

INIS-RU-354

RU 9303494 - RU 9303534, RU 9303555 - RU 9303562,
RU 9303756 - RU 9303803

+ RU 93A8494

47.3

364

Handwritten signatures and initials: "В.И. Вернадский", "Х.И. Шенников", "18"

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук
Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции

Институт геохимии и аналитической химии
им. В. И. Вернадского

Научный совет «Радиогеохимия Чернобыля»
при ГЕОХИ АН СССР

Б-сгавы

*87
154*

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПУТИ МИГРАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ

Тезисы докладов V Конференции

5040409
911129

г. Пущино
Декабрь 1991 г.

Р-000 - 1 - 12 № 92

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

Отделение геологии, геофизики, геохимии и горных наук
Ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского

Научный совет "Радиогеохимия Чернобыля" при ГЕОХИ АН СССР

сфави - пгвоверсу



ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПУТИ МИГРАЦИИ ИЗВЕСТНЫХ
РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ

Тезисы докладов
У Конференции



г. Пушкино
Д-кабрь 1991 г.

УДК 539.16.04; 577.391; 550.378; 550.424
550.7; 546.799.631.41; 546.799.4..631.41
631.416.8

В сборнике представлены тезисы докладов, послуживших
вопросам:

- организация и методология исследований и работ по созданию
сводных средне- и крупномасштабных радионуклидно-геохимических
и радиэкологических карт для загрязненных радионуклидами
территорий;
- типологические и пространственные особенности распределения
и закономерности миграции искусственных радионуклидов, по-
ступивших в биосферу при авариях и катастрофах на АЭС;
- формы нахождения искусственных радионуклидов в биосфере
после аварий на АЭС, в том числе в виде "горячих частиц";
- моделирование первичного поступления и вторичной миграции
радионуклидов в биосфере, долгосрочные оценки и прогноз
последствий загрязнения наземных и водных экосистем;
- методология организации и проведения радиохимического
и радиэкологического мониторинга биосферы, оценка его
эффективности при современных методах защиты водных ресур-
сов от загрязнения радионуклидами;
- новые методы и средства мониторинга радиоактивности
внешней среды.

Редакционная коллегия: Хитров Д.М. (ответственный редактор),
Новикова С.К., Линник В.Г., Новикова В.А.

"Geochemical pathways of artificial radionuclides
migration in biosphere"

Зак. № 63

Подписано к печати 16.10.91

Тираж 400

Опытн.-полиграфическое предприятие ЦНИИТЭИлеглома
Москва, ул. Вавилова, 69

СО Д Е Р Ж А Н И Е

Г. МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СВОДНЫХ СРЕДНЕ- И КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ ✓

Хитров Л.М. "Карты без границ".....	13.
Коробова Е.М., Линник В.Г., Хитров Л.М. "Назначение ландшафтно-геохимического и радиэкологического картографирования загрязненных радионуклидами территорий"..	14
Перельман А.И., Анохин А.Б., Борисенко Е.Н., Дамкина Н.В., Симонов А.Е., Сыроев А.И., Афанасьев В.А., Морозова И.А., Тентиков М.П. "Методология составления ландшафтно-геохимических карт территорий загрязненных радионуклидами (М 1:1 000 000)"......	15
Романов С.Л. "Закономерности структурной организации разномасштабных полей загрязнения в зоне аварии Чернобыльской АЭС".....	16
Гуров В.И., Керцман В.М. "Рельеф как фактор возможного перемещения радионуклидов".....	17
Галецкий Л.С., Оставненко А.И., Почтаренко В.И., Яковлев Е.А. "Результаты комплексного изучения геолого-экологических условий зоны влияния чернобыльской катастрофы на территории СССР".....	18
Славин Б.С., Стародубова А.П., Шапров С.А. "Создание радиогеохимических карт загрязненных радионуклидами территорий / на примере работ в Белоруссии".....	19
Лунашев В.К., Досева Е.И. "Крупномасштабное картирование радионуклидов в почвах городов Белоруссии".....	20
Кадацкий В.Б., Каган Л.М., Кадацкая О.В. "Закономерности распределения техногенных изотопов в радиогеохимических областях Белоруссии".....	21
Линник В.Г., Ладумов А.Ю. "Картографирование загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных территорий на примере колхоза "Комсомолец" Новозыбковского района Брянской области".....	22 -

Воробьев Г.Т., Гущанов Д.Е., Маркина З.Н.,
Новиков А.А., Волкова Н.И., Лущкова В.К.
"Радиологическая карта сельскохозяйственных земель
Брянской области на ландшафтной основе".....23 -

2. СОСТОЯНИЕ И ПУТИ МИГРАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ
В БИОСФЕРЕ

