України

Бигмет М.О.

голова редколегії серії «Політичні науки», доктор історичних наук, професор

Букач М.М.

голова редколегії серії «Педагогічні науки», доктор педагогічних наук, професор

Горлачук В.В.

голова редколегії серії «Економічні науки», доктор економічних наук, професор

Грабак Н.Х.

голова редколегії серії «Екологія», доктор сільськогосподарських наук, професор, старший науковий співробітник

Дубова О.А.

голова редколегії серії «Філологія. Мовознавство», доктор філологічних наук, професор

Клименко Л.П.

голова редколегії серії «Техногенна безпека», доктор технічних наук, професор

Матвєєва Н.П.

голова редколегії серії «Філологія. Літературознавство», доктор філологічних наук, професор

Науменко А.М.

голова редколегії серії «Новітня філологія», доктор філологічних наук, професор

Тригуб П.М.

голова редколегії серії «Історичні науки», доктор історичних наук, професор, академік УАІН

Фісун М.Т.

голова редколегії серії «Комп'ютерні технології», доктор технічних наук, професор, старший науковий співробітник, дійсний член УАІН

Андрєєв В.І.

відповідальний секретар, кандидат технічних наук, в.о. доцента

Наукові праці: Науково-методичний журнал. – Вип. 126. Т. 139. Техногенна безпека. – Миколаїв: Вид-во ЧДУ ім. Петра Могили, 2010. – 80 с.

Збірка містить наукові статті, де висвітлено результати досліджень науковців України, Білорусі та Росії у галузі радіобіології, радіології, радіаційної безпеки, а також радіаційної медицини. Усі матеріали, представлених досліджень, обговорені на науковій конференції «Радіаційна і техногенна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення з межах «Ольвійського форуму – 2010».

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ СЕРІЇ:

Клименко Леонід Павлович, доктор технічних наук, професор, ректор ЧДУ імені Петра Могили – голова редакційної колегії серії «Техногенна безпека» (м. Миколаїв).

Сирота Олександр Архипович, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри техногенної безпеки ЧДУ імені Петра Могили – відповідальний секретар редакційної колегії серії «Техногенна безпека» (м. Миколаїв).

Михальченко Валентин Якович, доктор технічних наук, професор кафедри інформаційних технологій і програмних систем ЧДУ імені Петра Могили (м. Миколаїв).

Клименко Леонід Михайлович, доктор технічних наук, професор кафедри прикладної та вищої математики ЧДУ імені Петра Могили (м. Миколаїв).

Фісун Микола Тихонович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інтелектуальних інформаційних систем ЧДУ імені Петра Могили (м. Миколаїв).

Казарзов Анатолій Якович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри економічної теорії та економетрії ЧДУ імені Петра Могили (м. Миколаїв).

Рижков Сергій Сергійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв).

Пашченко Микола Іванович, доктор технічних наук, професор кафедри кондиціонування та рефрижерації Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова (м. Миколаїв).

Гемілін Юрій Андрійович, керівник НМЦ екобезпеки, доктор біологічних наук, професор, ЧДУ імені Петра Могили (м. Миколаїв).

Тригуб'єва Людмила Іванівна, заступник керівника НМЦ екобезпеки, доктор біологічних наук, доцент, ЧДУ імені Петра Могили (м. Миколаїв).

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

54003, м. Миколаїв,
вул. 68 Десантників, 10
Тел.: (0512) 76-55-99, 76-55-81,
факс: 50-00-69, 50-03-33,
E-mail: avi@kma.mk.ua

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ В РАДИАЦИОННОЙ ЭКОЛОГИИ

Экспериментальными и теоретическими исследованиями нами установлено, что чем выше параметр радиоемкости биоты в экосистеме, тем выше уровень благополучия и надежности биоты в данной экосистеме. Установлено, что снижение показателя радиоемкости биоты в растительной экосистеме, при воздействии химических загрязнителей и при гамма-облучении растений, четко отображает снижение благополучия и надежности биоты. Можно утверждать, что параметры радиоемкости способны выступать в качестве меры надежности каждого элемента экосистемы, и экосистемы в целом. Чем выше фактор радиоемкости, и/или вероятность удержания трассера в каждом из элементов экосистемы, тем выше надежность составных элементов экосистемы.

Ключевые слова: надежность экосистем, радиоемкость биоты, математические модели, радиоэкология.

Експериментальними та теоретичними дослідженнями нами встановлено, що чим вище параметр радіоемності біоти в екосистемі, тим вище рівень добробуту і надійності біоти в цій екосистемі. Встановлено, що зниження показника радіоемності біоти в рослинній екосистемі, при впливі хімічних забруднювачів і при гамма-опроміненні рослин, чітко відображає зниження добробуту і надійності біоти. Можна стверджувати, що параметри радіоемності здатні виступати як міра надійності кожного елемента екосистеми, і екосистеми в цілому. Чим вище фактор радіоемності, та/або ймовірність утримання трасера в кожному з елементів екосистеми, тим вище надійність складових елементів екосистеми.

