

МАТЕРИАЛЫ III МЕЖДУНАРОДНОГО СИМПОЗИУМА
“ХРОНИЧЕСКОЕ РАДИАЦИОННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ:
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ”
(24–26 октября 2005 г., Челябинск)

УДК [574.539.163]+621.039.7

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДЫ, ДОННЫХ
И ПОЙМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕК ИРТЫШ И ОБЬ

© 2006 г. А. В. Трапезников^{1*}, А. В. Коржавин¹, В. Н. Николкин¹, В. Н. Трапезникова¹,
В. И. Мигунов²

¹ Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург

² Департамент гражданской защиты населения Ханты-Мансийского автономного округа – Югры,
Ханты-Мансийск

Проведено радиоэкологическое исследование участков рек Обь и Иртыш в границах Ханты-Мансийского автономного округа. Объемная активность ¹³⁷Cs в воде Иртыша составила 0.62–1.23 Бк/м³, в Оби – 0.24–0.27 Бк/м³; ⁹⁰Sr в Иртыше – 10–20 Бк/м³, в Оби – 5–10 Бк/м³, что гораздо ниже допустимых санитарно-гигиенических норм для населения. Плотность загрязнения ¹³⁷Cs в донных отложениях на входном створе Иртыша составила 2.7 КБк/м², а ниже по течению снижалась почти в 11 раз и перед впадением Иртыша в Обь была равна 245 Бк/м². Плотность загрязнения ⁹⁰Sr также снижалась на обследованном участке с 212 до 106 Бк/м². Предложены два варианта оценок интегральных запасов ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в пойме Иртыша. Расчет баланса годовых стоков радионуклидов с водой подтверждает, что преобладающее количество ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr в нижерасположенные участки Оби поступает в настоящее время по обскому рукаву, а не из Иртыша, как предполагалось ранее. Среднегодовое поступление ¹³⁷Cs по обскому рукаву почти в 2 раза, а ⁹⁰Sr – в 2.3 раза больше, чем поступает из Иртыша.

Вода, пойменные грунты, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, баланс годовых стоков, плотности запасов, интегральные запасы радионуклидов.

Обь-Иртышская речная система занимает особое место в Западной Сибири, от ее экологического состояния зависит благополучие обширных территорий. Это обусловлено полноводностью данных рек, обширными поймами и продолжительными разливами, значительными территориями водосбора, часть из которых отошли к “ближнему зарубежью”. Интенсивное промышленное освоение территории Обь-Иртышского речного бассейна осложняет радиоэкологическую обстановку данного региона. В бассейне Обь-Иртышской речной системы на территории Свердловской, Челябинской и Томской областей функционирует ряд предприятий атомного профиля, являющихся источниками поступления техногенных радионуклидов в открытые водоемы. Наиболее сильное влияние на экосистему Обь-Иртышского речного бассейна оказывает деятельность ПО “Маяк”, расположенного в Челябинской области. В конце 40-х – начале 50-х годов прошлого века это предприятие осуществляло прямой сброс жидких радиоактивных отходов в р. Теча, принадлежащую, в свою очередь, бассей-

ну реки Иртыш. По имеющимся оценкам, в Тече и каскаде промышленных водоемов в верховьях реки депонировано около 4.6 ПБк ¹³⁷Cs и 4.3 ПБк ⁹⁰Sr, которые и в настоящее время представляют потенциальную радиационную опасность для регионов, расположенных ниже по течению рек Теча–Исеть–Тобол–Иртыш–Обь. Создание бессточной системы промышленных водоемов в верхней части долины р. Теча нарушило природный водный сток, в результате чего за 10 лет уровень воды в конечном водоеме № 11 возрос на 2 м 87 см. Дамба конечного водоема, как последняя физическая преграда между хранящейся массой загрязненной воды и нижерасположенной р. Теча, а также дно водоема не в состоянии предотвратить фильтрацию в реку загрязненной воды. По приближенным оценкам фильтрационные потери достигают 10 млн. м³ в год.