Петряев Е.П., Соколяк Г.А., Иванова Т.Г., Морозова Т.К.,
Сурмач Н.Г. "Динамика вертикальной миграции Чернобыльских
радионуклидов в почвенном покрове".....25
Агеев В.В., Шугля Н.И., Шигельский А.А. "Миграция
искусственных радионуклидов цезия и стронция в различных
типах почв Белоруссии".....26
Есакова Е.В., Калыев А.И. "Многолетняя динамика содержания
стронция-90 в почвах лесостепной зоны".....27
Есакова Е.В., Калыев А.И., Андрианова С.И. "Многолетняя
динамика содержания стронция-90 в почвах степной зоны".....28
Галушкин Б.А., Горбунов С.В., Малышев В.П. "Распределение
стронция и плутония по фракциям почвы северо-западной
части следов радиоактивных выпадений при аварии на ЧАЭС".....29
Литванен И.И., Сиеловский В.Е., Давидовский П.И. "Миграция
радионуклидов в торфяно-болотных комплексах Белоруссии".....30
Якушев Б.И., Сак М.М. "Роль корневых систем растений
в миграции радионуклидов по почвенному профилю".....31
Агалкина Г.И. "Динамика цезия-137 в почвенных растворах
лесных почв 30-км зоны ЧАЭС".....32
Новикова С.К. "Динамика миграционных форм искусственных
радионуклидов в почвах, загрязненных в результате аварии
на ЧАЭС".....33
Кудельский А.В., Шляков О.Н., Будейко И.Л. "Особенности
распределения радионуклидов загрязнения в растительности,
почвах и породах зоны аварии юго-востока Белоруссии".....34
Будкевич Т.А. "Влияние эдафического и фитоценозического
факторов на передачу радионуклидов из почвы в луговую
растительность".....36 -
Мартинюк Б.С., Сак М.М., Голушко Р.М. "Поступление
радионуклидов в древесные растения лесных фитоценозов".....37 -

Можжеенко И.Ф., Голод Д.С. "Распределение цезия-137 в главных стволах деревьев в зависимости от типов леса и режима увлажнения".....	38
Ермакова О.О. "Роль живого напочвенного покрова в миграции радионуклидов в лесных фитоценозах".....	39
Кабачникова Г.И. "Роль растений подлеска и подростка в миграции радионуклидов в лесном фитоценозе".....	40
Ратников А.Н., Лигарева Т.Л., Петров К.В., Попова Г.И. "Миграция цезия-137 в системе почва-растение сельскохозяйственных угодий областей РСФСР, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС".....	41
Санжарова Н.И., Фесенко С.В., Спиридонов С.И., Кузнецов В.К. "Динамика содержания форм в различных типах почв и накопление цезия-137 в травостое в 30-км зоне Чернобыльской АЭС".....	42
Анисимов В.С., Санжарова Н.И., Алексахин Р.М. "Динамика изменения биологической доступности цезия-137 в системе "почва-растение".....	43
Бархударов Р.М., Б.Л. Моложанова, Новикова Н.Я., Салунова Р.Н., Химич С.П., Шижкин В.Ф., Чагин Ю.А. "Динамика миграции цезия-137 и стронция-90 по пищевым цепям в некоторых районах Гомельской области в 1986-1991 гг."....	44
Рябцева Г.П., Иванушкина Н.И. "Особенности распределения и закономерности миграции стронция-90 в районе пруда-охладителя ЧАЭС".....	45
Шевченко А.Л., Рябцева Г.П. "Комплексные радиэкологические исследования в южных районах УССР, оросяемых водами р.Днепр".....	46
Паньков И.В., Волкова Е.Н. "Тенденции динамики радиоактивного загрязнения водной фауны днепровских водохранилищ, 1986-1990 гг.".....	47
Паньков И.В., Волкова Е.Н. "Транспорт радионуклидов в донные отложения при отмирании моллюсков в экосистеме Киевского водохранилища после аварии на Чернобыльской АЭС".....	48
Степалец О.В., Длгаев А.Н., Кремлякова Н.Д., Седов В.В., Фарахов И.Т., Ворисов А.П., Соловьева Г.Д. "Исследования распределения искусственных радионуклидов в экваторе"	

324

риях северного региона в 1990-91 г.г. с картированием данных на различных пространственных масштабах".....	49
Волкова Е.Н., Пальков И.В. "Облучение населения за счет потребления рыбы днепровских водохранилищ".....	51
Нифонтова М.Г. "Динамика накопления радионуклидов цезия в лишайниках и мхах Урала".....	51
Есенин А.В. "Миграция стронция-90 в трофической цепи "дерево-наскоемое" на Восточно-Уральском радиоактивном следе".....	52
Бязров Л.Г. "Пространственное распределение искусственных радионуклидов в слоевищах лишайника в зоне Чернобыльской АЭС".....	53
Покржевский А.Д. "Азот и фосфор как факторы миграции изотопов стронция и цезия в низовых цепях наземных экосистем".....	54
Пампури В.Д., Сандмиров И.В., Сандмирова Г.П., Барсукова К.В., Павлючая Ф.И., Горлченкова Т.А., Казинский И.Э. "Искусственные радионуклиды в донных осадках оз. Байкал".....	55
Ивчиладзе И.Ш., Рухадзе Н.И., Сантхладзе Т.Э. "Определение содержания радионуклидов "Чернобыля" на территории Грузии".....	56
Кривоуцкой Д.А., Риохас М.-Э. "Биоиндикация загрязнения тропических экосистем искусственными радионуклидами".....	57
Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Любкина И.Я., Соколик Г.А., Неокладнова Л.И. "Основные пути вертикального переноса радионуклидов в почвенном профиле после Чернобыльской аварии".....	58
Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Любкина И.Я., Соколик Г.А., Рубинчик С.Я. "Изменение во времени содержания радионуклидов Чернобыльских выпадений в почве".....	59
Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Рубинчик С.Я., Любкина И.Я., Соколик Г.А. "Влияние компонентов почвенного комплекса на подвижность радионуклидов цезия и стронция в почве"....	60
Петряев Е.П., Кильчицкая С.Л., Соколик Г.А. "Влияние состава гумусового вещества почвы на подвижность радионуклидов".....	61
Петряев Е.П., Лейнгва С.Л., Соколик Г.А., Данилченко Е.П.,	

