

# ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF THE RADIOACTIVITY CONTENTS IN SURFACE WATERS IN CONTAMINATED AREAS

F.D. KOMISSAROV, P.I. DATSKEVICH, Y.N. GOLIKOV, L.P. BASHARINA,  
T.N. CHURACK, O.D. KHVALEY



XA9745877

Institute of Radiobiology, Academy of Sciences,  
Minsk, Belarus

## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ РАДИАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЗАГРЯЗНЕННОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Ф.Д.Комиссаров, П.И.Дацкевич, Ю.Н.Голиков, Л.П.Башарина, Т.Н.Чурак,  
О.Д.Хвалей

Институт радиобиологии АН Беларуси, г.Минск

**In the connection with Chernobyl APS accident, since 1988 a network of sites was established for radioecological monitoring of surface water systems, mainly, small rivers on all Belarus territory. Small rivers are the principal way of radionuclides run off in liquid and solid discharges during rains and high-floods and their re-distribution in landscapes. The components of water systems radio-monitoring were water and water suspensions, area water-collection, bottom deposits and biota. In the paper the data are cited of radioecological studies of water systems components. Their analysis is done and some conclusions made which may be used for the development of radioecological prognosis and for taking environmental measures.**

### 1. ВВЕДЕНИЕ

В границах Беларуси насчитывается более чем 10 тысяч озер и протекает более 20,8 тысяч рек общей длиной 90,6 тысяч километров. Главные реки - Днепр с Припятью водосбора Черного моря - дренируют 56 % территории Беларуси, а Нарев с Бугом, Неман, Западная Двина и Ловать, относящиеся к водосбору Балтийского моря - 44 %. Неман только начинается в республике, а Сож, Припять, Западная Двина и Днепр являются транзитными реками. Средний многогодовой сток рек Беларуси составляет 36,4 км<sup>3</sup> (без транзитного стока). 78 % суммарного годового стока рек республики приходится на Днепр, Сож, Припять и Неман [1]. Основные площади Территории Беларуси, загрязненные радионуклидами техногенного характера, приходятся на бассейны этих рек.

Преимущественно радиоактивное загрязнение после аварии на Чернобыльской АЭС сформировалось на западном, северо-западном и северо-восточном направлениях от станции, захватив бассейны Днепра, в особенности территории бассейна Припяти. Большая часть радионуклидов осела в 30-километровой зоне и на ближайших территориях, на водосборе и акваториях Днепра и Припяти, в бассейнах которых сосредоточены пахотные и мелиоративные земли, способствующие усилению данного процесса. Основным каналом выноса радионуклидов из площадей водосбора являются малые реки. Следует отметить, что на данных территориях плотность проживающего населения значительна. В связи с этим коллективная мощность дозы, поглощенная человеком от радиоактивного загрязнения, велика. Радиоактивность площадей водосбора привела к загрязнению поверхностных и подземных вод.

Водная среда играет особую роль при определении последствий аварии как для человека, так и для объектов флоры и фауны. Радиоактивные вещества поступают в водоемы не только в результате атмосферных выпадений и прямых сбросов, но и вследствие смыва с площадей водосбора. В настоящее время происходит процесс перераспределения радионуклидов по площадям водосбора, связанный с их перемещением с возвышенных

участков в понижения местности, на застойные участки, болота и между компонентами водных экосистем.

В связи с этим возникла необходимость решения сложных и многообразных радиоэкологических проблем. К ним следует отнести установление закономерности перераспределения радионуклидов между компонентами ландшафта, изучение процессов поступления радионуклидов в биотическую среду и далее по пищевым цепочкам к человеку, прогнозирование судьбы радиоактивных веществ в экологических системах для разработки практических мероприятий по снижению или ликвидации неблагоприятных последствий радиоактивных загрязнений.

Наиболее важным в вышеуказанных исследованиях является изучение динамики поведения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  как основных радионуклидов, вносящих максимальный вклад в радиоэкологическую ситуацию ландшафтов. Поэтому задача работы заключалась в определении динамики установления влияния мелиоративной сети, дренирующей загрязненные территории, на процессы миграции этих радионуклидов в водных системах.

В поверхностных водных системах наиболее сильными концентраторами радионуклидов являются растительные гидробионты, донные отложения и взвеси [2-4]. Попадающие в поверхностные водные системы радионуклиды включаются в биотический круговорот, характер которого определяется как гидрологическими параметрами водотоков и водоемов, так и уровнем загрязнения акваторий, видовым составом растений и их сообществ, особенностями рельефа местности и типами почв прилегающих территорий [5].

## 2. ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования были компоненты водных экосистем: поверхностная вода, взвеси в воде, донные отложения, водная биота и почвогрунты площадей водосбора. Радиоэкологические наблюдения проводили на реперных площадках, расположенных на малых реках Брагинка, Несвич и Словечна бассейна Припяти, а также Липа и Сенна бассейна Сожа с затоном у д. Веприн и водохранилищем у д. Малиновка.