Ключові слова: надійність екосистеми, радіоемність біоти, математичні моделі, радіоекологія.

Experimental and theoretical studies we have found that the higher the parameter radiocapacity biota in the ecosystem, the higher the level of prosperity and security of the biota in this ecosystem. It is established that a decrease in radiocapacity biota in plant ecosystem under the influence of chemical pollutants and gamma irradiation plant, clearly shows the reduction in welfare and security of the biota. It can be argued that the parameters radiocapacity able to act as a measure of the reliability of each element of the ecosystem and the ecosystem as a whole. The higher the radiocapacity factor, and / or the probability of retention of tracer in each of the elements of the ecosystem, the greater the reliability of the constituent elements of the ecosystem.

Key words: Reliability of the ecosystem, radiocapacity biota, mathematical models, radio-ecology.

Вступление

Разработанные нами модели и теория радиоемкости экосистем, позволили ввести адекватный параметр – фактор радиоемкости, для определения состояния биоты экосистемы. Радиоемкость – определяется как предел радионуклидного загрязнения биоты экосистемы при превышении которого могут наблюдаться угнетение и/или подавление роста биоты. Фактор радиоемкости определен как

доля радионуклидного загрязнения способного накапливаться в том или ином компоненте экосистемы без разрушения ее структуры. Экспериментальными и теоретическими исследованиями нами установлено, что чем выше параметр радиоемкости биоты в экосистеме, тем выше уровень благополучия и надежности биоты в данной экосистеме. В частности, в исследованиях с растительными экосистемами, показано, что

Способность биоты накапливать и удерживать радионуклидный трассер – ^{137}Cs , аналог элемента минерального питания растений – K , отображает стабильность и надежность биоты данной экосистемы. Установлено, что снижение показателя радиоемкости биоты в растительной экосистеме, под воздействием химических поллютантов и при радиационном облучении растений, четко отображает снижение благополучия и надежности биоты.

Таким образом можно утверждать, что параметры радиоемкости способны выступать в качестве индикатора надежности каждого элемента экосистемы в целом. Чем выше фактор радиоемкости, и/или вероятность удержания трассера в каждом из элементов экосистемы, тем выше надежность составных элементов экосистемы. Используя эти параметры надежности элементов экосистемы, и зная структуру конкретной экосистемы, мы получаем возможность адекватно оценивать надежность всей экосистемы, через способность обеспечивать распределение и перераспределение трассера, что отображает ее динамическое состояние.

На основе этого нового подхода к оценке надежности экосистем нам проведен расчет надежности на примере конкретных типов экосистем (склоновые и горные экосистемы, например). Известно, что склоновые и горные экосистемы, в силу последовательного типа их организации, характеризуются невысокой устойчивостью и надежностью, а также неспособностью обеспечивать миграцию поллютантов по данным экосистемам.

Нами показана возможность использования геоинформационной ГИС технологии для оценки и моделирования динамики распределения и перераспределения поллютантов- ^{137}Cs в реальных ландшафтах и тем самым оценивать их параметры надежности и отображать их в картах территорий.

Тем самым показана перспективность использования разработанного нами надежностного метода анализа состояния экосистем не только для точечных (отдельное поле), линейных (склоновые и горные экосистемы), но пространственных ландшафтных экосистем. Этот метод позволяет оценивать и определять места депонирования и складирования поллютантов в разного типа экосистемах. В свою очередь это позволяет

оценивать дозовые нагрузки и риски на разные типы биоты экосистем.

1. Возможность использования фактора радиоемкости биоты по трассеру ^{137}Cs как показателя надежности биоты экосистемы

В результате аварии на Чернобыльской АЭС мы «щедро» разбросали по всему миру трассер ^{137}Cs . Поэтому мы можем использовать это обстоятельство для установления законов перераспределения трассера по разному типу экосистемам. Если в динамике наблюдения за фактором радиоемкости по трассеру, наблюдается резкое изменение его содержания в биоте исследуемой экосистемы, это может означать заметную реакцию биоты на воздействие, которое она испытывает. Поведение трассера может выполнять функцию «экологического градусника» при оценке состояния и надежности биоты. Известно, что снижение pH воды в озерной экосистеме, приводит к десорбции радионуклидов из донных отложений и биоты в воду и приводит к снижению радиоемкости донной биоты и росту содержания трассера в воде. Это в свою очередь принесет дополнительные дозовые нагрузки для биоты водной толщи озера и для людей, которые используют воду озера для питья и орошения (Корогодин 1960, Кутлахмедов и др. 2003).