В пойме р. Теча в 18 км от плотины окончно-го водоема на площади 45 га, в так называемых Асановских болотах, депонировано 220 ТБк (6000 Ки) ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. Часть этой активности ежегодно вымывается с паводковыми водами в Обь-Иртышскую речную систему [1].

Многолетние наблюдения сотрудников Отдела континентальной радиоэкологии ИЭРиЖ УрО

* Адресат для корреспонденции: 624250 Свердловская обл., г. Заречный, а/я 18; тел.: (8-34377) 3-20-70; e-mail: BFS_zar@mail.ru.

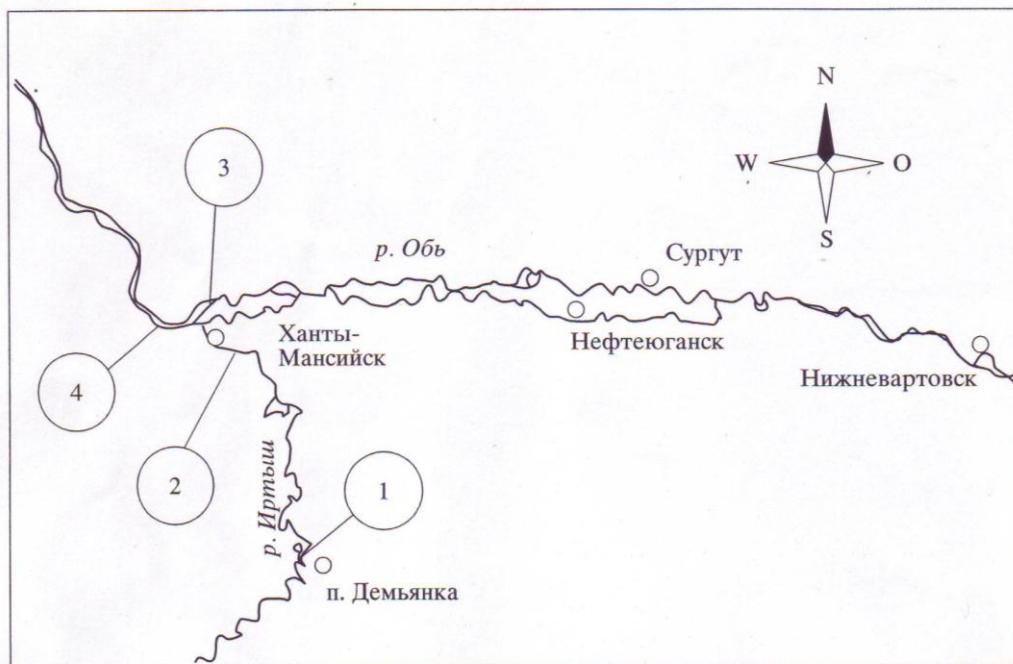


Рис. 1. Карта-схема точек отбора проб.

РАН подтвердили наличие процессов миграции радионуклидов вниз по руслу р. Теча. В период с 1990 по 1996 г. было проведено масштабное радиоэкологическое обследование рек Теча и Исеть, которое включало исследование воды, водной растительности, рыбы и пойменных почв. При этом было отмечено, что главным источником радиоактивного загрязнения р. Исеть является водный сток р. Теча. Удельная активность ^{90}Sr в воде Исети после впадения этого притока возрастает более чем в 10 раз. Содержание ^{90}Sr в пойменных грунтах Исети в 2 раза больше, чем в грунтах Течи [2].

В связи с этим представленные результаты радиоэкологического обследования р. Иртыш являются логическим продолжением начатой ранее работы. Выполнение программы радиоэкологического мониторинга Иртыша рассчитано на ряд лет. В настоящей работе представлена часть материалов, полученных во время летней экспедиции 2004 г. на участке реки в границах Ханты-Мансийского автономного округа.