Река Брагинка - левый приток Припяти, длиной 179 км и площадь водосбора 2778 км<sup>2</sup>, полностью зарегулирована и делится на три самостоятельных объекта, по которым отводят воду в Днепр - Брагинка Верхняя, Средняя и Нижняя. Долина реки выражена слабо, пойма низкая, заболоченная шириной 0,5-1 км, русло по всей длине канализировано.

Река Несвич - правый приток р. Брагинка, длиной 37 км, площадь водосбора 489 км<sup>2</sup>. Долина не выражена, пойма в среднем течении двухсторонняя, шириной 0,2-0,4 км. Русло на протяжении 24 км канализировано. Река течет в зоне отселения.

Река Словечна - правый приток Припяти длиной 158 км, площадь водосбора 3600 км<sup>2</sup>, протекает по лесной заболоченной местности равнины Мозырского Полесья, частично канализирована (в границах республики длина 109 км, площадь водосбора 3000 км<sup>2</sup>), имеет три притока. В нее впадает Свенчанский канал из реки Желонь, русло извилистое. Река в своем нижнем течении расположена в зоне отселения. Основные притоки - Бативня, Чертедь, Ясенец. Долина трапецевидная, в низовьях сливается с поймой Припяти. Ширина поймы - 0,7-1 км, на некоторых участках до 2,5 км. Пойма двухсторонняя, русло извилистое, местами канализировано.

Река Липа - приток р. Сож, длина 62 км, площадь водосбора 577 км<sup>2</sup>. Наибольшие притоки - р. Глинка и Прудовка. Долина реки трапецевидная, шириной от 1 до 3,5 км. Склоны открытые, высотой 6-10 м. Пойма прерывистая, узкая и в нижнем течении

двухсторонняя, от 0,5 до 3 км. Русло реки длиной 15,8 км, канализировано. В реку впадает сеть мелиоративных каналов.

Река Сенна - левый приток р.Сож, длина 59 км, площадь водосбора 543 км<sup>2</sup>. Основные притоки - Сененка, Расамаха, Турья, Домашня, Ректа. Протекает в границах Оршанско-Могилевской равнины, долина трапецевидная, глубоко врезанная, ширина от 0,3 до 1 км. Пойма двухсторонняя, в верховьи ширина 30-60 м, в нижнем течении - 300-500 м, местами открытая, луговая. Русло от истока канализировано, а в нижнем течении - сильно извилистое, шириной 5-19 м, у д.Пильня расширяется до 17 м. Берега умеренно крутые. В верховьи у д.Малиновка создано водохранилище. Река используется как водоприемник мелиоративных каналов.

Реки Брагинка, Несвич, Словечна дренируют Мозырско-Хойникско-Брагинский почвенный район, для которого характерны дерново-подзолистые почвы, развивающиеся на лесовидных суглинках (местами лесах).Рельеф этого района выражен Мозырско-Хойникской грядой, которая возвышается в отдельных местах до 50 м над окружающей местностью. В восточном направлении постепенно гряда понижается и в районе гг.Хойники и Брагин сливается с окружающим ее Гомельским Полесьем.

Территория района, по которому протекает р.Липа, имеет плоско-волнистый рельеф, местами осложненный невысокими сильнооглаженными моренными грядами. Выравненность территории способствует задержанию талых вод и атмосферных осадков, что создает условия для развития процессов заболачивания почв. В Буда-Кошелевском районе 43,7% составляют переувлажненные в разной степени почвы. Преобладают дерново-подзолистые сильно и среднеподзоленные, местами слабо-эродированные на легких водно-ледниковых, иногда лесовых суглинках, подстилаемых моренными суглинками, иногда песками. Суглинистые почвы занимают в районе 72%, супесчаные - 10%, песчаные - 3%, торфяники - 3%.

Для района, где протекает р.Сенна, характерен выравненный, волнистый рельеф со слабым расчленением. Он служит как бы переходом к Полесской низменности. Высота поверхности района при перемещении в южную сторону постепенно снижается на 20-30 м. Здесь преобладают дерново-подзолистые средне- и контактно-оподзоленные почвы на водно-ледниковых, реже моренных супесях, подстилаемых в пределах почвенного профиля моренными суглинками или песками. Наличие выравненности территории и наличие водоупорной породы создают условия для заболачивания земель.