Мы показали в экспериментах на водной культуре растений, что динамика параметра фактора радиоемкости биоты экосистемы при действии гамма-облучения и внесения соли тяжелого металла (Cd), практически совпадает с динамикой поведения биологического показателя-скорости роста. Можно утверждать, что поведение в экосистеме трассера ^{137}Cs , как аналога элемента минерального питания- K , отображает степень благополучия в состоянии биоты экосистемы. Отсюда следует вывод, что чем выше способность биоты накапливать и удерживать трассер, тем лучше состояние, а значит и надежность биоты экосистемы (Кутлахмедов, 2006).

2. Влияние и оценка дозовых нагрузок на биоту при накоплении трассера в разных типах экосистем

Исследования проведенные на биоте экосистем позволили установить пределы допустимых дозовых нагрузок на биоту (Поликарпов, 1995). Эти результаты отображены в таблице 1.

Таблица 1

Шкала доз для разных зон поражения экосистем

Зона	Поглощенная мощность дозы (Гр в год)
Зона радиационного благополучия	< 0,001-0,005
Зона физиологической маскировки	0,005-0,05
Зона экологической маскировки:	
Для наземных животных	0,05-0,4
Для гидробионтов и наземных растений	0,05-4
Зона очевидных экологических эффектов:	
Драматических:	
Для наземных животных	>> 0,4
Для гидробионтов и наземных растений	>> 4
Катастрофические:	
Для растений и животных	>> 100

Для оценки дозы используют дозовые коэффициенты в модели (Amiro 1992), которые дают

возможность рассчитать дозы для всех составляющих экосистемы (таблица 2).

Таблица 2

Значения дозовых коэффициентов для биоты экосистем для разных радионуклидов

Радионуклиды	Внутреннее облучение Гр/год/Вк/кг	Внешнее облучение			
		Вода Гр/год/Вк/м ³	Воздух Гр/год/ Бк/м ³	Почва Гр/год/Вк/кг	Вегетирующая масса Гр/год/Вк/кг
¹³⁷ Cs	4,1 E-6	2,7 E-9	1,72E-6	4,02 E-6	1,72 E-6
¹³¹ I	2,88 E-8	0	0	0	0
¹³⁴ Cs	3,44 E-6	1,76 E-9	1,43 E-6	2,64 E-6	1,43 E-6
¹³² P	3,52 E-6	1,57 E-9	1,43 E-6	2,36 E-6	1,43 E-6
¹³⁷ Am	2,86 E-5	1,48 E-10	7,73 E-8	2,22 E-7	7,73 E-8
²³⁹ Pu	2,64 E-5	3,72 E-12	2,35 E-9	5,58 E-9	2,35 E-9
⁹⁰ Sr	9,92 E-7	3,07 E-10	2,83 E-7	4,61 E-7	2,83 E-7
²²² Rn	1,12 E-4	8,91 E-9	6 E-6	1,43 E-5	6 E-6
¹⁴ C	2,5 E-7	6,51 E-12	6,01 E-9	9,77 E-9	6,01 E-9

Расчеты показали, что лимитирующая доза облучения – 4Гр/год для биоты экосистем, может быть достигнута при количестве радионуклидов (например Cs-137) в 600 кБк/кг биомассы.

Показано, что в диапазоне доз для биоты от 0 до 4 Гр надежность изменяется линейно от 1 до 0. Мы получили оценку радиоемкости биотической

компоненты экосистемы, когда величина надежности биоты будет близка к 0 (≈ 600 кВк/кг). Таким образом, параметр радиоемкости может служить мерой надежности биоты в экосистеме. Рассмотрим пример склоновой экосистемы (блок-схема на рис. 1) (Петрусенко, 2006).

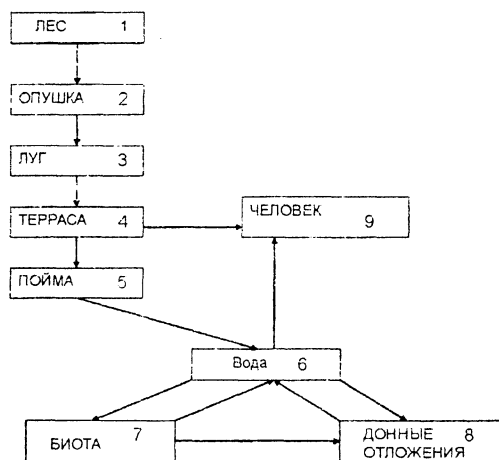


Рис 1. Блок схема типовой склоновой экосистемы из 9 камер

Математическое моделирование данной склоновой экосистемы позволило получить решение

и представить графики динамики перераспределения трассера (рис. 2).

