

СОДЕРЖАНИЕ  $^{103}\text{Ru}$  В КОМПОНЕНТАХ ПРЭСНОВОДНЫХ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НИМ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

О. Л. Зарубин

*Институт ядерных исследований НАН Украины, Киев, Украина*

В 1986 - 1987 гг. изучали содержание  $^{103}\text{Ru}$  в компонентах различных водоемов и прибрежных экосистем Украины. Установлено, что максимальное содержание  $^{103}\text{Ru}$  в водных экосистемах характерно для высших водных растений. Максимум содержания  $^{103}\text{Ru}$  в рыбах зарегистрирован в водоеме-охладителе ЧАЭС. Это обусловлено мощным радионуклидным загрязнением водоема-охладителя в активный момент аварии. Вероятно, основное количество  $^{103}\text{Ru}$  поступает в организм рыб по трофическому пути. С увеличением расстояния от ЧАЭС уменьшается содержание  $^{103}\text{Ru}$  в рыбах. При этом растет уровень биологической доступности  $^{103}\text{Ru}$  для рыб. Очевидно, что это обусловлено размерами поступивших в исследуемые водоемы топливных частиц и/или физико-химической формы нахождения  $^{103}\text{Ru}$  в выпадениях.

## Введение

В результате аварии на ЧАЭС в окружающую среду из разрушенного энергоблока было выброшено 2,9 %, или 3,2 МКи ( $11,84 \cdot 10^{16}$  Бк)  $^{103}\text{Ru}$  [1 - 3]. По сравнению с большинством других изотопов его вклад в радионуклидный выброс был весьма значительным (рис. 1).

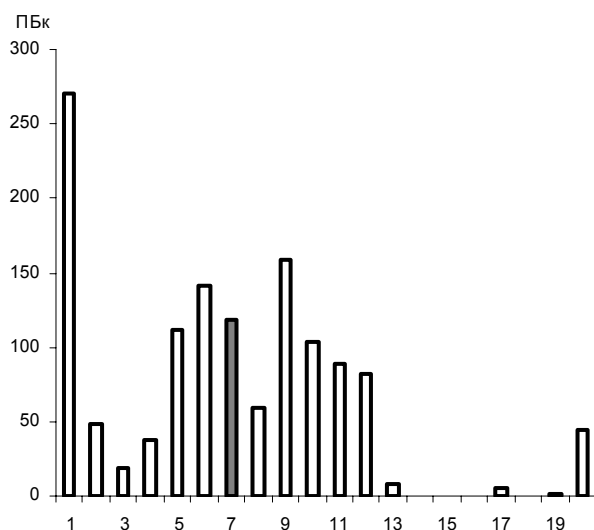


Рис. 1. Оценка радионуклидного состава выброса аварийного блока ЧАЭС на 6 мая 1986 г. 1 -  $^{131}\text{I}$ ; 2 -  $^{132}\text{Te}$ ; 3 -  $^{134}\text{Cs}$ ; 4 -  $^{137}\text{Cs}$ ; 5 -  $^{99}\text{Mo}$ ; 6 -  $^{95}\text{Zr}$ ; 7 -  $^{103}\text{Ru}$ ; 8 -  $^{106}\text{Ru}$ ; 9 -  $^{140}\text{Ba}$ ; 10 -  $^{141}\text{Ce}$ ; 11 -  $^{144}\text{Ce}$ ; 12 -  $^{89}\text{Sr}$ ; 13 -  $^{90}\text{Sr}$ ; 14 -  $^{238}\text{Pu}$ ; 15 -  $^{239}\text{Pu}$ ; 16 -  $^{240}\text{Pu}$ ; 17 -  $^{241}\text{Pu}$ ; 18 -  $^{242}\text{Pu}$ ; 19 -  $^{242}\text{Cm}$ ; 20 -  $^{239}\text{Np}$ . Без учета радиоактивных газов, ГБк, по материалам [1 - 3].