### 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Отбор проб почвогрунтов осуществляли металлическими пробоотборниками диаметром 40 и высотой 250 мм. Пробы воды объемом 40-50 литров отбирали в пластмассовые емкости, а затем фильтровали через бумажные фильтры "белая" и "синяя" лента. Донные отложения для анализа извлекали пробоотборником поршневого типа. Образцы почвогрунтов, донных отложений, гидробионтов, фильтров со взвесями исследовали в лабораторных условиях методами гамма-спектрометрии, радиометрии, радиохимического, элементного и химического анализов с применением следующих приборов: дозиметра ДРГ-01Т, радиометра-дозиметра МКС-01Р, бета-радиометра РКБ-4-1еМ, многоканального полупроводникового гамма-спектрометра на основе Ge (Li) детектора ДГДК-100В и амплитудного анализатора LP-4900, атомно-абсорбционного спектрометра ASS-30. Пробы взвесей, донных отложений, водных растений, моллюсков и рыб высушивали до постоянной воздушно-сухой массы. Биоту озоляли в муфельной печи при температуре 450<sup>0</sup>С. Гамма-спектрометрический анализ проб почвогрунтов, донных отложений, гидробионтов проводили на сухих образцах. <sup>90</sup>Sr концентрировали из проб в виде карбонатов и определяли по дочернему продукту - <sup>90</sup>Y. Удельная

активность взвесей, донных отложений, водной растительности, моллюсков и рыб приводится в Бк/кг воздушно-сухой массы.

Аналізу подлежали растения, наиболее характерные для водных экосистем Беларуси. Из воздушно-водной экологической группы наиболее часто отбирали пробы аира пахучего (*Acorus calamus L.*), тростника общего (*Phragmites communis Trin.*), рогоза широколистного (*Typha latifolia L.*); из группы гидато- и аэрогидатофитов анализировали пробы видов - ряски маленькой (*Lemna minor L.*), элодеи канадской (*Elodea canadensis Rich.*), многокоренника (*Spirodela polyrriza L.*), кубышки желтой (*Nuphar luteum Sm.*), роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum L.*), рдеста плавающего (*Potamogeton natans L.*); из группы гигрофитов - осока острая (*Carex acuta L.*), ежеголовник простой (*Sparganium simplex Huds.*), камыш лесной (*Scirpus silvaticus L.*), ситник развесистый (*Juncus effusus L.*).

Гидрофауна представлена моллюсками: прудовик болотный (*Limnaea stagnalis*), живородка болотная (*Viviparus contectus*), катушка роговая (*Planorbarius corneus*), беззубка обыкновенная (*Anadonta cygnaea*), перловица обыкновенная (*Unio pictorum*), и рыбами: плотва (*Rutilus rutilus L.*), карась (*Carasius carassius L.*), щука (*Esox lucius L.*), окунь (*Perca fluviatilis L.*), ерш (*Gymnocephalus cernua*).

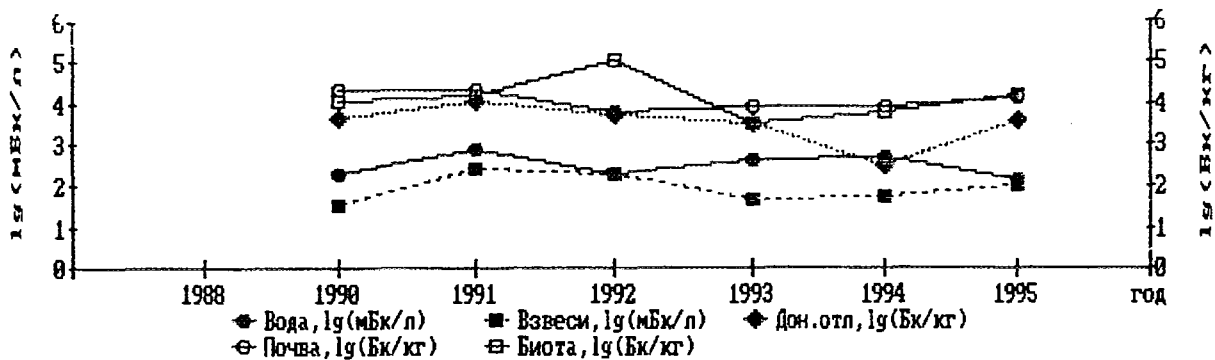
#### 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В период наблюдений радиозэкологическая ситуация характеризовалась уменьшением плотностей загрязнения площадей водосбора со временем, что обусловлено как распадом сравнительно короткоживущих радионуклидов  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{144}\text{Ce}$ , так и смывом и перемещением  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  как по поверхностям площадей водосбора, так и в глубину грунта. Диаграммы динамики содержания  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностной фильтрованной воде, почвогрунтах площадей водосбора, в донных отложениях и гидробионтах характерных реперных площадок представлены на рис. 1 и 2.