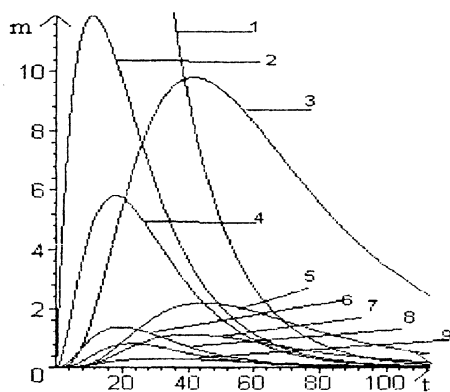


Рис 2. Динамика содержания трассера в разных камерах экосистемы. m – % от исходного количества; t – годы

Полученные данные позволяют оценить дозы в биоте разные компоненты склоновой экосистемы в зависимости от общего содержания трассера (^{137}Cs) экосистеме и надежность биоты и экосистемы.

Для расчетов надежности использована последовательная модель. Результаты представлены в таблице 3 для разных значений запаса трассера в экосистеме.

Таблица 3

Оценка надежности типовой склоновой экосистемы при разных уровнях радионуклидного загрязнения (^{137}Cs) верхнего участка (лес)

Уровень загрязнения	10 Ки/км ²	50 Ки/км ²	100 Ки/км ²
Грасс	0,93	0,67	0,34
Слушка	1	1	1
Дуг (6 %)	0,99	0,99	0,99
Сух трава (1,4 %)	0,99	0,99	0,99
Пойма озера (0,82 %)	1	0,99	0,99
Биота донных отложений озера (1,16 %)	0,95	0,75	0,5
Общая надежность экосистемы	0,87	0,49	0,165

Установлено, что даже при низких значениях запаса (10 Ки/км²) надежность экосистемы заметно снижена. При больших значениях запаса радионуклидов надежность экосистемы резко падает.

4. Применение аналитической ГИС-технологии для анализа реальной радиоемкости экосистемы ландшафтов.

Анализ поведения загрязняющих веществ в склоновых экосистемах, компоненты которых лежат в основе практически любого ландшафта земли, показал возможность описания распределения и перераспределения радионуклидов методами теории синергизма, с применением камерных моделей. Исследования показывают, что скорость движения радионуклидов в ландшафте определяется, в основном, несколькими характеристиками: крутизна склона (P1), вид покрытия (P2), изрезанность

ландшафта (P3), вертикальная (P4) и горизонтальная миграция радионуклидов (P5). Методы ранговой оценки, и проведенной оценки вероятности позволили оценить влияния этих параметров ландшафта на перераспределение радионуклидов. Каждый из параметров оценивается от 0 до 1. В силу независимости параметров ландшафта, общая оценка вероятности миграции радионуклидов в отношении элементов ландшафта определяется как вероятность $P = P1 \cdot P2 \cdot P3 \cdot P4 \cdot P5$. Использование аналитической ГИС технологии позволяет оценивать и прогнозировать динамику перераспределения загрязняющих веществ в режиме реального ландшафта с помощью радиоемкости модели для конкретного полигона пейзаж «Лесники» под Киевом представляли (Кутлахмедов, 2006).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агре В.Ю., Корогодин В.И. (1960). О распределении радиоактивного загрязнения в не проточном водоеме, Медицинская радиология. – С. 42, 63-73.
2. Кутлахмедов Ю.А., В.И. Корогодин и Кольтовер В.К. (2003). Основы радиэкологии. – К.: Виша школа. – 320 с.
3. Кутлахмедов Ю.А., Гродзинский Д.М. и др. Методы управления радиоемкости экосистем. – К.: Фитоцентр, 2006 – 172 с.
4. Поликарпов С.С. и Цыпугина В.Г. (1995) Состояние гидробионтов в зоне влияния аварии на Кыштым и на Чернобыльской АЭС. Радиационная биология. Радиэкологии. – 35, 4. – С. 536-548
5. Amiro, B.D. (1992) Radiological Conversion Factors for Generic Non-human Biota. Used for Screening Potential Ecological Impacts. J. Environ. Radioactivity, 35. – С. 37-51.
6. Петрусенко, В.П. и Кутлахмедов Ю.А. (2006). Оценка и прогноз распределения радионуклидов в типичных склоновых экосистем ландшафтов Украины. Вестник НАУ, 2. – С. 134-136.

Рецензенти: Томілін Ю.А., д.б.н., професор, Чорноморський державний університет імені Петра Могили, Корольов В.Г., д.б.н., професор НИИ ЛИЯФ, м. Санкт-Петербург.

© Кутлахмедов Ю.А., Саливон А.Г., Пчеловская С.А., Родина В.В., Матвеева И.В., Петрусенко В.П., 2010

Стаття надійшла до редколегії 10.06.2010 р.