

ІНСТИТУТ ЯДЕРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

INSTITUTE FOR NUCLEAR RESEARCH
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

З. Яковенко
Гамба

**ЯДЕРНА ФІЗИКА
ТА ЕНЕРГЕТИКА**

**NUCLEAR PHYSICS
AND ATOMIC ENERGY**

Т. 14, № 4

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Виходить 4 рази на рік

Заснований у березні 1999 р.

Київ 2014

“Ядерна фізика та енергетика” публікує роботи з ядерної фізики, атомної фізики, радіобіології та радіоекології, техніки та методів експерименту. У статті, які є завершеними роботами, що містять нові результати теоретичних та досліджень і становлять інтерес для наукових співробітників, аспірантів, студентів старших курсів вузів.
Виходить до друку українською, російською та англійською мовами.

“Nuclear Physics and Atomic Energy” presents the publications on Nuclear Radiation Physics, Radiobiology and Radioecology, Engineering and Methods of includes articles which are completed works containing the new results of experimental researches and are of interest for the scientific collaborators, graduate students, senior students.
Prepared for the publication in Ukrainian, Russian and English.

Прийнято за постановою вченої ради інституту від 14.01.2014

Редакційна колегія:

Головний редактор *І. М. Вишневецький*

Заступник головного редактора *В. Й. Сугаков, В. В. Тришин*

Секретар *В. П. Вербицький*

<i>Україна</i>	<i>Я. І. Колесниченко - Київ, Україна</i>	<i>В. І. Слісенько - Київ, Україна</i>
<i>Україна</i>	<i>В. М. Коломієць - Київ, Україна</i>	<i>В. Ю. Сторіжко - Суми, Україна</i>
<i>Україна</i>	<i>В. Т. Купряшкін - Київ, Україна</i>	<i>R. M. Aleksakhin - Obninsk, Russia</i>
<i>Україна</i>	<i>Ю. О. Кутлахмедов - Київ, Україна</i>	<i>A. S. Barabash - Moscow, Russia</i>
<i>Україна</i>	<i>А. І. Липська - Київ, Україна</i>	<i>R. Bernabei - Rome, Italy</i>
<i>Україна</i>	<i>Л. Л. Литвинський - Київ, Україна</i>	<i>R. I. Goncharova - Minsk, Belarus</i>
<i>Україна</i>	<i>П. Г. Литовченко - Київ, Україна</i>	<i>K. B. Kemper - Tallahassee, Florida, USA</i>
<i>Україна</i>	<i>І. М. Неклюдов - Харків, Україна</i>	<i>A. A. Korshennikov - Moscow, Russia</i>
<i>Україна</i>	<i>В. М. Павлович - Київ, Україна</i>	<i>M. Lattuada - Catania, Italy</i>
<i>Україна</i>	<i>В. А. Плюйко - Київ, Україна</i>	<i>P. Ring - Garching, Germany</i>
<i>Україна</i>	<i>Г. І. Применко - Київ, Україна</i>	<i>K. Rusek - Warsaw, Poland</i>
<i>Україна</i>	<i>В. М. Пугач - Київ, Україна</i>	<i>S. Shlomo - College Station, USA</i>
<i>Україна</i>	<i>А. Т. Рудчик - Київ, Україна</i>	<i>A. Sobiczewski - Warsaw, Poland</i>

Засновник і видавець Інститут ядерних досліджень НАН України
Державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації KB № 10666 від 24.11.05
“Ядерна фізика та енергетика” входить по переліку наукових фахових видань України

Контактна інформація та видавця:

Інститут ядерних досліджень НАН України,
47, м. Київ, 03680
т. (380-44) 525-1456
ф. (380-44) 525-4463
e-mail: interdep@kinr.kiev.ua
веб-сайт: <http://jnpae.kinr.kiev.ua>
ISSN 2074-0565 (Online)

Editor's address:

Institute for Nuclear Research,
National Academy of Sciences of Ukraine,
prospekt Nauky, 47, Kyiv, 03680, Ukraine
tel.: (380-44) 525-1456
fax: (380-44) 525-4463
e-mail: interdep@kinr.kiev.ua
Webside: <http://jnpae.kinr.kiev.ua>
ISSN 2074-0565 (Online)