Дуксин В.В. "Состав и свойства радиоактивных частиц, обнаруженных в южных районах Белоруссии".....	62
Вирченко Е.П., Агалкина Г.И. "Связь радионуклидов, выпавших в результате аварии на Чернобыльской атомной электростанции, с почвенным органическим веществом".....	63
Молоканова Е.Л., Новикова Н.Я., Салунова Р.И., Хинич С.П. "Формы нахождения цезия-137 и стронция-90 в почвах, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС".....	64
Кузнецов В.А., Коляненко В.П., Генералова В.А. "Распределение стронция-90 и цезия-137 по формам нахождения и оценка их селективных свойств".....	59
Горляченко Т.А., Павлюкья Ф.И., Каинская И.Е., Борсуков К.В., Вельянов В.В., Мисюдов Б.Ф., Ермолов А.И., Ковалева А.В. "Формы нахождения плутония и "горячих" частиц".....	66
Агаликина Г.И. "Органические соединения стронция-90 и цезия-137 в почвенных растворах лесных почв 30-км зоны ЧАЭС и их роль в доступности радионуклидов в растениях".....	67
Кудельский А.В., Будейко Н.Л., Шлаков О.Н. "Оценка вертикальной миграции подвижных форм радионуклидов с помощью сорбционных материалов".....	68
Шлаева Т.В., Хитров Л.И., Черкезли В.О. "Устойчивость "горячих частиц".....	69
Бобовникова Ц.И., Коноплев А.В., Копылова Л.П., Сиверина А.А. "Особенности поведения чернобыльских радионуклидов в системе "донные отложения - вода".....	70
Полов В.Е., Кутняков И.В., Бочкова Т.Р., Жирнов В.Г., Кочетков А.И., Шкуратова И.Г. "Особенности миграции долгоживущих радионуклидов в пойменных почвах 30-км зоны ЧАЭС".....	71
Вулгаков А.А., Коноплев А.В., Бобовникова Ц.И., Сиверина А.А., Шкуратова И.Г. "Исследование физико-химических процессов миграции и трансформации химических форм радионуклидов на водосборах 30-км зоны ЧАЭС и поймы реки Пряталь".....	72
Соболев В.И. "Некоторые данные о биогенных и хемогенных взвешях в природных водах региона ЧАЭС как факторе миграции радионуклидов".....	73

Стовбун С.В., Алимова Л.Л., Михайлов А.И., Кашкаров Л.Л. "Оценка соотношения ионо-дисперсной и агрегатной компонент -излучателей в объектах внешней среды".....	74
Азизов А.И., Копейкин В.А., Федотов В.М. "Геолого-гидрогеологические условия ближней зоны Чернобыльской АЭС и их влияние на миграцию радионуклидов".....	75
Порцовский Е.С., Гузнова Р.М., Соболева А.В., Забалуева И.Л., Хигер Х.И. "Миграция цезия-137, 134 и стронция-90 из зерна злаковых и крупяных культур в продукты его переработки, как важное звено цепочки перехода радионуклидов из почвы в организм человека".....	76 —
Василенко И.Я. "Биологическая опасность "горячих" частиц	77 —
Бичаева О.Ю., Кузнецов В.В., Легин В.К., Степанов А.В., Войцехович О.В., Канивец В.В. "Формирование полей радионуклидов при загрязнении (стронций-90, цезий-137, плутоний-239, 240) подной акватории р.Припять - р.Днепр - Киевское водохранилище после аварии на ЧАЭС".....	78 —
Бичаева О.Ю., Кузнецов В.В., Легин В.К. "Миграционное поведение ТУЭ Чернобыльских выпадений в водной системе р.Припять - р.Днепр - Киевское водохранилище".....	79 —
Бичаева О.Ю. "О роли биогенного фактора (микробиоты) в изменении миграционной подвижности радионуклидов зоны ЧАЭС".....	80
3. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БИОСФЕРЕ, ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ	
Каленчук-Ирханова А.А., Ляшнин В.С. "Комплекс алгоритмов и программы прогнозирования миграции радионуклидов в пол грунтовых вод".....	82
Карасев В.М. "Модель миграции радионуклидных в почвах на базе логнормальной функции".	83
Карасев В.М. "Ситуационная модель окружающей среды и пространственная неоднородность выпадения радионуклидов".	84
Ткаченко А.Е., Поляков В.А. "Прогноз зашкченности подземных вод водозабора г.Протвино по данным изотопных исследований".....	85 —