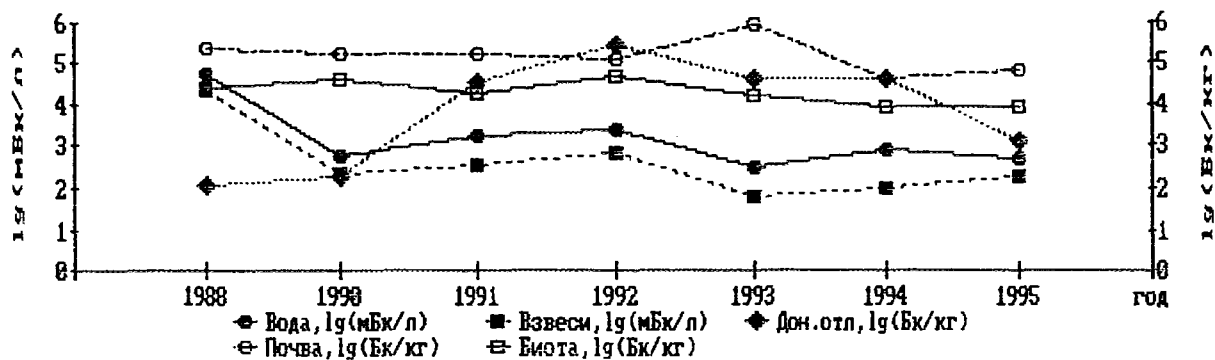
Удельная активность фильтрованных проб поверхностных вод на всех полигонах не превышала, как правило, Республиканские контрольные уровни для питьевой воды - 18,5 Бк/л по  $^{137}\text{Cs}$ . Удельное содержание  $^{90}\text{Sr}$  в фильтрованной воде рек, дренирующих наиболее загрязненные районы Гомельской области (Брагинка, Несвич) намного превышало контрольные уровни - 0,37 Бк/л. В то же время в воде р.Словечна, протекающей по загрязненной зоне, содержание  $^{90}\text{Sr}$  в воде только в отдельные годы (1994, 1995) превышало контрольные уровни. Такое явление, когда содержания  $^{90}\text{Sr}$  в воде рек, протекающих в практически одинаково загрязненной зоне, значительно отличаются от пункта к пункту, можно объяснить неординарностью гидрологического режима реки. Так, река Брагинка в устье Брагинки Нижней имеет среднегодовой расход воды - 3 м<sup>3</sup>/с. Река Несвич - 1,6 м<sup>3</sup>/с при среднем наклоне водной поверхности 0,2‰. Река Словечна имеет среднегодовой расход воды в устье 13,7 м<sup>3</sup>/с, средний наклон водной поверхности - 1,1‰. Отсюда следует, что скорость течения воды в р.Словечна немного превышает скорость течения воды в рр.Брагинка и Несвич, а расход воды приблизительно в 10 раз выше. Таким образом, имеет место ускоренный вынос поступивших в воду радионуклидов за счет большого наклона водной поверхности. Процесс поступления радионуклидов ввиду идентичности плотности загрязнения площадей водосбора примерно одинаков для рр.Брагинка, Несвич и Словечна.

Удельная активность фильтрованных проб поверхностных вод на всех полигонах рр.Сенна и Липа, как правило, не превышала Республиканские контрольные уровни для питьевой воды по  $^{137}\text{Cs}$ , и  $^{90}\text{Sr}$ . В отдельных случаях содержание  $^{90}\text{Sr}$  превышало содержание  $^{137}\text{Cs}$  в фильтрованной воде, что подтверждает более высокую подвижность первого.