Цель данной работы – на основании результатов комплексного радиоэкологического исследования участка Иртыша, расположенного в границах Ханты-Мансийского автономного округа, определить уровень накопления основных долгоживущих радионуклидов в различных компонентах речной системы, проанализировать основные закономерности их миграции на данном участке реки и определить степень потенциальной опас-

ности радиационного фактора на нижерасположенную часть Обской речной системы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Для решения поставленной задачи в 2004 г. на р. Иртыш был обследован участок протяженностью 307 км от устья р. Демьянка до впадения Иртыша в Обь, и также два равных участка на р. Обь выше и ниже впадения Иртыша. В качестве объектов исследования на реках выбраны по два створа (рис. 1).

На Иртыше первый створ находился ниже впадения р. Демьянка в районе п. Демянское, второй – за 20 км до впадения Иртыша в Обь. На Оби: третий створ – в 25 км выше впадения Иртыша, четвертый – на 26 км ниже по течению от места слияния Оби с Иртышом. Объектами исследования были вода, донные и пойменные отложения рек.

Определение ^{137}Cs проводили на γ -спектрометре "CANBERRA" (США) с Ge-детектором. Объемную активность ^{90}Sr в воде определяли непосредственно в образцах сухого остатка проб воды после выпаривания и в оксалатных концентратах из нативных проб грунтов на γ - β -спектрометре "ПРОГРЕСС-2000" (Россия) со сцинтилляционным детектором. Минимально определяемые активности с учетом методов подготовки проб составили для ^{137}Cs – 0.15 Бк/кг и для ^{90}Sr – 0.6 Бк/кг.

Таблица 1. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде рек Обь и Иртыш, $\text{Бк}/\text{м}^3$

Радионуклиды	Иртыш		Обь	
	створ 1	створ 2	створ 3	створ 4
^{137}Cs	1.23	0.62	0.27	0.24
^{90}Sr	20.0	10.0	5.0	10.0
$^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$	16.3	16.1	18.5	41.7

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Содержание ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде Иртыша и Оби представлено в табл. 1. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде обеих рек была гораздо ниже допустимых санитарно-гигиенических норм для населения. Например, уровень вмешательства для питьевой воды составляет $5000 \text{ Бк}/\text{м}^3$ ^{90}Sr [3].

На обследованном участке Иртыша объемные активности радионуклидов уменьшились по течению реки: ^{137}Cs – с $1.23 \text{ Бк}/\text{м}^3$ до $0.62 \text{ Бк}/\text{м}^3$, ^{90}Sr – с 20 до $10 \text{ Бк}/\text{м}^3$. В пробах воды Оби содержание ^{137}Cs в среднем в 3.4 раза, а ^{90}Sr в 3 раза ниже, чем в Иртыше. После впадения Иртыша (створ 4) содержание ^{137}Cs в Оби практически не изменилось, а содержание ^{90}Sr увеличилось в 2 раза. При этом наблюдалось очень характерное изменение соотношений объемных активностей $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$. Если до впадения Иртыша это соотношение в Оби было равно 18.5 , то после слияния рек оно возросло до 41.7 . По-видимому, это объясняется известной закономерностью: более высокой миграционной подвижностью ^{90}Sr в водных системах по сравнению с ^{137}Cs .

Количественное соотношение поступающих радионуклидов по обскому и иртышскому рукавам более объективно характеризует сравнение годовых стоков указанных элементов. Годовые стоки радионуклидов рассчитаны на основании объемных активностей данных радионуклидов в воде и с учетом годового расхода воды в каждом исследованном створе. Расчеты годовых стоков радионуклидов представлены в табл. 2.

Из полученных результатов следует, что годовое поступление ^{137}Cs в Обь из р. Иртыш состав-

ляет 35.5 ГБк , $^{90}\text{Sr} – 573 \text{ ГБк}$. А годовой сток указанных радионуклидов по Оби равен: $^{137}\text{Cs} – 69.7 \text{ ГБк}$ и $^{90}\text{Sr} – 1.32 \text{ ТБк}$. Т.е. среднегодовое поступление ^{137}Cs по Обскому рукаву почти в 2 раза, а по ^{90}Sr в 2.3 раза больше, чем поступает из Иртыша.