ЗМІСТ

nuclear-mass models*

A. Sobiczewski, E. A. Cherepanov..... 317

in ^{228}Th via two-neutron transfer: Experimental data

E. Grawaw, R. Hertenberger, P. G. Thirolf, H.-F. Wirth..... 321

онное рассеяние ядер ^6Li ядрами ^{12}C , ^{28}Si

..... 332

ефекту змішування станів у непарних ядрах на перерізи

розсіяння нуклонів

Д. Фурса..... 337

реакцій (n, n' α) на ядрах рідкоземельних елементів при

14.7 MeV

Н. Р. Дзисюк, І. М. Каденко, Г. І. Применко..... 345

ЕНЕРГЕТИКА

model parameters on the characteristics of neutron beams of the

izova, V. K. Sakharov, M. V. Shchurovskaya..... 350

исследования некоторых вопросов безопасности и эффективности

АЭС риск-ориентированными методами

Комаров..... 356

деятельности Украинского центра INIS

Вилиневский, Ж. И Писанко, А. И. Липская,

Куправа, Л. Н. Ламонова..... 363

изотопного состава отработавшего ядерного топлива РБМК-1000

фикации программного модуля SCALE-6

В. Соловьев, Е. А. Лебедев..... 367

МАТЕРІАЛНА ФІЗИКА

ngle neutron scattering of multiwalled carbon nanotubes in aqueous

s in presence of laponite platelets or cetyltrimethylammonium bromide

Bulavin, V. S. Savenko, N. I. Lebovka,

Kuklin, D. V. Soloviov, O. I. Ivankov..... 372

фикация радиационных дефектов в кремнии и германии фоновыми

иссиями

П. Долголенко..... 377

Доповідь було представлено на 4-й Міжнародній конференції "Актуальні проблеми ядерної фізики та енергетики", 3 - 7 вересня 2012 р., Київ, Україна.

ТА РАДІОЕКОЛОГІЯ

впливників вищої нервової діяльності на стресовий вплив у
спромінених щурів

Розроблений. О. Г. Ракочі, В. В. Варецький, В. В. Крушінський..... 384

надежность склоновой экосистемы

..... 388

объемной активности аэрозолей во время коммунальной

с использованием беспилотного летательного аппарата

С. В. Бабак, А. П. Мариношенко,

В. А. Канченко, Р. В. Карнаушенко..... 396

МЕТОДИ ЕКСПЕРИМЕНТУ

використання резонансного розсіяння протонів для перевірки

точка електростатичного прискорювача

В. А. Онищук, Е. М. Можжухін,

Лавич, І. В. Посмітюх, А. Ф. Шаров..... 404

..... 409

показчик - 2013..... 410

авторів..... 412

И. В. Матвеева

радиационный университет, Институт экологической безопасности, Киев

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЕЖНОСТЬ СКЛОНОВОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

катаклизмы, которые имеют место в Украине, выводят на первый план проблему разного типа экосистем. Развиваемая нами теория и модели радиоемкости и надежно описать закономерности миграции и перераспределения радионуклидов в склоновости математическое моделирование изучаемого явления, а также даст возможность контрмеры.

радионуклиды, экологическая емкость, радиоемкость, надежность экосистем.

Вступление

ных проблем радиозкологии яв-
радионуклидов в экосистемах.
стала особенно острой после ава-
И хотя прошло уже 27 лет после
следствия ее мы еще будем ощу-
десяток лет. Эта проблема при-
маштаб, а ее социальные,
правовые и моральные аспекты
широкого и острого обсужде-
современного общества [1].
характеризуется стремительным
энергетики: возрастают мас-
зирования радиоактивных веществ и
онизирующего излучения в про-
медицине, сельском хозяйстве, на
Нет ни одной отрасли народного хо-
той или иной форме не исполь-
энергия.

негативных экологических влия-
факторов (аварийных ситуаций,
химическими веществами или ра-
нерациональная хозяйственная
природные катастрофы и т.д.) в
годы начали активно использовать
основанный на оценке риска неблаго-
последствий. Спецификой экологиче-
является, как правило, неравномер-
деление загрязнителя по территории.
ление риска зависит от распределения
фактора (концентрации токсич-
интенсивности радиационного облучения
который может быть постоянным или пе-
Так, загрязнение почвы любого ре-
веществами может быть ста-
во времени и не зависеть от перемен-
ных условий [2].