7

Карасев В.В., Бородин А.Н., Дубинчук В.Т. "Изучение миграции влаги и радионуклидов на площадках в районе Чернобыльской АЭС".....	86 —
Галушкин В.А., Горбунов С.В., Малышев В.П. "Содержание плутония и стронция в приземном слое атмосферы при техногенном пылеобразовании на загрязненной радионуклидами местности в районе ЧАЭС".....	87 —
Галушкин В.А., Горбунов С.В., Кунцевич А.А. "Тяжелохимические свойства аэрозолей при техногенном пылеобразовании в 30-км зоне ЧАЭС".....	88 —
Лисицин А.К., Солодов И.Н. "Гидрогеохимические методы контроля и прогноза миграции радионуклидов".....	89
Прокопеня В.А. "Лацрлафтно-техногенные предпосылки захоронения радиоактивных продуктов в условиях юго-востока Белоруссии".....	90 —
Копышев А.В., Вобовникова Ц.И. "Исследование поведения радионуклидов в природных средах после аварии на ЧАЭС как основа разработки методов оценки последствий ядерных аварий".....	91 —
Поляков В.А. "Прогноз защищенности подземных вод на основе данных о распределении изотопов окружающей среды".	92
Соколов В.В., Агаркова А.А. "Мониторинг чернобыльских радионуклидов в районе г.Плавска и ретроспективная оценка эквивалентных доз".....	93 —
Богданов А.П., Мжура Г.М., Петров В.А. "Оценка выпадений радионуклидов из атмосферы на территорию БССР в результате процессов дефляции".....	94 —
Копейкин В.А., Ляха Г.Г., Федотов В.М. "Возможности применения геохимических барьеров для очистки от радионуклидов природных вод зон Чернобыльской АЭС".....	95
Соколов В.В., Ганаси Е.Э. "Мутагенные воздействия загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами".....	96 —
МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОГО И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БИОСФЕРЫ. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА РАДИОАКТИВНОСТИ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.	
Квасникова Е.В., Стужин Е.Д., Фридман Ш.Д., Нерцман В.М., Контарович Р.С., Федоткин А.Ф. "Первичное радиэкологич-	

ческие районирования на основе данных аэрогамма-спектральной съемки и почвенного пробоотбора".....	98
Иванникова Е.В., Стукин Е.Д., Фридын Ш.Д., Козлов М.А., Контрощик Р.С. "Методические подходы к разработке схем контрольного отбора проб на территории аэрогамма-спектральной съемки".....	99
Омельяненко Б.И., Никонов Б.С., Рылов Б.И., Юдищев С.В. "Природные и искусственные геохимические барьеры на путях миграции радионуклидов в зонах захоронения РАО"...	100
Соболев В.И., Поляков В.А., Карсев Б.В., Чубаров В.И. "О результатах работ ВСЕТИГЕО по изучению региональных условий миграции радионуклидов в геологической среде и направлении дальнейших работ".....	101
Карсев Б.В., Овчаренко Е.Г., Майсодь И.Л., Костышко И.И., Натала Э.А. "Локализация миграции радионуклидов в объектах геосреды; изготовление поглощающей радиационной сорбционной емкости сорбентов".....	102
Кузнецов А.В., Орлов П.М., Мухоманурова Г.Р. "Выделение илутоний из неосолонных образцов почвы, загрязненных аварией на ЧАЭС".....	103
Гихвалов Л.И., Каштанов И.Г. "Радиогрифитические методы исследования в радиэкологических исследованиях".....	104
Дрешер М.Ш., Копейкин В.А., Федотов С.М. "Использование природных минеральных сорбентов для очистки почв от радионуклидов".....	105
Соколов В.В., Агаркова А.А. "Вторичные концентрации радионуклидов и дезактивации территории".....	106
Заячуллин И.И., Дрешер М.Ш., Копейкин В.А., Федотов С.М. "Пальгорскитовые глины как природный адсорбирующий материал радионуклидов из загрязненных почв".....	107
Бетенеков Н.Д., Денисов Е.И., Егоров Д.В., Илютова Е.Г., Недобух Т.А., Новикова С.К., Оленичева Г.Г., Хитров Л.М. "Вариант аппаратурного оформления радиохимического анализа, основанного на сорбцион. выделении микрокомпонентов, в задачах радиэкологического мониторинга".....	108
Брмаков А.И., Кремяникова Н.В. "Комплексный подход к определению содержания искусственных радионуклидов в	

объектах окружающей среды на основе экстракционно-хроматографических методов".....	109
Лукашев В.К., Лосова Е.И. "Изучение подвижности радионуклидов в ландшафтах Белоруссии".....	110 -
Галушкин Б.А., Макушкин С.Г., Савкин М.Н., Титов А.В. "Интегральные и спектрально-угловые характеристики поля гамма-излучения на местности, загрязнённой в результате аварии на ЧАЭС".....	111 -
Силантьев А.И., Шкуратова И.Г. "Возможность оценки глубинного распределения цезия-137 в почве по совместным показаниям радиометров разного типа".....	112
Ефремов А.Л. "Биологическая индикация радиационно-загрязнённых почв".....	113 -
Паликарнов Г.Г., Лазоренко Г.Е., Давыдчук В.С., Рискис И.С., Коротков А.А., Мирзоева Н.Б. "Радиологические и ландшафтно-геохимические характеристики модельного полигона в 30-км зоне ЧАЭС".....	114 -

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ И РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ
СВОДНЫХ СРЕДНЕ- И КРУПНОМАСШТАБНЫХ ЛАНДШАФТНО-
ГЕОХИМИЧЕСКИХ И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ ДЛЯ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ



КАРТЫ БЕЗ ГРАНИЦ

Л. М. Хитров

Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского

119370, г. Москва

1. Существенно длительный период поступления во внешнюю среду радионуклидов при катастрофе на ЧАЭС, смена за это время направления воздушных потоков обусловили трансграничный перенос загрязнения практически по всему Северному полушарию. Безусловно трансграничный характер носят и продолжающиеся глобальные выпадения после проводимых воздушных и наземных ядерных испытаний.