Таким образом, несмотря на то что объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr была значительно выше в пробах воды Иртыша, перерасчет данных показателей с учетом годовых стоков рек существенно меняет первоначальное соотношение. Расчеты показывают, что в настоящее время преобладающее количество ^{137}Cs и ^{90}Sr в нижерасположенные участки Оби поступает по обскому рукаву, а не из Иртыша, как предполагалось ранее.

Определенное представление о характере миграции радионуклидов на исследуемом участке реки дает расчет баланса их годовых стоков. Метод основан на расчете разности годовых стоков отдельных элементов между входным и выходным створами исследуемого участка реки. При равенстве стоков баланс равен нулю и, следовательно, на данном участке не отмечается процессов накопления или дополнительного поступления указанного элемента. Положительный баланс говорит о том, что входной годовой поток превышает выходной и какая-то часть данного элемента депонируется на исследуемом участке. При отрицательном балансе, т.е. когда выходной годовой поток превышает входной, есть вероятность дополнительного поступления определенных компонентов на исследованном участке реки, либо имеют место естественные процессы выноса данных элементов из пойменных почв и донных отложений. В табл. 2 представлены результаты расчетов баланса годовых стоков на обследованном участке Иртыша. На Оби из-за малого расстояния между створами получить достоверные результаты не представляется возможным.

Проведенный расчет баланса стоков радионуклидов показал, что на исследованном участке р. Иртыш его величины для обоих радионуклидов имеют положительные значения. Это означает, что при среднегодовом сохранении рассматриваемой динамики предположительно до 21.1 ГБк ^{137}Cs и 347 ГБк ^{90}Sr может быть депонировано в

Таблица 2. Расчет годовых стоков ^{137}Cs и ^{90}Sr и баланса годовых стоков на участках рек Обь и Иртыш

Створ	Объемная активность, $\text{Бк}/\text{м}^3$		Расход воды, $\text{км}^3/\text{год}$	Годовой сток, ГБк		Баланс годового стока, ГБк	
	^{137}Cs	^{90}Sr		^{137}Cs	^{90}Sr	^{137}Cs	^{90}Sr
Обь до слияния с Иртышом	0.27	5.0	263.1	69.7	1320		
Обь после слияния с Иртышом	0.24	10.0	320.4	76.9	3200		
Иртыш, п. Демьянский	1.23	20.0	46.0	56.6	920	21.1	347
Иртыш до слияния с Обью	0.62	10.0	57.3	35.5	573		

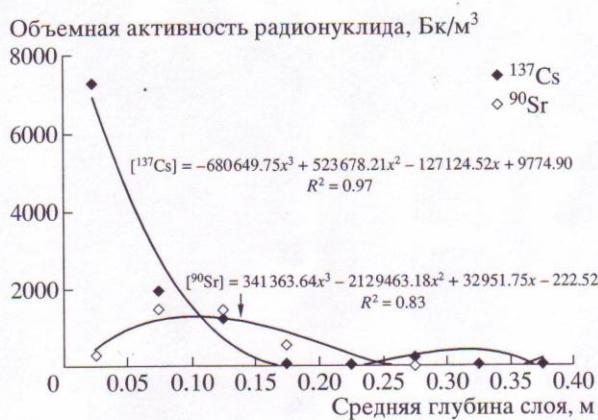


Рис. 2. Вертикальное распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в пойме Оби выше слияния с Иртышом.

течение года в пойме Иртыша на участке между п. Демьянским и Ханты-Мансийском.

Объективную оценку радиационного загрязнения поймы Иртыша дает определение удельной активности радионуклидов в пробах донных и пойменных отложений, отобранных послойно по 5 см на глубину до 40 см.