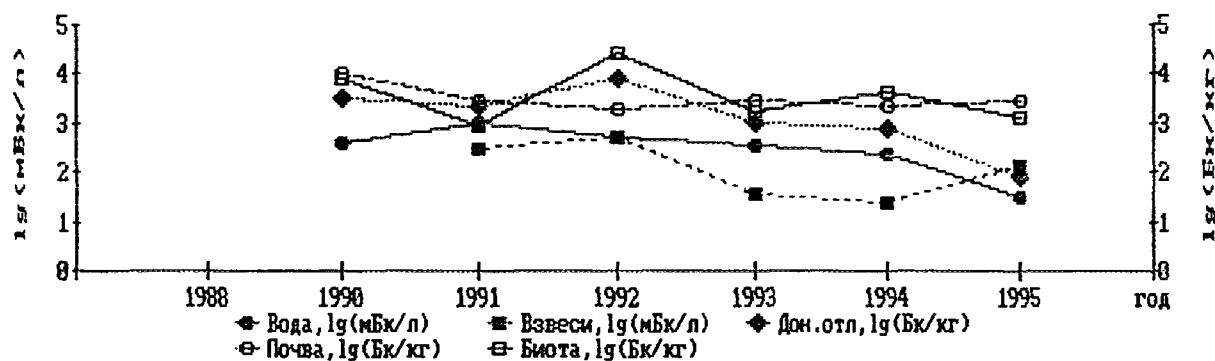
р.Сенна, вдр.Малиновка



р.Несвич, д.Кулажин



р.Словечна, д.Б.Берег



р.Сох, д.Веприн

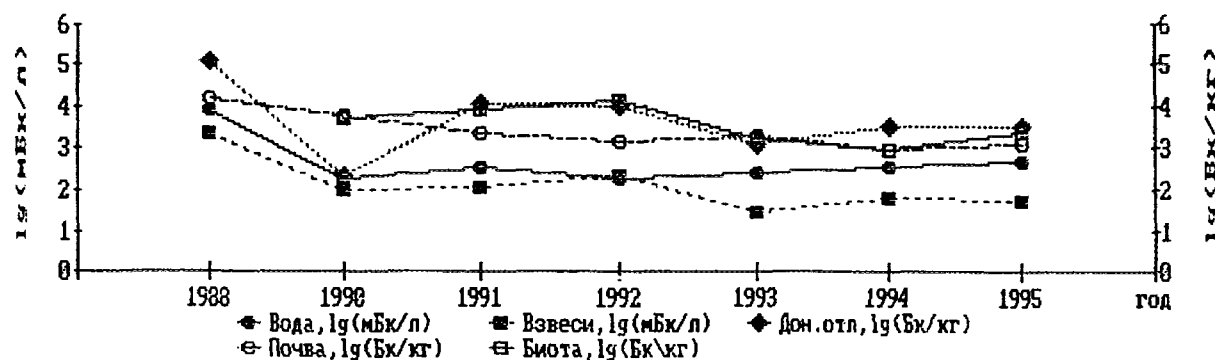


Рис. 1. Динамика содержания Cs-137 в компонентах водных систем.