Особенностью Чернобыльской аварии является то, что ближняя зона аварии (до 30 - 100 км) была загрязнена в основном топливной компонентой (топливными частицами). Более 90 % утечки активности  $^{103}\text{Ru}$  и  $^{106}\text{Ru}$  также приходилось на топливные частицы [4]. Частицы, содер-

жащие рутений, можно разделить на две основные группы: конденсационные частицы, содержащие только цезий и в меньшей степени рутений [5, 6] и рутениевые частицы, обладающие магнитными свойствами (притягиваются к магниту) [5 - 8].

Период полураспада  $^{103}\text{Ru}$  относительно небольшой и составляет 39,4 сут. В отличие от  $^{106}\text{Ru}$  сведений о накоплении  $^{103}\text{Ru}$  компонентами пресноводных экосистем в литературе было обнаружено чрезвычайно мало. В классической работе [9]  $^{103}\text{Ru}$  не упоминается. В монографиях [10, 11] данные содержания в компонентах водных экосистем  $^{103}\text{Ru}$  приводятся в сумме с  $^{103}\text{Rh}$ . Таким образом, относительно высокое содержание  $^{103}\text{Ru}$  в аварийном выбросе и очень малое количество доступных данных о содержании  $^{103}\text{Ru}$  в водной биоте объясняет научную заинтересованность в изучении данного вопроса.

## Материал и методика исследований

В 1986 - 1987 гг. проводился регулярный отбор проб компонентов водных экосистем водоема-охладителя ЧАЭС и Каневского водохранилища р. Днепр. Периодически отбор проб выполнялся на акватории Киевского и Кременчугского водохранилищ, рек Десна и Припять. Отбирались образцы воды, донных отложений, водной растительности, моллюсков, рыб, прибрежной наземной растительности и почвы. Всего было отобрано свыше 2000 проб, среди которых около 85 % составляли пробы рыб.

Основные точки отбора проб на водоеме-охладителе ЧАЭС расположены в районе северного участка «теплой» части водоема; на Каневском водохранилище - в районе между с. Стайки и г. Ржищев. Подготовка проб проводилась по общепринятым методикам.

Измерения содержания гамма-излучающих радионуклидов проводилось методами гамма-спектрометрии с использованием полупроводниковых германиевых детекторов с энергетическим разрешением по  $^{60}\text{Co}$  (линия 1332 кэВ) 3,5 - 4,5 кэВ на базе Центра экологических проблем атомной энергетики Института ядерных исследований НАН Украины. Время измерений, в зависимости от активности пробы, составляло от 60 до 86400 с. Проводилась статистическая обработка результатов измерений.

Удельная радиоактивность рыб, моллюсков и воды представлена в расчете на сырую естественную массу. Удельная радиоактивность почвы, донных отложений и растительности рассчитывалась на сухую массу при естественной влажности.

### Результаты исследований и их обсуждение

**Содержание  $^{103}\text{Ru}$  в различных экосистемах.** В рамках данной работы, среди исследованных водных экосистем как по срокам, так и по количеству отобранных проб наиболее хорошо изучено Каневское водохранилище р. Днепр, на котором отбор проб начался со 2 мая 1986 г. и продолжается по настоящее время. На рис. 2 представлена динамика содержания  $^{103}\text{Ru}$  в воде.

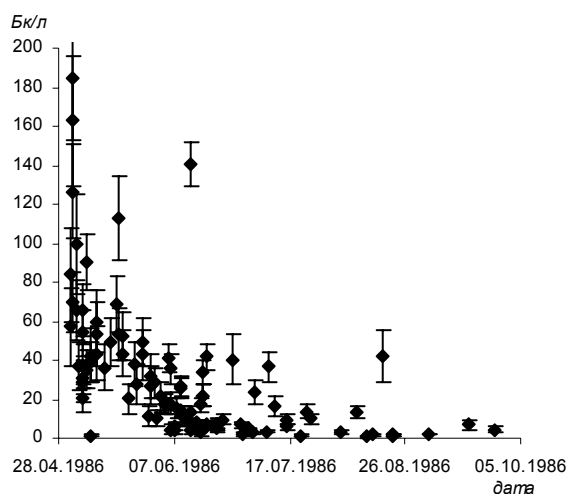


Рис. 2. Динамика содержания  $^{103}\text{Ru}$  в нефильтрованной воде Каневского водохранилища (Бк/л).