Вертикальное распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в донных отложениях Оби и Иртыша, как следует из графиков на рис. 2–3, не равномерно по высоте, особенно в верхних слоях, и в целом имеет тенденцию к спаду с глубиной. Вариации удельной активности радионуклидов в приповерхностном слое свидетельствуют о протекании интенсивных аллювиальных процессов в пойме исследуемых рек. Подобное вертикальное распределение характерно для речных систем с многократным сносом по течению верхних слоев пойменных и донных грунтов, их перемешиванием, взмучиванием и рядом других сопутствующих динамических явлений, вносящих гетерогенность в распределение радионуклидов. Такое сложное поведение радионуклидов трудно аппроксимируется с приемлемым уровнем достоверности простыми аналитическими функциями и представлено полиномами высокого порядка, что в большинстве случаев уже при кубических полиномах обеспечивало корреляцию с $R^2 \sim 0.7$ –0.9. Гетерогенность вертикального распределения радионуклидов также предполагает возможность их проникновения на отдельных участках в более глубокие слои донных отложений, что влечет за собой некоторое занижение получаемых значений плотности загрязнения и последующих интегральных оценок, получаемых с их использованием.

На основании полученных результатов были проведены расчеты плотности загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr донных отложений и пойменных грунтов Оби и Иртыша методом интегрирования функ-

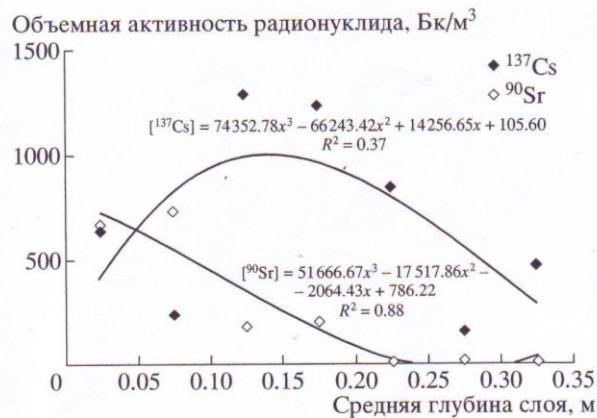


Рис. 3. Вертикальное распределение ^{137}Cs и ^{90}Sr в пойме Иртыша перед впадением в р. Обь.

ций вертикального распределения радионуклидов по глубине миграционного слоя 0.4 м. Установлено, что плотность загрязнения ^{137}Cs на обследованном участке Иртыша неоднородна. На входном створе в районе п. Демьянского она составила $2660 \text{ Бк}/\text{м}^2$, а ниже по течению уменьшилась почти в 11 раз и перед впадением Иртыша в Обь была равна $245 \text{ Бк}/\text{м}^2$. Плотность загрязнения донных отложений ^{90}Sr на данном участке реки также снижалась с 212 до $106 \text{ Бк}/\text{м}^2$, то есть в 2 раза.

Такое горизонтальное распределение радионуклидов может свидетельствовать о преимущественном поступлении ^{137}Cs и ^{90}Sr на обследованный устьевой участок реки с территорий, расположенных выше по течению, и постепенном депонировании их в донные отложения. Данное предположение также подтверждается расчетами балансов годовых стоков ^{137}Cs и ^{90}Sr . На исследованном участке р. Иртыш величины балансов для обоих радионуклидов имеют положительные значения. Это означает, что входной годовой сток превышает выходной и некоторая часть радионуклидов будет депонирована в пойме рассматриваемого участка реки.

Для оценки общих запасов радионуклидов в пойме использовано два варианта расчетов, отличающихся способом представления профиля плотности загрязнения грунтов в поперечнике поймы. В настоящее время на начальном этапе радиоэкологических исследований отсутствуют достоверные сведения о ширине зоны миграции радионуклидов от русла исследуемых рек. Учитывая, что ширина затапливаемой части поймы Оби и Иртыша может достигать нескольких десятков километров, есть все основания рассматривать ширину зоны депонирования радионуклидов как величину того же порядка.

Оценка запасов по первому методу предполагает спад содержания радионуклидов по трансекте поймы, причем параметры спада объемной активности принимались близкими параметрами горизонтального распределения радионуклидов на р. Теча (Челябинская обл.), определенных в предыдущих исследованиях [2]:

$$[^{137}\text{Cs}] = k_1 \exp(0.0125R),$$

$$[^{90}\text{Sr}] = k_2 \exp(0.0125R)/(660.7R^{-1.18}),$$

где R – расстояние от береговой линии в метрах, а k_1 и k_2 – параметрические константы, определяющие соответствующие зависимости.