с этим необходимо обосновать и раз-
систему экологических нормативов на
уровни загрязнения, что позволит

принимать оперативные решения относительно
безопасности людей и биоты типичных экоси-
стем Украины и рекомендовать эффективные
профилактические и терапевтические контрмеры
по защите биоты и населения, которое использу-
ет такие экосистемы для проживания, производ-
ства и рекреации [3].

Именно этим обусловлена актуальность на-
правления, связанного с разработкой научных
основ исследования и оценки экологической ем-
кости и радиоемкости экосистем. Экологическая
емкость и радиоемкость экосистемы определяет-
ся лимитом поступления загрязнителей, в частно-
сти радионуклидов, без причинения ощутимого
вреда и (или) гибели биоты экосистемы [4, 5].

Условия проживания и хозяйствования на
склоновых территориях существенно отличаются
от равнинных: спецификой холмистых ландшаф-
тов; развитием и прохождением природных про-
цессов, явлений, несвойственных для равнин, не
всегда своевременно предусматриваемых и про-
гнозируемых; частотой опасных гидрометеоро-
логических ситуаций с катастрофическими по-
следствиями, значительными материальными и
моральными потерями [4].

При оценивании радиозкологической опасно-
сти основным (но не единственным) критерием
есть доза для населения, поскольку по ней можно
прогнозировать риск последствий облучения [5].

В условиях существования возможности ра-
дионуклидных выбросов и сбросов от ядерных
предприятий и радиационных установок принято
разрабатывать и использовать специальные
контрмеры для защиты населения и окружающей
среды от попадания радионуклидов и влияния
радионуклидного загрязнения, особенно в скло-
новых экосистемах. Контрмеры могут приме-
няться локально (непосредственно в месте за-
грязнения) и масштабно (при загрязнении радио-
нуклидами значительных территорий).

ботке, планировании и
оценивать и про-
ность. Критериями для
контрмер является сте-
индивидуальной дозы
уменьшения коллективной
вращения [3].

– установление и иссле-
особенностей процесса ми-
в типичных склоновых
математическое модели-
жения. Это даст возмож-
и подходы для контроля,
радиоэкологической безо-
пасных «уязвимых» экоси-
возможность эффективно-
ных контрмер.

– построение и анализ
динамики процесса ми-
деления радионуклидов по
факта склоновых экосистем,
ности этих процессов.

Материалы и методы

данные об особенностях рас-
распределения радионуклидов
экосистемах Украины,
результате аварии на ЧАЭС.

использованы литературные сведе-
данные натурных исследова-
перераспределения ^{137}Cs в скло-
ных, типичных для территории
использован модифицированный
ерных моделей для моделирова-
ических процессов в склоновых
разработан и реализован метод
ста параметров камерных моделей
систем Украины по данным мони-
литературным данным. Применя-
модели разного типа экосистем,
рассчитывали параметры надежно-
экосистемы по их способности
радионуклиды. Для описания радио-
процессов в склоновых экосисте-
использовали многокамерные модели.

Моделирование радиоэкологических процессов в склоновых экосистемах

моделирования нами была избрана ти-
пичная экосистема с залповой аварией
радиоактивного загрязнения и выпа-
на склоновую экосистему [3].

прим типичную склоновую экосистему,
состоит из девяти камер: камера лес, камера
камера луг, камера терраса, камера пой-

ма, камера вода, камера биота, камера донные
отложения, камера люди (рис. 1).

Взаимодействие между камерами в модели задается с помощью коэффициентов перехода радионуклидов из одной камеры в другую за единицу времени, например, a_{67} – коэффициент перехода радионуклидов из камеры биота в камеру вода (доля радионуклидов в камере биота, которая переходит в камеру вода за единицу времени). Данные коэффициенты рассчитаны по реальным данным мониторинга в 30-километровой зоне ЧАЭС, где есть похожий прототип склоновой экосистемы на берегу р. Уж. Они зависят от крутизны склона, характера покрытия (лес, трава и т.д.), типа почвы (чернозем, дерново-подзолистый, серый-лесной), объема стока, температуры воздуха, направления и силы ветра и других метеорологических параметров.