Радионуклидное загрязнение воды Каневского водохранилища происходило в два этапа [12]. Резкое повышение радиационного фона в районе Киева, обусловленное выпадением радиоактивных аэрозолей, происходило в течение 30 апреля 1986 г. и во второй половине дня достигло своего максимума. В связи с выпадением радиоактивных аэрозолей на зеркало Каневского водохранилища наибольшее содержание  $^{103}\text{Ru}$  в воде нами зарегистрировано 3 мая 1986 г., хотя, вероятно, максимум его содержания пришелся на

30 апреля - 1 мая 1986 г. Второй максимум приходится на 18 - 27 мая 1986 г. и связан с «добегаем» загрязненных радионуклидами вышерасположенных водных масс р. Припять и Киевского водохранилища. Весьма вероятно, что значительная часть  $^{103}\text{Ru}$  была адсорбирована взвесью. Из-за короткого периода полураспада с октября 1986 г.  $^{103}\text{Ru}$  в воде Каневского водохранилища нами не был обнаружен.

Среди других компонентов водохранилища высокое содержание  $^{103}\text{Ru}$  было характерно для высшей водной растительности и обрастаний (табл. 1).

В водной биоте Каневского водохранилища, за исключением нитчатых водорослей, которые отбирались в октябре - ноябре 1986 г. (т.е. через четыре-пять периодов полураспада  $^{103}\text{Ru}$ ) наименьшее количество  $^{103}\text{Ru}$  регистрировалось в рыбах.

В прибрежных наземных экосистемах высокое содержание  $^{103}\text{Ru}$  отмечалось в траве у берега, сосновой хвое, подстилке и грунте береговой линии на уровне воды 3 мая 1986 г. В других исследованных водохранилищах закономерности распределения  $^{103}\text{Ru}$  по компонентам были сходны (см. табл. 1).

Очевидно, из исследованных водных экосистем самое высокое содержание  $^{103}\text{Ru}$  было в водоеме-охладителе ЧАЭС как наиболее загрязненном радионуклидами в первое время после аварии, но наши регулярные исследования на акватории этого водоема начались только в конце ноября 1986 г., когда благодаря процессам самоочищения водоема и короткому периоду полураспада  $^{103}\text{Ru}$  его содержание в исследованных компонентах значительно снизилось. Как и в других водоемах, наибольшая удельная активность  $^{103}\text{Ru}$  была присуща высшим водным растениям, в основном представленным различными видами рдестов. Менее всего  $^{103}\text{Ru}$  было найдено в рыбах.

**Особенности содержания  $^{103}\text{Ru}$  в рыбах различных водоемов.** В табл. 2 представлены данные содержания  $^{103}\text{Ru}$  в рыбах различных водоемов.

В исследуемый период в рыбах Киевского и Каневского водохранилищ содержание  $^{103}\text{Ru}$  было примерно одинаковым.

По сравнению с другими водохранилищами, несмотря на более поздние сроки отбора проб в водоеме-охладителе ЧАЭС, наибольшая удельная радиоактивность  $^{103}\text{Ru}$  в рыбах была зарегистрирована в этом водоеме.

Большинство радионуклидов рыбы накапливают по пищевому пути. Обращает на себя внимание следующая закономерность. В Каневском

Таблица 1. Период регистрирования и пределы содержания  $^{103}\text{Ru}$  в компонентах исследуемых водных экосистем и прилегающих к ним наземных экосистем (Бк/л, Бк/кг)