Запасы ^{137}Cs и ^{90}Sr определены двойным интегрированием функций плотности загрязнения пойменных грунтов с верхними пределами интегрирования, равными длине исследуемого участка поймы реки и ширине поймы, условно принятой равной 15 км. Модель экспоненциального спада содержания радионуклидов при удалении от русла предполагает, что основная их масса сосредоточена на территории поймы, примыкающей к берегу реки, что нивелирует некоторую условность в выборе одного из параметров интегрирования, в качестве которого принималась средняя ширина поймы. К недостаткам рассматриваемого метода следует отнести слабую обоснованность выбора подобия параметров спада удельных активностей, характерных для поймы Течи и Иртыша, существенно отличающихся друг от друга гидрологическими характеристиками, структурой пойменного ландшафта, пойменной динамикой и рядом прочих параметров. Так, принятые модели спада удельной активности ^{137}Cs в пойме Течи соответствуют расстоянию 55 м, на котором удельная объемная активность уменьшается вдвое. Это сопоставимо с шириной Течи, но явно занижено для масштабов таких больших рек, как Обь и Иртыш, имеющих пойму протяженностью в несколько десятков километров. Следовательно, оценки, полученные по данному варианту расчетов, следует рассматривать как минимальные.

Оценка запасов по первому варианту расчетов дает следующие величины:

$$\begin{aligned} Q(^{137}\text{Cs}) &= \\ &= \int_0^{307000} \int_0^{15000} (0.00813x + 164.14)e^{-0.0125r} dr dx = \\ &= 3.5 \times 10^{10} \text{ Бк}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q(^{90}\text{Sr}) &= \\ &= \int_0^{307000} \int_0^{15000} \frac{(0.000355x + 102.73)e^{-0.0125r}}{660.7r^{-1.18}} dr dx = \\ &= 1.1 \times 10^9 \text{ Бк}; \end{aligned}$$

где: $Q(^{137}\text{Cs})$ и $Q(^{90}\text{Sr})$ – интегральные запасы ^{137}Cs и ^{90}Sr , Бк; x и r – длина и ширина пойменного участка реки, м.

В оценках по второму методу, который рассматривался нами как консервативный, предполагалось, что содержание радионуклидов в полосе двусторонней поймы с суммарной шириной 5 км (по 2.5 км на каждом берегу) эквидистантно по ширине поймы в каждом створе, т.е. не зависит от расстояния до береговой линии и примерно одинаково в пределах рассматриваемой полосы поймы. Принято также, что основная часть запасов радионуклидов сосредоточена в рассматриваемой полосе поймы. Общие запасы радионуклидов в этом случае определены интегрированием по длине исследуемого участка на ширине поймы 5 км:

$$\begin{aligned} Q(^{137}\text{Cs}) &= 5 \times 10^3 \int_0^{307000} (0.00813x + 164.14) dx = \\ &= 2.2 \times 10^{12} \text{ Бк}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q(^{90}\text{Sr}) &= 5 \times 10^3 \int_0^{307000} (0.000355x + 102.73) dx = \\ &= 2.4 \times 10^{11} \text{ Бк}. \end{aligned}$$

Согласно полученным расчетам, интегральные запасы ^{137}Cs и ^{90}Sr в пойме обследованного участка Иртыша протяженностью 307 км составили: в варианте минимальной оценки – 35 ГБк (0.9 Ки) ^{137}Cs и 1.1 ГБк (0.03 Ки) ^{90}Sr , в варианте консервативной оценки – 2.2 ТБк (58.6 Ки) ^{137}Cs и 241 ГБк (6.5 Ки) ^{90}Sr . Фактический запас рассматриваемых радионуклидов с некоторой степенью вероятности находится между приведенными вариантами оценок. Это в определенной мере согласуется с расчетами баланса годовых стоков радионуклидов (табл. 2), согласно которым для наиболее подвижного ^{90}Sr он составляет 3.47 ГБк, т.е. более близок ко второй, консервативной, оценке запасов. Для ^{137}Cs баланс равен величине 21.1 ГБк, но поскольку его миграция по течению реки лимитируется высокой способностью связываться и удерживаться компонентами донных и пойменных отложений, то запасы в пойме формируются в течение нескольких десятилетий из ежегодных поступлений.