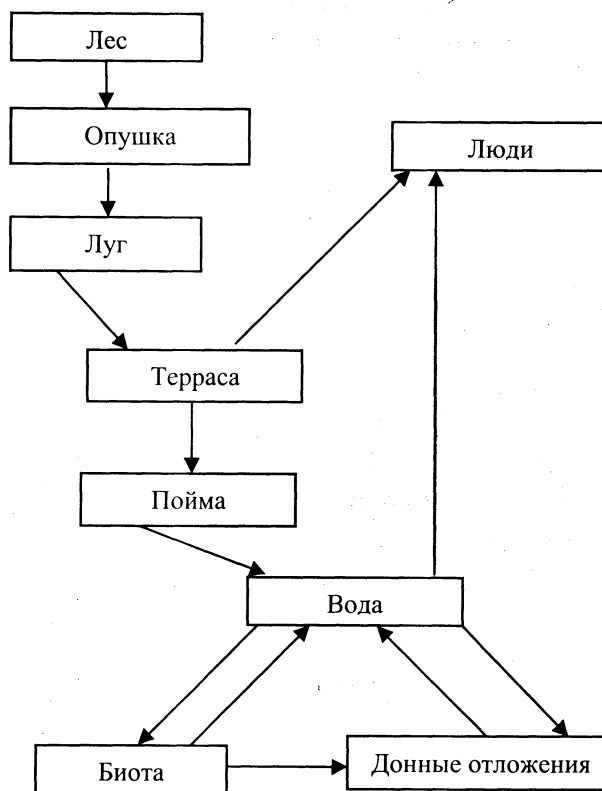


Рис. 1. Блок-схема типовой склоновой экосистемы.

Перенос радионуклидов из одной камеры в другую происходит по законам кинетики первого порядка. Для исследования миграции радионуклида ^{137}Cs составлена система обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с постоянными коэффициентами, каждое из которых характеризует определенную камеру (с учетом распада радионуклида для всех камер, кроме камеры люди; дело в том, что распад радионуклидов в камере люди, фактически и составляет режим формирования дозы облучения).

в отложениях и составля-
ющей биоты озера.

характеризующий ско-
нуклида ^{137}Cs из камеры

установлено, что пере-
в воду озера во время

характеризующий ско-
нуклида ^{137}Cs из камеры
еже всего через исполь-
растений на террасе

радионуклидов из ка-
браны средние значения
1).

Расчет и оценки значений

перехода радионуклидов

контрмеру в исследуемой склоновой
экосистеме

Параметр	Средние	Максимальные
1	0,03	0,05
2	0,1	0,15
3	0,15	0,2
4	0,2	0,3
5	0,3	0,4
6	0,05	0,07
7	0,07	0,1
8	0,5	0,7
9	0,6	0,8
10	0,05	0,07
11	0,4	0,6
12	0,1	0,15

влияния негативного влияния радио-
загрязненных территориях необхо-
димо защитные контрмеры. Нами
анализ эффективности контрмер для
дозовой нагрузки на популяцию

контрмеры применяются в не-
загрязненных пунктах на севере Украины,
в Ровенской области. Результаты
исследования свидетельствуют о необходимости
постоянного контроля за радиологи-
ческой ситуацией в регионе и коррекции мер по
снижению дозовой нагрузки для населения.
Экономических и экологических факто-
р формирования дозовых нагрузок для на-
селения региона может резко обострить радио-
логическую и радиологическую ситуацию.
Без контроля и оперативного использо-

вания контрмер можно ожидать значительного
ухудшения радиологической ситуации.

Одним из направлений разработки контрмер
могут быть решения, которые способны управ-
лять распределением и перераспределением ра-
дионуклидов в реальных ландшафтах. Как было
сказано выше, основные процессы перераспре-
делением радионуклидов происходят в склоно-
вых экосистемах на водосборных площадях рек,
болот и т.п. Таким образом, существует необхо-
димость в создании специальной системы
контрмер, которые способны ограничивать ми-
грацию радионуклидов по склонам и, тем самым,
уменьшать экологическую опасность таких тер-
риторий [4].

В рассматриваемой типичной склоновой эко-
системе, состоящей из девяти камер, нами оце-
нены такие контрмеры.

1. Построение подпорных стенок между ка-
мерами. Построение каменной (бетонной) стены
в почве на достаточную глубину, чтобы остано-
вить жидкий и твердый стоки (эрозию), и таким
образом минимизировать миграцию радионук-
лидов в нижележащие элементы склонового
ландшафта.