Каневское водохранилище				
Период регистрирования	Объект	Тип, вид	$^{103}\text{Ru}$ , минимум	$^{103}\text{Ru}$ , максимум
02.05.1986 – 26.09.1986	Вода	Нефильтрованная	1	185
13.09.1986*	Наносы	На уровне воды 03.05.1986	13200	
31.05.1986 – 26.09.1986	Донные отложения	Ил	26	16783
30.05.1986		Песок	71	3570
03.05.1986*	Водная растительность	Высшие водные растения	3601488**	
03.05.1986 – 16.11.1986		Обрастания	12	81248
15.05.1986 – 16.10.1986		Нитчатые водоросли	201	1422222
16.10.1986 – 15.11.1986			29	42
02.07.1986*	Моллюски	Дрейссена	1036	
02.05.1986 – 16.11.1986	Рыбы		7	1907
03.05.1986 – 27.11.1986	Почва	Слой 0 – 5 см	5	16677
16.10.1986 – 17.10.1986	Подстилка	Верхний слой	738	8062
14.09.1986 – 15.09.1986	Съедобные грибы	Плодовое тело	35	48
17.10.1986 – 15.11.1986	Наземная растительность	Мхи	222	889
03.05.1986 – 18.10.1986		Трава	19	439259
03.05.1986 – 15.11.1986		Сосна, хвоя	45	47336
16.10.1986*		Верба, листва	95	
18.10.1986*		Боярышник, плоды	88	
15.11.1986*		Дуб, черешки	198	
Киевское водохранилище				
14.05.1986 – 17.05.1986	Вода	Нефильтрованная	35	540
12.07.1986*	Донные отложения	Ил	16785	
11.08.1986 – 18.06.1986	Водная растительность	Высшие водные растения	969	3579
11.06.1986 – 19.-7.1986	Членистоногие	Раки	507	1292
10.06.1986 – 20.08.1986	Рыбы		7	749
19.07.1986 – 12.09.1986	Съедобные грибы	Плодовое тело	5	114
Кременчугское водохранилище				
12.07.1986*	Донные отложения	Ил	16783	
р. Десна				
02.05.1986 – 04.05.1986	Вода	Нефильтрованная	31	120
Водоем-охладитель ЧАЭС				
22.11.1986 – 21.04.1987	Вода	Нефильтрованная	2	89
11.02.1987*	Снег		89	
11.02.1987*	Водная растительность	Нитчатые водоросли	5817	
21.11.1987 – 21.04.1987		Высшие водные растения	956	38917
22.11.1986 – 24.04.1987	Рыбы		155	6687

\* Один образец.

\*\* На урзе воды; сухие стебли рогоза прошлогодней (1985 г.) вегетации.

Таблица 2. Период регистрирования и пределы содержания  $^{103}\text{Ru}$  в различных видах рыб исследуемых водоемов (Бк/кг)

Каневское водохранилище				
Период регистрирования	Вид	$^{103}\text{Ru}$ , минимум	$^{103}\text{Ru}$ , максимум	Количество проб, в которых был обнаружен $^{103}\text{Ru}$
03.05.1986	Густера	630		1
27.09.1986	Жерех	25	114	5
15.05.1986 - 16.10.1986	Лещ	25	94	3
01.06.1986	Мелочь*	33		1

Продолжение табл. 2

Каневское водохранилище				
Период регистрирования	Вид	$^{103}\text{Ru}$ , минимум	$^{103}\text{Ru}$ , максимум	Количество проб, в которых был обнаружен $^{103}\text{Ru}$
02.05.1986	Окунь	425		1
16.09.1986	Сом	16		1
15.05.1986	Судак	281		1
05.10.1986	Уклея (верховодка)	8		1
03.05.1986 – 16.11.1986	Щука	8	1907	3
Киевское водохранилище				
04.07.1986	Густера	20		1
11.06.1986	Ерш	749		1
18.06.1986	Карась золотой	36		1
18.06.1986	Лещ	7	93	4
20.08.1986	Мелочь*	104		1
18.06.1986 – 10.08.1986	Окунь	18	30	2
10.06.1986	Рыбец	44		1
18.06.1986 – 19.07.1986	Судак	37	156	2
07.08.1986	Уклея (верховодка)	257		1
18.06.1986	Чехонь	71		1
Водоем-охладитель ЧАЭС				
21.04.1987	Густера	155		1
22.11.1986 – 07.12.1986	Карп	173	2377	14
22.11.1986	Мелочь*	3487		1
24.04.1987	Сом	1548		1
11.02.1987 – 15.03.1987	Толстолоб белый	1786	6687	3
22.11.1986	Уклея (верховодка)	1159	1402	2

\* Виды не определены.