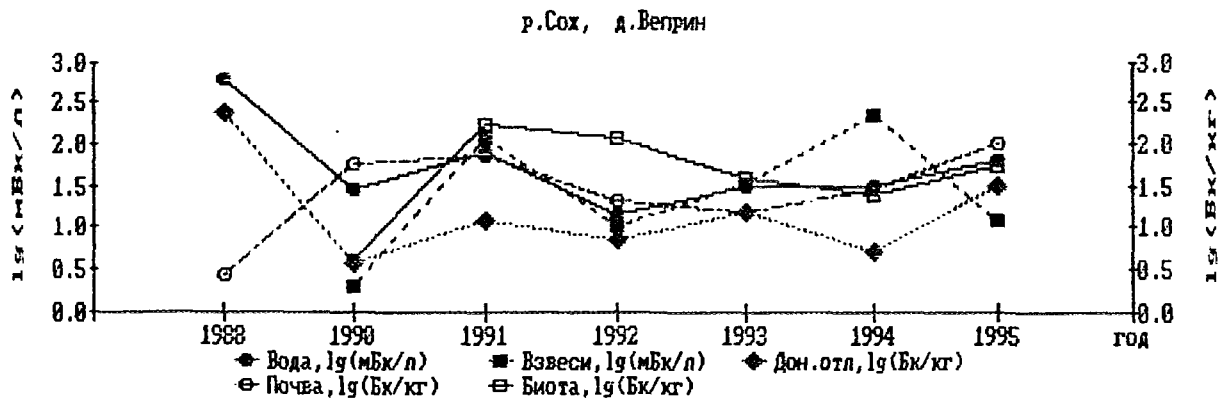
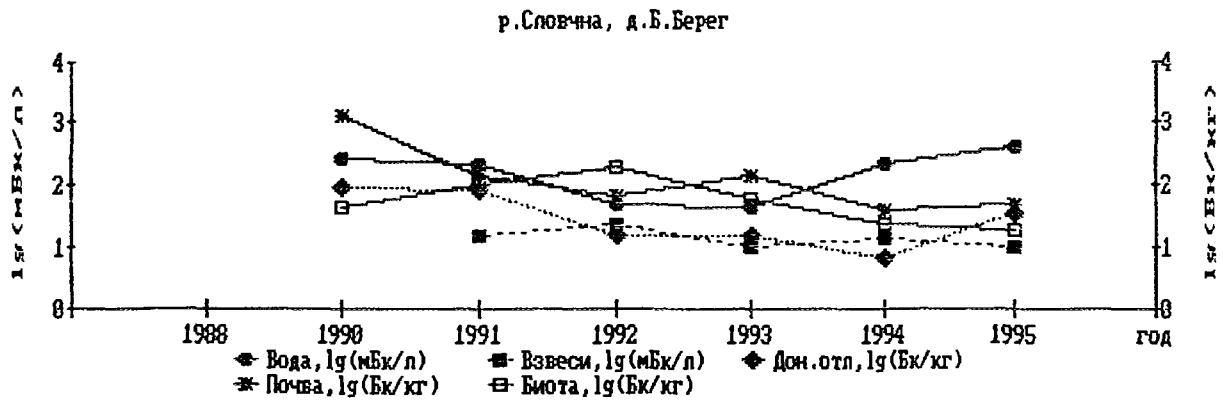
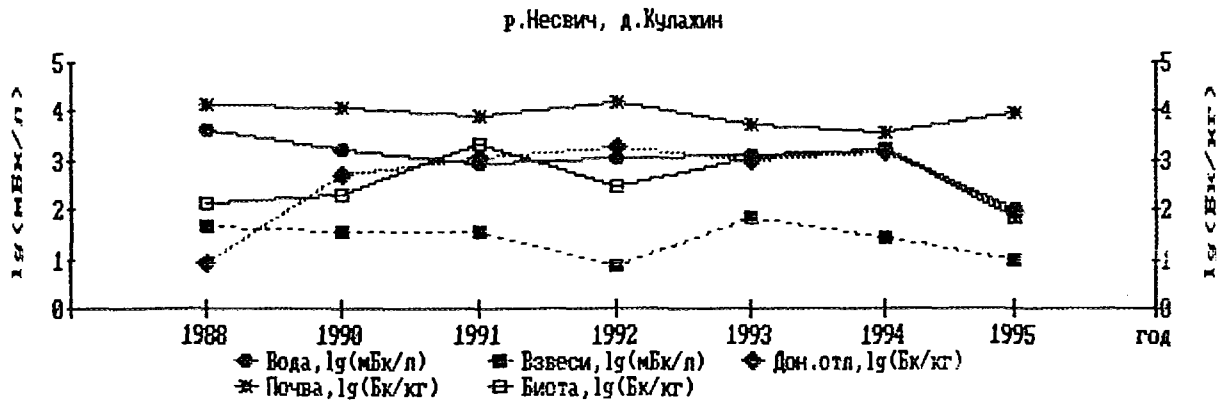
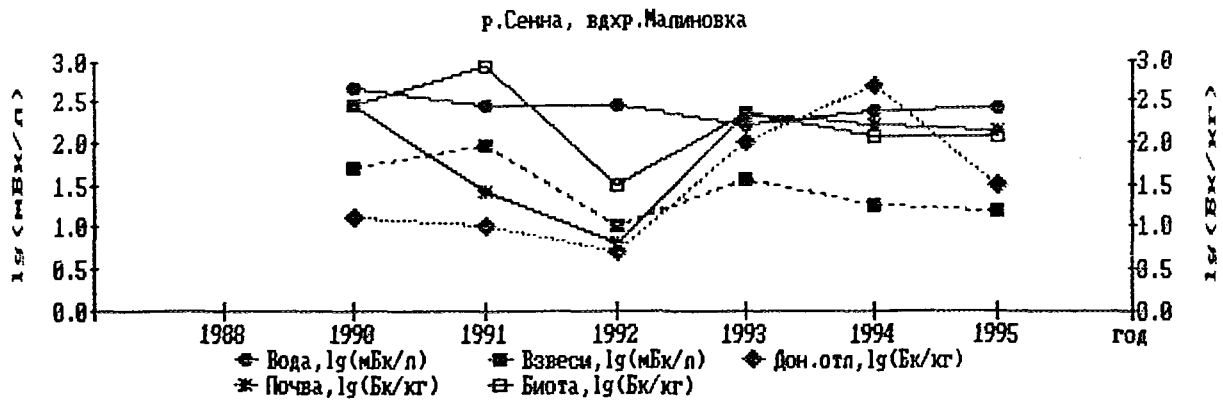


Рис. 2. Динамика содержания Sr-90 в компонентах водных систем.

Экспериментальный материал за период наблюдения свидетельствует, что изменение концентраций радиоактивных веществ в поверхностных водах малых рек не было монотонным, а их максимальные значения регистрировались в разные времена года. При этом максимальные значения концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в основном приходятся на позднеосенний и весенний периоды. Однако в периоды большого подъема воды возможно разбавление речных вод нерадиоактивной водой, что приводит к уменьшению содержания радионуклидов, а в летний, при малых выпадениях, дождей концентрация радионуклидов в воде, может превосходить концентрацию в осенне-весенний периоды. Следует отметить, что на всех контролируемых полигонах, находящихся в зоне максимального загрязнения, концентрации  $^{90}\text{Sr}$ , особенно в осенне-весенний период, часто превосходили концентрации  $^{137}\text{Cs}$  в поверхностной воде в период паводков и половодий, что, вероятно, связано с особенностями форм существования этих разных по растворимости и миграционным свойствам радионуклидов. Кроме того, в позднеосенний период происходит отмирание водной растительности и освобождение из органики в первую очередь соединений  $^{90}\text{Sr}$ .