2. Построение дорог. Дороги, заасфальтиро-
ванные или бетонные, за счет твердого покрытия
и кюветов могут замедлять и переправлять стоки
поллютантов. Это может быть использовано как
один из вариантов выбора контрмер для умень-
шения дозовой нагрузки на людей.

3. Комбинированный метод – «подпорная
стенка» и «дорога». Для моделирования и выбо-
ра оптимальной контрмеры был рассмотрен ком-
бинированный метод. Результаты моделирования
позволяют выбрать наиболее эффективную
контрмеру.

Оптимальным вариантом среди рассмотрен-
ных контрмер является тот, который предусма-
тривает размещение подпорной стенки и дороги
между опушкой и лугом. В этом случае дозовая
нагрузка для людей уменьшится до 4 % от запаса
(вместо 22 %). Общую картину по эффективно-
сти применения оптимальной контрмеры пред-
ставлено в табл. 2. В скобках для сравнения при-
ведены данные моделирования без применения
контрмер. Видно, что уменьшение содержания
радионуклидов наблюдается не только в камере
люди, но в камерах *пойма, вода, биота* и *донные
отложения*.

Расчет показал, что с увеличением скоростей
перемещения радионуклида по склону увеличи-
ваются и оценки значений коллективных (от
 $3,0 \cdot 10^3$ до $2,14 \cdot 10^4$ чел.-Зв) и индивидуальных
(от 0,75 до 6 мЗв в год) доз облучения. Влияние

... изменение скоростей
 ... прогноз распределе-
 ... индивидуальной доз при
 ... склоновой эко-
 ... пункта, где проживает
 ... в табл. 3.
 ... радионуклидов в камерах
 ... дорогой между террасой
 ...

... содержание ... %, ...	Время, годы
(12)	12 (12)
(6)	18 (20)
(1.4)	21 (20)
(0.82)	24 (24)
(0.32)	32 (30)
(1.16)	41 (44)
(2.3)	44 (48)
(22)	60 (80)

Графическое решение предложенной модели для камеры люди показано на рис. 2.

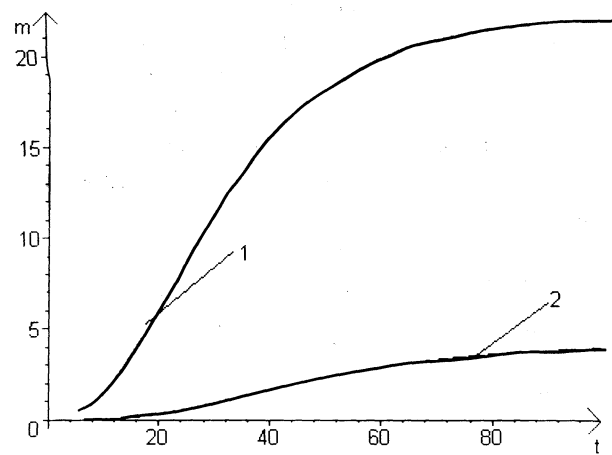


Рис. 2. График накопления радионуклидов для камеры люди: 1 – без применения контрмер; 2 – с применением двух контрмер.

Таблица 3. Распределения коллективной и индивидуальной доз при разных случаях загрязнения склоновой экосистемы

... исследуемой ...	Минимальная скорость переходов			
	1	5	10	40
... доз в лесу, Ки				
... чел.-Зв	$8,14 \cdot 10^1$	$4,07 \cdot 10^2$	$8,14 \cdot 10^2$	$3,256 \cdot 10^3$
... доза, Зв	0,01628	0,814	1,628	6,512
...	Средняя скорость переходов			
	1	5	10	40
... радионуклидов в лесу, Ки				
... доза, чел.-Зв	$1,628 \cdot 10^2$	$8,14 \cdot 10^2$	$1,628 \cdot 10^3$	$6,512 \cdot 10^3$
... доза, Зв	0,3256	1,628	3,256	13,024
...	Максимальная скорость переходов			
	1	5	10	40
... радионуклидов в лесу, Ки				
... доза, чел.-Зв	$2,442 \cdot 10^2$	$1,221 \cdot 10^3$	$2,442 \cdot 10^3$	$9,768 \cdot 10^3$
... доза, Зв	0,4884	2,442	4,884	19,536