водохранилище  $^{103}\text{Ru}$  чаще регистрировался в хищных видах рыб. В Киевском водохранилище не обнаружено прямой связи между видовой принадлежностью рыбы и частотой регистрации этого радионуклида. В водоеме-охладителе ЧАЭС, за исключением одной пробы полифага сома,  $^{103}\text{Ru}$  был обнаружен только в «мирных» рыбах, по типу питания относящихся к бентофагам и планктофагам (см. табл. 2). Вероятно, это связано с различной биологической доступностью  $^{103}\text{Ru}$  в зависимости от расстояния от

ЧАЭС. Очевидно, что биологическая доступность большинства чернобыльских радионуклидов определяется, в основном, формой нахождения и/или размером поступивших в экосистему топливных частиц. Скорее всего, в данном случае, большое значение имеет размер частиц, ведь ближняя зона ЧАЭС была загрязнена в основном крупными труднорастворимыми частицами [6, 7].

Вышеизложенное опосредовано подтверждают данные табл. 3.

Таблица 3. Период регистрирования и пределы содержания  $^{103}\text{Ru}$  в различных органах и тканях рыб исследуемых водоемов (Бк/кг)

Каневское водохранилище				
Период регистрирования	Орган или ткань	$^{103}\text{Ru}$ , минимум	$^{103}\text{Ru}$ , максимум	Количество проб, в которых был обнаружен $^{103}\text{Ru}$
15.05.1986	Внутренние органы*	281		1
27.09.1986	Голова	12		1
27.09.1986 – 16.10.1986	Икра	7	12	2
27.09.1986	Кожа	19		1
27.09.1986	Кости	32		1
27.09.1986	Плавники	25		1
15.05.1986 – 16.09.1986	Тушка**	16	1907	4
03.05.1986 – 05.10.1986	Целиком	8	630	5
16.11.1986	Чешуя	8		1

Киевское водохранилище				
Период регистрирования	Орган или ткань	$^{103}\text{Ru}$ , минимум	$^{103}\text{Ru}$ , максимум	Количество проб, в которых был обнаружен $^{103}\text{Ru}$
18.06.1986	Внутренние органы*	22		1
18.06.1986	Голова	55		1
18.06.1986	Несъедобная часть***	71		1
10.06.1986 – 10.08.1986	Тушка**	7	156	8
11.06.1986 – 20.08.1986	Целиком	104	749	3
18.06.1986	Чешуя	94		1
Водоем-охладитель ЧАЭС				
22.11.1986 – 21.04.1987	Внутренние органы*	173	6687	4
22.11.1986 – 21.04.1987	Голова	330	1320	2
22.11.1986 – 21.04.1987	Несъедобная часть***	155	2377	2
15.03.1987	Икра	2294		1
21.04.1987	Плавники	211		1
24.04.1987	Слизь	1548		1
22.11.1986 – 07.12.1986	Целиком	366	3487	11

\* Полностью все внутренние органы вместе с желудочно-кишечным трактом и его содержимым.

\*\* Съедобная часть (филе).

\*\*\* Голова, жабры, чешуя, плавники, внутренние органы вместе с содержимым желудочно-кишечного тракта.

В Каневском и Киевском водохранилищах значительную часть проб, содержащих  $^{103}\text{Ru}$ , составляют органы и ткани, не контактирующие непосредственно с окружающей средой (водой): мышцы, тушка, икра, кости. Это доказывает наличие процессов активного накопления  $^{103}\text{Ru}$ , что предполагает его присутствие в среде в доступной для рыб форме. В водоеме-охладителе ЧАЭС, наоборот, за исключением одной пробы икры, все образцы, содержащие  $^{103}\text{Ru}$ , состояли из органов и тканей, непосредственно контактирующих с водой, что позволяет сделать убедительное предположение об их поверхностном загрязнении  $^{103}\text{Ru}$ , а не об активном накоплении этого радионуклида.