Отношение содержаний  $^{137}\text{Cs}$  к  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностных водах большинства полигонов наблюдения непостоянно и, как правило, больше 1. В воде рр.Липа и Сенна, дренирующих загрязненные районы Могилевской области, оно было в большинстве случаев больше 1, а в реках, протекающих по наиболее загрязненным районам Гомельской области, составляло величину меньше 1. В почвогрунтах площадей водосбора отношение содержаний  $^{137}\text{Cs}$  к  $^{90}\text{Sr}$  имеет значительно большие величины, что, по-видимому, обусловлено повышением миграционной способности вновь образованных форм соединений  $^{90}\text{Sr}$  и их количественного состава по сравнению с ранее существовавшим [6].

В составе речного стока большую роль играет перенос радионуклидов на твердых взвесах. Обычно считается, что он достигает величин от 10 до 30-40% общей активности воды. В период паводков и половодий синхронно с ростом общей активности возрастает и доля активности  $^{137}\text{Cs}$  (до 70-80%), связанной с твердыми взвесами, которая чаще всего относится к фракции 0,2 мкм (глинистые минералы). Однако известны случаи, когда большая часть активности (60-70%) тяготеет к более крупным фракциям. Количество  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  на взвесах в значительной степени зависит от сезона отбора проб воды, гидрологического и видового режима водного объекта, взмученности воды и количества органики и глинистых частиц во взвешенном состоянии.

Полученные данные свидетельствуют, что уровень загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  донных отложений на 2-4 порядка выше уровня загрязнения воды. Поскольку загрязненные донные отложения постоянно мигрируют по течению водотоков и перемешиваются с влекомыми наносами и разбавляются нерадиоактивными наносами, установление точных величин накопления радионуклидов в донных отложениях водотоков затруднено.

Анализ данных показывает, что наибольший вклад в суммарную активность донных отложений обычно вносит  $^{137}\text{Cs}$  (более 80%). Однако такая пропорция наблюдается не на всех площадках наблюдения рек. Ситуация зависит от их места расположения. Имеются такие площадки наблюдения, где вклад  $^{137}\text{Cs}$  в суммарную активность ниже 50%.

Для случая, когда содержание цезия-137 превосходит содержание стронция-90 в воде проточных водоемов просматривается ряд: донные илистые отложения затонов > береговые наилки > русловые крупно- и средне-зернистые отложения. Такая закономерность объяснима с точки зрения гидрологического режима водотоков и их зарастанием водной растительностью. Как известно [4], в проточных водоемах, особенно с быстрым течением воды, основная масса водной растительности расположена у

берегов. Следовательно, именно здесь отмершая и разложившаяся растительность попадает на дно и откладывается в местах, где скорости движения воды наименьшие или в тех местах, куда слабым потоком воды уносится отмершая органика. Таким местом в реке и являются затоны и береговая кромка воды.

Анализ результатов радиоэкологического состояния водной биоты показал, что для водохранилища Малиновка (образовано запруживанием р.Сенна) Чериковского р-на Могилевской области максимальные значения удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  отмечены в июле 1991 г. для проб элодеи канадской - 377 000 и омежника водного - 241 000 Бк/кг воздушно-сухой массы. Такого же порядка величина была установлена и в апреле 1992 г. (114 700 Бк/кг) для пробы детрита ( в местах массового произрастания в летний период элодеи и айра). В последующие годы значения  $^{137}\text{Cs}$  стабилизировались на уровне  $n \times 10^3$  -  $n \times 10^4$  Бк/кг воздушно-сухой массы. Максимум содержания  $^{90}\text{Sr}$  в пробах макрофитов за весь период наблюдений был отмечен у элодеи канадской, отобранной в мае 1990 г. - 721 Бк/кг. В целом, значения  $^{90}\text{Sr}$  для проб водной растительности находятся в диапазоне величин 14 (проба частухи подорожниковой водной, июнь 1995 г.) - 721 Бк/кг. Для проб моллюсков, в основном брюхоногих, интервал удельных активностей  $^{90}\text{Sr}$  следующий: 62 (июль 1994 г.) - 357 (июль 1991 г.) Бк/кг, т.е. в более ранний период отбора этот показатель был выше.