... что показатель фактора
 ... экосистемы по трассе
 ... мерой его надежности как
 ... транспорта радионукли-
 ... (анов) по данной экосисте-
 ... что фактор радиоемкости
 ... (вероятность) каждого
 ... экосистемы удерживать по-
 ... Если представить экоси-
 ... транспорта радионуклидов от
 ... человеку, то есть основа-
 ... фактора радиоемкости как
 ... разных составляющих экоси-
 ... допущение позволяет ис-
 ... анализа развитой аппарат теории
 ... систем. Показано, что в терминах
 ... экосистемной надежности – фактор радио-
 ... экосистемы может быть рас-
 ...

$$F_j = \sum a_{ij} / (a_{ij} + \sum a_{ji}), \quad (2)$$

где $\sum a_{ij}$ – сумма скоростей перехода поллютан-
 тов и трассеров из разных составляющих экоси-
 стемы в конкретный элемент экосистемы j , со-
 гласно камерным моделям, а $\sum a_{ji}$ – сумма скоро-
 стей перехода поллютантов и трассеров из ис-
 следуемой камеры j в другие составляющие экоси-
 стемы, которые сопряжены с ними [5].

Используя средние значения скоростей пере-
 ходов между камерами (см. табл. 1), по формуле
 (2) можно оценить надежность удержания ра-
 дионуклидов в каждом из элементов склоновой
 экосистемы и надежность всей склоновой экоси-
 стемы по ее способности удерживать радионук-
 лиды и минимизировать их поступление к чело-
 веку. Надежность склоновой экосистемы может
 быть рассчитана как последовательная система
 элементов ландшафта (табл. 4).

Загрязнения
Cs
экосистемы

Вероятность удержания радионуклида экосистемой
0,94
0,12
0,36
0,19
0,38
0,25
0,87
0,79
$5 \cdot 10^{-4}$

Склонная экосистема характеризуется высокой способностью удерживания радионуклидов, что и надежностью. Такая оценка означает, что радионуклидов в склоновой экосистеме не более 0,05 %. Такая надежность склоновой экосистемы позволяет популяции людей использовать экосистему, относительно безопасной нагрузки.

Следует подчеркнуть, что данный анализ проведен нами для условий, когда практически все радионуклидное загрязнение сосредоточено в верхней части склона, в лесу, при ограниченном землепользовании человеком данной склоновой экосистемы. В условиях, когда возможны загрязнения всех элементов экосистемы и активное использование экосистемы человеком, дозовые нагрузки для людей при использовании такой склоновой экосистемы будут, по нашим оценкам, примерно в 100 раз выше. Тогда в формировании дозовых нагрузок для людей могут принимать участие 5 % и более из всего запаса радионуклидов в экосистеме.

Используя формулу (2), был проведен расчет надежности транспорта радионуклидов по склоновой экосистеме. В расчетах были использованы собственные и литературные данные. Предположим, что в лесу лежит запас радионуклида ^{137}Cs в 1 Ки. Параметры озера: $S = 1 \text{ км}^2$, $H = 5 \text{ м}$, $V = 5 \cdot 10^9 \text{ л}$; параметры донных отложений: $S = 1 \text{ км}^2$, $h = 0,1 \text{ м}$, $K_d = 1000$. Расчеты проведены без применения (табл. 5) и с учетом избранных контрмер (табл. 6). В таблицах сделаны оценки надежности сброса радионуклида в сопряженную камеру экосистемы: расчет вероятности сброса делается путем вычитания из единицы надежности удержания радионуклида в соответствующей камере экосистемы.

Надежность типичной склоновой экосистемы как системы транспорта ^{137}Cs к озеру и к человеку (без контрмер)