В хищных видах рыб водоема-охладителя  $^{103}\text{Ru}$  нами не обнаружен. При питании бентофаги заглатывают некоторое количество донных отложений. Планктофаги получают значительное количество радионуклидов, зафиксированных на их корме – планктоне и взвешях. Наличие  $^{103}\text{Ru}$ , как и других радионуклидов [13 - 15], во внутренних органах и пробах «целиком» рыб-планктофагов и рыб-бентофагов водоема-охладителя ЧАЭС наверняка объясняется попаданием этого радионуклида в желудочно-кишечный тракт вместе с пищей. Таким образом, в водоеме-охладителе ЧАЭС не было активного накопления  $^{103}\text{Ru}$  рыбами, что связано с недоступностью этого радионуклида для рыб, очевидно обусловленной находением здесь  $^{103}\text{Ru}$  в виде крупных труднорастворимых топливных частиц.

## Выводы

Анализ результатов работ, проведенных в 1986 - 1987 гг. на акватории различных пресноводных и околосредных экосистем Украины, позволил сделать следующие выводы:

в наземных прибрежных экосистемах наибольшее содержание  $^{103}\text{Ru}$  отмечено в мае 1986 г. в траве, хвое и грунте на уресе воды 3 мая 1986 г. Это загрязнение было обусловлено радионуклидными аэрозольными выпадениями;

во всех изученных водных экосистемах наибольшее содержание  $^{103}\text{Ru}$  регистрировалось в высших водных растениях, обрастаниях и донных отложениях; наименьшее – в воде;

среди водной биоты наименьшее содержание  $^{103}\text{Ru}$  характерно для рыб;

в рыбах  $^{103}\text{Ru}$ , в основном, регистрировался в органах и тканях, непосредственно контактирующих с водой, что предполагает их поверхностное загрязнение этим радионуклидом;

высокое содержание  $^{103}\text{Ru}$  во внутренних органах рыб-бентофагов и рыб-планктофагов обусловлено попаданием  $^{103}\text{Ru}$  в желудочно-кишечный тракт вместе с пищей;

интенсивность накопления  $^{103}\text{Ru}$  рыбами увеличивается с расстоянием от ЧАЭС, что, очевидно, связано с изменением размера топливных частиц, содержащих  $^{103}\text{Ru}$ , и/или изменением формы нахождения этого радионуклида.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Итоговый доклад МКГЯБ о совещании по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле.* Вена, 30 августа - 5 сентября 1986 г. - 150 с.
2. *Пристер Б. С., Лоцилов Н. А., Немец О. Ф., Поляков В. А.* Основы сельскохозяйственной радиологии. - К.: Урожай, 1991. - 471 с.
3. *Абагян А. А., Асманов В. Г., Гуськова А. К.* Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и ее последствиях, подготовленная для МАГАТЕ // Атом. энергия. - 1986. - Т. 61, вып. 3. - С. 301 - 302.
4. *Кацпаров В. А.* Радиоактивное загрязнение зоны отчуждения ЧАЭС топливными частицами и их радиологическая значимость // Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля. - 2005. - Вып. 3. - Ч. 1. - С. 61 - 69.
5. *Кацпаров В. А., Лоцилов Н. А., Прошак В. П. и др.* Ядерно-физические характеристики чернобыльских горячих частиц // Проблемы сельскохозяйственной радиологии. - 1992. - Вып. 2. - С. 1 - 9.
6. *Кацпаров В. А., Лоцилов Н. А., Прошак В. П. и др.* Фракционирование радионуклидов в топливных горячих частицах, образовавшихся в результате аварии на ЧАЭС // Там же. - С. 9 - 21.
7. *Кацпаров В. А., Иванов Ю. А., Пристер Б. С. и др.* Образование горячих частиц во время аварии на ЧАЭС // Там же. - С. 45 - 56.
8. *Кацпаров В. А., Иванов Ю. А., Хомутинин Ю. В., Процак В. П.* Оценка эффективной температуры и времени отжига топливных частиц, выброшенных из чернобыльского реактора во время аварии // Там же. - С. 56 - 66.
9. *Тимофеева-Ресовская Е.А.* Распределение радионуклидов по основным компонентам водоема // Тр. Ин-та биологии УФ АН СССР. - 1963. - Вып. 30. - 77 с.
10. *Радионукліди у водних екосистемах України.* - К.: Чорнобильтехінформ. - 2001. - 318 с.
11. *Романенко В. Д., Кузьменко М. И., Евтушенко Н. Ю. и др.* Радиоактивное и химическое загрязнение Днестра и его водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС. - К.: Наук. думка, 1992. - 194 с.
12. *Зарубин О. Л., Канивец В. В.* Содержание радионуклидов в воде Каневского водохранилища после аварии на ЧАЭС 1986 г. // Зб. наук. праць Ін-ту ядерних досл. - 2005. - № 3 (16). - С. 110 - 130.
13. *Зарубин О.Л.* Содержание <sup>125</sup>Sb в водных экосистемах после аварии на Чернобыльской АЭС // Сб. науч. ст. 15-й Междунар. науч.-практ. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов» (4 - 8 июня 2007 г., г. Щелкино, АР Крым) / УкрГНТЦ «Энергосталь». - Х.: Сага, 2007. - Т. 2. - С. 233 - 239.
14. *Зарубін О. Л.* Вміст <sup>141</sup>Ce у компонентах водних екосистем після аварії на ЧАЕС // Зб. тез Всеукраїн. наук. сем. «Біомедична електроніка та фізичні методи в екології. (13 - 16 вересня 2007 р., Львів - Ворохта, Україна). - С. 44.
15. *Зарубин О. Л.* <sup>144</sup>Ce в компонентах водных и прибрежных экосистем водоема-охладителя и Каневского водохранилища после аварии на Чернобыльской АЭС // Зб. наук. ст. 3-й Міжнар. наук.-практ. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». (м. Алушта, АР Крим, Україна, 10 - 14 вересня 2007 р.), Т. 1. - Х.: Райдер, 2007. - С. 217 - 220.