2. После того, как сформировалось загрязнение почвенно-растительного покрова, рек и водоемов, началась радиогеохимическая и биогеохимическая миграция радионуклидов. Помимо этого, перемещение радионуклидов имеет место с сельскохозяйственной (даже если уровни её загрязнения не превышают ПДК), при сезонных миграциях птиц, рыб и других животных, при миграции населения и т.п. Естественно, что масштаб этого перемещения радионуклидов - как по площади, так и по их количеству может быть очень различен (паводок на р. Припять и Днепр, перелет птиц, поставки турецкого чая и т.п.), но трансграничный характер такой миграции несомненен.

3. Разработка объективных кратко- и долгосрочных прогнозов поведения радионуклидов в загрязненных регионах не может быть выполнена только в рамках одного региона, республики (если это не РСФСР в целом). Так же, как не могут иметь государственных границ геологические, геохимические, климатические и т.п. процессы, не могут иметь границ и комплексные исследования, связанные с разработкой прогнозов и изучением миграции техногенных радионуклидов.

4. Создание средне- и крупномасштабных ландшафтно-геохимических и радиэкологических карт загрязнения территорий страны после Чернобыльской катастрофы является чисто трансграничной проблемой. Эта концепция легла в основу разработанному в ГЕОХИ АН СССР научно-техническому проекту "РАДЛАН", по которому эти работы начаты со второй половины 1991 г. на Украине, в Белоруссии, России. Безотносительно к характеру дальнейшего финансирования этих работ (из "Центра" или из республик) залогом их успеха как в практическом, так и в научном плане, является единая программа (в данном случае - Проект), единая методология, "трансграничность" сознания специалистов в организациях-соисполнителях этих работ.



578

**НАЗНАЧЕНИЕ ЛАЙЦАДНО-ГЕОХИМИЧЕСКОГО И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО
КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ ТЕРРИТОРИЙ**

Коробова Е.М., Лышник В.Г., Хитроп Л.М.

ГРХИ АН СССР, г. Москва

Лайцадно-геохимическая карта, синтезирующая данные отраслевых карт, а также экспериментальных данных по миграции элементов, отображает следующие свойства природных систем: структуру геохимических ландшафтов, условия миграции, параметры массовости по циркулирующим средам, распределение и миграцию основных радионуклидов в ландшафтах.

Радиэкологические карты предназначены для оценки экологической обстановки в регионе в связи с его загрязнением радионуклидами и включает серию карт. Их составление предполагает дальнейшее развитие концепции пороговых и допустимых концентраций радионуклидов в критических органах животных и человека и определение соответствующих им уровней содержания радионуклидов в основной сельскохозяйственной продукции (растительной, мясе, молоке).

Радиэкологические карты - это карты типологического районирования территории по уровню содержания и характеру биогеохимической миграции радиоактивных изотопов с выделением районов с различной степенью воздействия радионуклидов на живые организмы в зависимости от уровня загрязнения, условий нахождения и характера миграции радионуклидов в окружающей среде.

Дифференциация загрязненной территории по степени воздействия радионуклидов и опасности этого воздействия на живые организмы выполняется с учетом следующих факторов: 1) внешнего облучения; 2) внутреннего облучения через пищевые цепи и ингаляционное поступление; 3) нарушение естественных биогеохимических циклов миграции других биологически важных элементов; 4) усиления неблагоприятных экологических условий, вызванных другими нерадикальными загрязнителями; 5) дискомфорта населения при явлениях радиофобии.

Наличие лайцадно-геохимических карт при установленных связях миграции радионуклидов с природными усл. среды позволит при подостатке данных обеспечить корректную пространственную экстраполяцию имеющейся радиэкологической информации и дать статистически достоверный радиэкологический прогноз и рекомендации по условиям проживания и рационального использования загрязненных территорий.

4/81



БП
24

МЕТОДИКИ СОСТАВЛЕНИЯ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ КАРТ ТЕРРИТОРИИ
ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ (М 1:1 000 000)

А.И.Перельман, А.Б.Анохин, Е.П.Борисенко, Н.В.Лисакина, А.Е.Самонов,
А.И.Сисоев (ИГЕМ АН СССР, г.Москва), В.А.Афанасьев (Аэрогеология,
г.Москва), И.А.Морозова (ИМГРЭ Мингео СССР и АН СССР, г.Москва),
М.П.Тонтыков (Илим филиал Уральского центра АН СССР, г.Сыктывкар)

1. Ландшафтно-геохимические карты м 1:1 000 000 составляются в основном камеральным путем на основе данных геологических, геохимических и других карт природных условий, карт радионуклидного загрязнения, данных монографий и статей. Дополнением служат маршрутные исследования по методу "ключей" и ландшафтно-геохимического профилирования. Главной задачей полевых работ является выделение на местности геохимических барьеров и их характеристика в отношении концентрации радионуклидов.