Вероятность сброса	Комментарии
0,94	
0,12	Загрязнения воды ожидается с вероятностью $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 1,5 \cdot 10^{-3}$. Это означает, что содержание цезия в воде составляет всего $1,1 \cdot 10^{-2} \text{ Бк/л}$
0,36 (к человеку - 0,4)	Загрязнение донных отложений в озере ожидается с вероятностью $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6 = 9 \cdot 10^{-3}$. Это означает, что содержание цезия в донных отложениях составляет 3,3 Бк/л
0,19	При $K_d = 1000$ содержание цезия в биоте донных отложений составляет 3300 Бк/кг. Тогда по отношению к предельной дозе 4 Гр/год (600 кБк/кг) допустимый уровень загрязнения леса составляет 182 Ки
0,38	
0,25	
0,87	
0,79	
0,5	Люди получают от воды озера и продукции террасы радионуклиды с вероятностью $5,4 \cdot 10^{-3}$. При этом загрязнение травы на террасе составляет около 5 Бк/кг. Допустимый уровень загрязнения кормовой травы составляет 1000 Бк/кг. При этом уровень загрязнения молока ожидается в 100 Бк/л. Тогда по молоку допустимый уровень загрязнения леса по запасу радионуклидов не превышает 200 Ки

Используем далее параметр K_d как коэффициент дезактивации – во сколько уменьшается дозовая нагрузка, уровень загрязнения или во сколько раз может происхо-

дить снижение скорости перехода радионуклидов между камерами благодаря особенностям их миграции или вследствие использования контрмер.

**Надежность типовой склоновой экосистемы как системы транспорта ¹³⁷Cs
к озеру и к человеку (при участии контрмер)**

Контрмеры		
Дорога между лесом и опушкой; $K_d = 2$ (исходный)	Подпорная стенка в почве между террасой и поймой; $K_d = 2$ (исходный)	Влияние всех контрмер одновременно
-	0,029	0,02
-	0,83	0,4
-	0,6	0,6
к человеку 0,4)	0,57 (к человеку)	0,12
-	0,1	0,1
0,33	0,33	0,33
-	-	0,1
-	0,77	0,72
-	0,5	0,5
$8,7 \cdot 10^{-4}$ K_d (конечный) = 5,6	$8,7 \cdot 10^{-4}$ K_d (конечный) = 1,7	$5,8 \cdot 10^{-5}$ K_d (конечный) = 25,9

то, что применение контрмер
дает величину сброса радио-
ной склоновой экосистеме,
сти контрмер снижать скоро-
радионуклидов между камерами. В
использован подход, когда
задается через уменьшение
радионуклидов между камерами
типовой склоновой экосистемы.

Выводы

и построена математическая
экосистем с оценкой перерас-
радионуклида и формирования дозо-
населения на долгосрочный пе-
риод пригодна для моделирования
любого типа экосистем Украины.

по расчетам на моделях показано,
от параметров камерных мо-
делей экосистем формирование дозо-
населения может быть заметным.

Такая ситуация требует прогноза и контроля с
разработкой и использованием контрмер с целью
обеспечения экологической безопасности иссле-
дуемых территорий.

3. Разработанный нами подход по данным
мониторинга и моделирования позволяет уста-
навливать базовые характеристики и параметры
камерных моделей склоновых экосистем.

4. Разработанные и использованные в иссле-
дованиях математические модели радиоемкости
и надежности имеют универсальный характер,
после привязки к конкретным натурным услови-
ям других типичных экосистем могут быть по-
лезными для оценки, контроля и прогноза их
экологической безопасности как для радионук-
лидного загрязнения, так и для других загрязне-
телей.

5. Примененный в работе метод может быть
эффективно использован для анализа и расчета
надежности разного типа экосистем по их спо-
собности удерживать и управлять потоками ра-
дионуклидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ю.А., Поликарпов Г.Г., Корогодина
и методы оценки радиоемкости
систем // Эвристичность радиобио-
тех. думка, 1998. - С. 109 - 115.
2. Ю.А., Войцицкий В.М., Хижняк С.В.
учебник. - К.: КГУ, 2011. - 572 с.
3. Ю.А., Матвеева И.В., Петрусенко
И.В. Радиоэкология. - К., 2011. - 182 с.
4. Ю.А., Гродзинский Д.М., Михеева Н.,
Методы управления радиоемкостью. -
1972 с.
5. Матвеева И.В. Исследование и оценка надежности
систем транспорта радионуклидов в локальной
агроэкосистеме // Наукові праці. - 2013. - Т. 203,
вип. 191. - С. 81 - 84.
6. Кутлахмедов Ю.А., Матвеева И.В., Родина В.В.
Анализ и исследование надежности экосистем на
примере склоновых экосистем // Радиоактивность
и радиоактивные элементы в среде обитания чело-
века: IV Междунар. конф. (4 - 8 июня, 2013,
Томск). - С. 318 - 321.