### ВМІСТ <sup>103</sup>Ru В КОМПОНЕНТАХ ВОДНИХ ТА ПРИЛЕГЛИХ ДО НИХ НАЗЕМНИХ ЕКОСИСТЕМ ПІСЛЯ АВАРІЇ НА ЧАЕС

О. Л. Зарубін

У 1986 - 1987 рр. вивчали вміст <sup>103</sup>Ru в компонентах різних прісноводних водоймищ і прибережних екосистем України. Установлено, що максимальний вміст <sup>103</sup>Ru у водних екосистемах характерний для вищих водних рослин. Максимум вмісту <sup>103</sup>Ru в рибах зареєстровано у водоймі-охолоджувачі ЧАЕС. Це обумовлено могутнім радіонуклідним забрудненням водойми-охолоджувача в активний момент аварії. Імовірно, основна кількість <sup>103</sup>Ru надходить в організм риб по трофічному шляху. Із збільшенням відстані від ЧАЕС зменшується вміст <sup>103</sup>Ru в рибах. При цьому росте рівень біологічної доступності <sup>103</sup>Ru для риб. Очевидно, це обумовлено розмірами паливних частинок, що надійшли в досліджувані водойми, і/або фізико-хімічною формою знаходження <sup>103</sup>Ru у випаданнях.

### THE CONTENT OF <sup>103</sup>Ru IN COMPONENTS OF FRESH-WATER AND ADJOINING TO THEM GROUND ECOSYSTEMS AFTER ACCIDENT ON ChNPP

O. L. Zarubin

The content of <sup>103</sup>Ru in components of various fresh-water reservoirs and coastal ecosystems of Ukraine was studied since 1986 till 1987. It is established, that the maximal content of <sup>103</sup>Ru in water's ecosystems was typical for the higher water's plants. The maximum of the content of <sup>103</sup>Ru in fishes is registered in cooling-pond of ChNPP. It is caused by the vast radionuclide pollution of cooling-pond during the active moment of accident. Probably, the main quantity of <sup>103</sup>Ru penetrates into organism of fishes on the trophic way. With increase if distance from ChNPP the content of <sup>103</sup>Ru in fishes decreases. Thus, the level of biological availability of <sup>103</sup>Ru for fishes increase. It is obvious, that it is caused by the sizes of the particles which have fallen in researched reservoirs and/or the physical and chemical form of <sup>103</sup>Ru finding of in the fallout.

Поступила в редакцію 08.10.07,  
после доработки – 02.12.07.