2. Классификация геохимических ландшафтов, используемая при составлении карт основана на матричном принципе и учитывает особенности биологического круговорота атомов и водной миграции элементов. Эти особенности в свою очередь являются функцией климата, геологического строения и рельефа, а также уровня техногенеза (в том числе радионуклидного загрязнения). На картах показываются геохимические ландшафты и крупнейшие объекты техногенного загрязнения (города, турбопромышленные районы и т.д.). Обязательная записка к карте содержит характеристику каждого выделенного ландшафта.

3. Особое внимание при характеристике геохимических ландшафтов уделяется геохимическим барьерам, систематика которых также основана на матричном принципе. Прикладное значение информации о барьерах тролков: на барьерах происходит концентрация радионуклидов, создание искусственных (техногенных) барьеров, позволяет локализовать радионуклидное загрязнение, каждый геохимический ландшафт характеризуется с точки зрения имеющихся материалов для создания техногенных барьеров (природные материалы, отходы производства). Виды геохимических барьеров входят в геохимическую формулу ландшафта, которые изображаются на карте.



6772

Романов С. Л.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАЗНОМАСШТАБНЫХ ПОЛЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В ЗОНЕ АВАРИИ ЧЕРНОВЫЧСКОГО АЭС

Институт проблем использования природных ресурсов
и экологии АН БССР, г. Минск

Служебному неоднородности радиоактивного загрязнения необходимо учитывать при проведении любых исследований в пределах зоны аварии, но одновременно не меньший интерес представляет и сами закономерности структурной организации полей загрязнения. Так основной особенностью первичной структуры, созданной на протяжении 10-12 дней активной фазы аварии, является выраженная дифференциация "зоны" на область "подземельного пространства", включающую территорию в радиусе 50-60 километров непосредственно прилегающую к поврежденному реактору и "область разгрузки", простирающаяся на расстоянии 250 и более километров. Если в пределах "подземельной области" загрязнение имеет сплошной характер и однородно на значительном протяжении, то в пределах "области разгрузки" наблюдается значительно большая степень дискретности контуров при резком уменьшении их линейных размеров и более высоким уровне контрастности загрязнения. Необходимо учитывать, что поля загрязнения каждого из изотопов-загрязнителей обладает резко выраженными индивидуальными особенностями первичной структуры, а кроме того, между областями "подземельного пространства" и "разгрузки" отмечаются серьезные различия вори нахождения загрязняющих радионуклидов.

Процесс формирования первичной структуры может теоретически рассматриваться как распределение известного числа "значимых атомов" на протяжении окисированного промехути времени на точечного источника. Структура образовалась при этом полей загрязнения предопределяется служебному чередовании фаз аварии, техническими характеристиками самого реактора, особенностями глобальной атмосферной циркуляции и выпадения осадков.

Формирование вторичных структур полей загрязнения происходит на протяжении всего послевзрывного периода в рамках уже существующей структурной неоднородности под действием комплекса сложнейших миграционных процессов локального уровня, осуществляющих перераспределение веществ в системе водораздел-склон-зачемкающее понижения. Чередование областей относительного выноса и накопления в пределах такой системы закономерно предопределяется ее морфометрическими параметрами течения, как крутизна, протяженность, гранулометрический состав почвообразующих пород и общая микроструктура рельефа. При этом контрастность вторичной структуры в ряде случаев уже сейчас существенно превосходит первичный региональный уровень.

Такой образом, структура зоны аварии ЧАЭС представляет собой многокомпонентную, иерархическую, обладающую динамичной системой накопления полей загрязнения, каждое из которых в рамках свойственных ему пространственно-временных масштабов обладает признаками закономерной структурной организации, учет которой может существенно облегчить решение значительного класса научных и прикладных задач прогнозирования, средне- и крупномасштабного картирования, а также позволяет осуществлять направленный поиск радиационных аномалий, областей загрязнения грунтовых вод и территорий пригодных для хозяйственного использования.

523



РЕЛЬЕФ КАК ФАКТОР ВОЗМОЖНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ

В.Н.Гуров, В.М.Карман

Комплексная Аэрофотохимическая экспедиция ЦГО "Аэрогеология"
г. Москва

4

Существенная роль рельефа земной поверхности в ряду факторов определяющих процессы миграции и аккумуляция вещества очевидна. Данные аэрогамма-спектрометрических съемок проведенных в различных регионах (Центральный Казахстан, некоторые области Украины и Европейской части России) показывают, что, в ряде случаев, наблюдается хорошая корреляция участков относительно повышенной плотности загрязнения Cs^{137} с некоторыми аккумулятивными формами рельефа: участками выноса склонов, бессточными депрессиями (воронки, котловины), конусами выноса, фрагментами пойм рек и ручьев и другими. Имеется основания считать, что таким образом проявляется процессом вторичной аккумуляции загрязняющего агента транспортируемого жидким или сухим стоком из областей первичного осадения.