Для затона р.Сож у д.Веприн того же района (водоем также лентического типа) удельная активность проб водной растительности по  $^{137}\text{Cs}$  не превышала значения 20 700 Бк/кг, отмеченного в пробе гидрофита осоки острой в мае 1990 г. Среди типичных гидрофитов максимальные значения содержаний  $^{137}\text{Cs}$  отмечены в пробах ряски маленькой и многокоренника - 11 100 Бк/кг и элодеи - 11 000 Бк/кг, отобранных в июле 1991 г. и в пробе детрита за апрель 1992 г. - 12 900 Бк/кг. В основном, уровень активностей  $^{137}\text{Cs}$  в пробах водной растительности находился в интервале величин  $n \times 10^2$  -  $n \times 10^3$  Бк/кг, где  $n=1-9$ . В отношении  $^{90}\text{Sr}$  среди проб макрофитов максимальное значение отмечено в пробе элодеи канадской - 402 Бк/кг (май 1993 г). Диапазон величин активностей биоты по  $^{90}\text{Sr}$  для этого полигона в период 1990-1995гг. колебался от 11 Бк/кг( корневища айра, май 1990 г.) до уже названной величины - 402 Бк/кг. Пробы брюхоногих моллюсков ( в основном живородка болотная) в отношении  $^{90}\text{Sr}$  в разные годы проявляли различную радиоактивность - от 49 Бк/кг (июль 1994 г) до 146 Бк/кг в июле 1991 г., т.е. в более ранние сроки отбора их активность была более значимой. В мае 1993 г. анализировали ихтиофауну (особи 2-х 3-х лет). В отношении стронция-90 среди трех видов (окунь речной, щука, плотва) максимальное значение отмечено для окуня - 270 Бк/кг воздушно-сухой массы.

Для р.Несвич среди 2-х реперных площадок наиболее высокие удельные активности биопроб обнаружены у д.Кулажин. Так, по цезию-137 средние значения в период 1988-94 гг. находились на уровне  $n \times 10^4$  Бк/кг, и лишь в период 1994-95 гг. они уменьшились до  $n \times 10^3$  Бк/кг. В отношении  $^{90}\text{Sr}$  интервал активностей биоты находится в пределах  $n \times 10^1$  -  $n \times 10^3$  Бк/кг.

## 5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение содержания радионуклидов Чернобыльского происхождения в основных составляющих ландшафта бассейнов малых рек ( поймах, мелиоративных системах и водохранилищах) показало, что на загрязненных территориях водосборов происходит их горизонтальная миграция в воду и в донные отложения рек, мелиорационных каналов и водохранилищ, в растительную компоненту водных биоценозов и далее по трофическим цепям. Горизонтальная миграция сопровождается перемещением радиоактивного загрязнения из почвы верхних террас речных долин, приводя к формированию вторичных ареалов загрязнения на понижениях площадей водосборов.



Основным фактором, способствующим миграции радионуклидов, является водный поток по поверхности почвы. Процесс, безусловно, зависит от химического и элементного состава вод потока, физико-химических свойств радионуклидов, гидрологических условий, типа почв водосбора и многих других параметров.

На затопляемые во время паводков и половодий поймы рек поступает с поверхностными водами в виде наилок и растворов дополнительное количество радионуклидов с вышележащих площадей водосборов. Они также поступают в результате процессов эрозии берегов каналов, рек и других водных систем.

Обобщение экспериментальных данных показало, что распределение удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  между компонентами водных систем можно расположить в следующей последовательности: водная растительность > моллюски, рыба > донные отложения > почвогрунты > вода.

Исследования подтвердили возросшую миграционную способность  $^{90}\text{Sr}$  в связи с увеличением количества его водорастворимых и обменных форм.

Активность  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях, как правило, максимальна в позднеосенний и ранневесенний периоды, а водной растительности - в летний, т.е. в пик вегетационных процессов.

В заключение следует отметить, что с точки зрения радиационной опасности водных систем доминирующая роль принадлежит гидробионтам и донным отложениям, на что необходимо обращать внимание в дальнейших научных исследованиях.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Блакітная кніга Беларусі (Водныя аб'екты Беларусі)// Мн. Бел.Энцыклапедыя. 1994. 415 С.
- [2]. Куликов Н.В., Чеботина М.Я., Любимова С.А.// Радиобиология. 1980. Т.20.№1. С. 146-148.
- [3]. Куликов Н.В., Любимова С.А., Флейшман Д.Г.// Труды Института экологии растений и животных.// АН СССР. Уральск. научн. центр. Свердловск. 1971. Вып.78. С.67-71.
- [4]. Тимофеева-Ресовская Е.А. Распределение радиоизотопов по основным компонентам пресноводных водоемов.// Труды Ин-та биологии АН СССР. Уральск. филиал. 1963. Вып.30.
- [5]. Аношко В.С., Бризгунов В.С., Акулик В.Н., Шабанов И.А. Обоснование мероприятий по охране природных вод в антропогенных ландшафтах.// Водные ресурсы Белоруссии и их охрана. Мн. БГУ.1992. 140 С.
- [6]. Войцехович О.В., Конивец В.В., Лаптев Г.В. Анализ формирования радиоактивного загрязнения Днепровской водной системы в течение пяти лет после Чернобыльской аварии // УкрНИГМИ. 1993. Вып.245. 216С.