Таким образом, проведенные исследования показали, что удельная активность долгоживу-

щих радионуклидов в воде и пойменных грунтах Иртыша гораздо ниже допустимых санитарно-гигиенических норм для населения и вполне соизмеримы со средними данными по России, обусловленными в основном глобальными выпадениями. Обследованный участок р. Иртыш в радиоэкологическом отношении в данное время не представляет реальной опасности для нижерасположенных участков обской речной системы. В настоящее время преобладающее количество ^{137}Cs и ^{90}Sr в нижерасположенные участки Оби поступает по обскому рукаву, а не из Иртыша, как предполагалось ранее. Среднегодовое поступление ^{137}Cs по обскому рукаву почти в 2 раза, а ^{90}Sr в 2.3 раза больше, чем поступает из Иртыша.

Несмотря на то, что в воде, донных и пойменных отложениях Иртыша не установлено высоких уровней содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr , процессы их миграции по водному руслу свидетельствуют о сохраняющейся потенциальной опасности загрязнения Обь-Иртышской речной системы искусственными радионуклидами путем их трансгра-

ничного переноса по речной системе Теча-Исеть-Тобол-Иртыш.

Работа выполнена при финансовой поддержкегранта РФФИ № 04-05-64172 и Программы Президиума РАН № 12 “Научные основы сохранения биоразнообразия России”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заключение комиссии по оценке экологической ситуации в районе деятельности производственно-го объединения “Маяк” Минатомэнергопрома СССР, организованной по решению Президиума АН СССР № 1140-501 // Радиобиология. 1991. Т. 31. Вып. 3. С. 436–452.
2. Трапезников А.В., Позолотина В.Н., Юшков П.И. и др. // Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин / Под ред. А.В. Трапезникова и С.М. Вовка. Вып. 2. Заречный, 1999. С. 20–66.
3. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99) СП 2.6.1. 758-99: Гигиенические нормативы. М.: Минздрав России, 1999. 116 с.

Поступила в редакцию
01.03.2006

Radioecological Research of the Irtysh-River's and Ob-River's Water, Base and Flood Depositions

A. V. Trapeznikov¹, A. V. Korzhavin¹, V. N. Nickolkin¹, V. N. Trapeznikova¹, V. I. Migunov²

¹ Institute of Plant and Animal Ecology, Ural Division of Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, 624250 Russia;
e-mail: BFS_zar@mail.ru

² Department of Civil Defence of the Population of the Hanty-Mansiisk Autonomny Okrug, Hanty-Mansiisk

The radioecological research of Irtysh-river and Ob-river was held. The content of ^{137}Cs in Irtysh water was compounded 0.62–1.23 Bq/m³, in Ob – 0.24–0.27 Bq/m³, and the one of ^{90}Sr in Irtysh – 10–20 Bq/m³, and in Ob – 5–10 Bq/m³, that is much lower than the permissible sanitary-hygienic norms for the population. The ^{137}Cs stores density on Irtysh-river input lease was compounded 2.7 kBq/m², is almost in 11 times slashed downstream and is peer 245 kBq/m² before the Irtysh-river lockin. The ^{90}Sr stores density also was slashed in surveyed leases with 212 down to 106 Bq/m². Two variants of integrated stores of ^{137}Cs and of ^{90}Sr in flood of the Irtysh-river was held. The balance calculation of annual radionuclides sinks confirms the dominant amount of ^{137}Cs and of ^{90}Sr in downstream Ob-river leases acts now on the Ob's sleeve, instead of from the Irtysh-river as it was supposed earlier. The ^{137}Cs medial annual inflow from the Ob's sleeve almost is in 2 times, and the ^{90}Sr inflow is in 2.3 times more, than are acts from Irtysh-river sleeve.