Расположение участков аккумуляции представляющих собой определенные звенья в цепи процессов миграции вещества определяется структурно-устойчивыми блоками сформированными в поле силы тяжести.

Результаты анализа данных аэрогамма-спектрометрической съемки на территории Ровенской области выполненного по методике Центра ландшафтных исследований (при ИГиС) под руководством П.А.Шарого, основанной на теории поведения вещества в гравитационном поле, а также по системе "Целевой прогноз" (авторы Э.Я.Островский, В.С.Горелик) иллюстрируют высказанные выше положения.



584

РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГОРЯЧО-ЯДЕРНОГО БЕСПЯТНОГО ПОСЛЕДСТВИЯ ЧАЭС: ВОЗДУШНО-ВОДНЫЕ ТЕХНОГЕННЫЕ КАТАСТРОФИ НА ТЕРРИТОРИИ ЧССР

Гавришак Л.С., Остапенко А.И., Пентаренко М.И.,
Бовалко Э.А., Укроекологологи, г. Киев

В результате аварии на ЧАЭС в воздушную и водную среды поступили значительные количества радионуклидов (РН) значительно: кобальт-60, цезий-137, стронций-90, плутоний-239, 240), а в основном связаны с основными долговременными эколого-экологическими последствиями катастрофы.

В ряде образцов геологической среды (ГС) также обнаружены: дило РН, в частности в ней биогосптринционно, гидрогосптринционно и атмосферно-биосферные процессы - в результате радионуклидов (РН) в водных объектах. Ученый роль ГС в доаварийном и послеаварийном радионуклидов подразделении Укроекологологи (УО "Укроекологологи", УО, УО) совместно с УО, УО, УО АН УССР в 1986-1990 г.г. был проведен широкий комплекс радионуклидовой экологической слежки водно-воздушных выбросов ЧАЭС различных масштабов с оценкой параметров распределения в основных районах Украины: РН ЧАЭС.

Основными результатами проведенных работ являются:

1. выявлено логарифмического распределения РН в дачных следах и территории республики при высокой степени неоднородности радионуклидных полей (на мета-мезо- и микроуровнях);
2. тесная связь био- и гидрогосптринности РН с геохимическими параметрами почвогрунтов, характеризующихся повышенной эвективностью для песчано-подзолистых почв ("западный след") по сравнению с черноземными ("восточный след");
3. активное влияние на увеличение гидрогосптринности РН на переувлажненных техногенной инфильтрации или радионуклидами в трещинных водозаборах, водохранилищах, родниках и др.;
4. целесообразность комплексного радионуклидового экологического картирования зоны влияния ЧАЭС как базис достоверной оценки распределения РН и др. техногенных соединений, а также мониторинга ГС и обеспечения защитных мероприятий на единой картографической основе.

СОЗДАНИЕ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИХ КАРТ ЗАГРЯЗНЕННЫХ
РАДИОУСЛОНАМИ ТЕРРИТОРИЙ /на примере работ
в Белоруссии /.

Славин Б.С., Стародубова А.П., Шаров С.А.
Геофизическая экспедиция ПО "Белорусгеология"

При построении радиогеохимических карт в Геофизической экспедиции ПО "Белорусгеология" используется система для создания и ведения геолого-экологического мониторинга. Положенная в основу построения системы концепция интегрирования традиционных для наук о Земле методов исследований с цифровым моделированием местности, позволяет:

- проводить пространственно-временной математический анализ и моделирование с использованием знаний о местности, в т.ч. о ландшафте;
- создавать тематические дигитальные карты, интерпретирующие знания о местности и запросы пользователя к ним;
- автоматизировать процесс изготовления тематических геолого-экологических карт.

Система реализована в виде двух автономных комплексов для ПЭВМ:

- изготовления цифровых моделей местности /ЦММ/ JGMaker
- географической информационной системы GEOLAND

Система изготовления ЦММ обеспечивает полуавтоматическую оцифровку топографических и географических карт в требуемом масштабе, ввод геолого-экологических данных и геологических карт с одновременной привязкой.

Географическая информационная система обеспечивает возможность административной и картографической выборки территории, изменение масштабов, формирование и вывод электронных карт местности с требуемой топографической нагрузкой и необходимыми геолого-экологическими данными.

Система дает возможность оперативного доступа к геолого-экологической информации, ее своевременному и качественному анализу, оперативному построению и проверке различных гипотез на основе этой информации.

В качестве примера приводятся результаты обработки данных радиогеохимических исследований на одном из участков территории Белоруссии.



926
-20-



КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТИРОВАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ГОРОДОВ БЕЛОРУССИИ

В. К. Лукашев, Е. И. Лосева

Институт геохимии и геофизики АН БССР, г. Минск

С 1986 г. в Лаборатории геохимии гипергенеза ИГиГ АН БССР ведется систематическое изучение распределения радионуклидов в почвах городов. Для построения карт почвы отбираются по сетке с интервалом 500 м по принятой методике с глубины 0-10 см. В настоящее время построены детальные карты распределения гамма- и бета-активностей в почвах Кобрина, Бобруйска, Мозыря, Волковыска, находящихся на разном удалении от Чернобыльской АЭС, а также определено содержание основных радионуклидов в ряде образцов.

Этими работами подтверждены сделанные ранее на примере г. Минска (Лукашев, Лосева, 1990) выводы о том, что повышенная радиоактивность в почвах городов связана в основном с речными долинами, а также с зонами запыления.

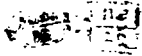
На карте распределения радионуклидов в почвах Мозыря значительная часть аномалий приурочена к оврагам, находящимся на территории города. Нужно также отметить, что гамма-активность почв Мозыря примерно на порядок выше гамма-активности почв других вышеуказанных городов.

На территории Кобрина, где меньше всего проявилось воздействие последствий аварии, имеется ряд аномалий, которые могут быть связаны как с транспортом, так и с пылевыми отходами промышленных предприятий, сорбирующими радионуклиды.

Карта распределения радионуклидов в почвах Бобруйска показывает, что наиболее высокие их содержания приурочены к восточной части города, где протекает р. Березина.

Работы по картированию радионуклидов в почвах городов Белоруссии будут продолжаться.

587



ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ИЗОТОПОВ В РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ОБЛАСТЯХ БЕЛОРУССИИ

Келадный В.Б., Каган Л.М., Калоджная О.В.

ИПНПРЭ АН БССР, г.Минск



В пределах Чернобыльской контаминации Белоруссии, являющейся по своему генезису единой геохимической провинцией, выделяются четыре области: I - Центральная, II - Юго-Западная, III - Восточная, IV - Юго-Восточная, которые помимо своих природных специфик различаются "моментом" загрязнения. Так, I область - результат воздействия "Северного" следа, II - "Западного", III - "Брянского, или Тульского" следа, IV - находилась под влиянием источника загрязнения практически в течение всего периода его деятельности.

В каждой из областей выбраны реперные точки, характеризующие основные типы элементарных ландшафтов. Измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения (Д) в реперной точке прибором СРП-68-01 сопровождалось одновременным послойным (I см) отбором почвенных образцов с последующим лабораторным определением содержания радионуклидов.

По результатам четырехлетних исследований установлена корреляционная зависимость между Д и активностью ^{137}Cs в эффективном объеме гумусового горизонта (глубина 6 см, эффективная площадь детектора); коэффициент корреляции составил 0,845. Получено уравнение регрессии $D = 8,05 A^{0,73}$, где Д измерялось в мкР/ч, А - 10^{-11} Ки.

Изучены пространственно-временные вариации отношений активностей гамма-излучающих изотопов (^{134}Cs , ^{144}Ce , ^{106}Ru) к активности ^{137}Cs . Аналогичные расчеты проводились для отношения активностей бета-излучателя ^{90}Sr и ^{137}Cs . Установлены закономерности изменения отношений активностей радионуклидов, обусловленные не только их физико-химическими свойствами, но и спецификой распространения первичных потоков техногенных нуклидов.

Полученные результаты позволяют на основании измерений мощности эквивалентной дозы в любом конкретном месте данной радиохимической области с учетом идентификации типа элементарного ландшафта оценивать активности изученных изотопов и прогнозировать тенденции изменения их отношений во времени.

БИИЛ
66

9/10

-22-

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ КОЛХОЗА "КОМСОМОЛЕЦ" НОВОЗЫБКОВСКОГО РАЙОНА
БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Г. Лыжник, А.Д. Наузов
ГЕОХИ АН СССР, МГУ, г. Москва

Для ведения сельского хозяйства на загрязненных радионуклидами территориях требуется подробная информация о пространственном распределении радиоактивных изотопов, а также данные о путях миграции радионуклидов, включая коэффициенты перехода почва-растение.

Для районов юго-запада Брянской области основное загрязнение обусловлено цезием-137. Из всех возможных миграционных потоков, в которых вовлекается цезий-137 (подный, воздушный, биогенный) в условиях сельскохозяйственного использования территории наибольшему значимости имеет разнородность биогенного переноса - накопление и вынос цезия-137 с урожаем сельскохозяйственных культур.

Для оценки загрязнения сельскохозяйственной продукции в зависимости от конкретных почвенно-агрохимических условий и плотности загрязнения цезием-137 составлен картографический банк данных, который включает информацию по отдельным полям по следующим показателям: тип угодья, его площадь, тип и механический состав почв, содержание гумуса, кислотность, сумма поглощенных оснований, плотность загрязнения цезием-137.

На основе экспериментальных и литературных данных по коэффициентам перехода были построены картографы загрязнения пшеницы и картофеля. Информация о структуре почвенного покрова снималась с ландшафтной карты. Для каждого поля были рассчитаны средневзвешенные коэффициенты перехода в выращиваемые культуры. Результаты анализа позволили на качественном уровне выявить закономерности накопления цезия-137 указанными культурами в зависимости от механического состава почв и плотности загрязнения. В частности, было выявлено, что при длинной структуре посевных площадей накопление цезия-137 в пшенице в большей степени зависит от механического состава почв, тогда как в картофеле больше определяется плотность загрязнения.

РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ
НА ЛАНДШАФТНОЙ ОСНОВЕ

Г.Т.Воробьев, Д.Е.Гучанов, З.И.Маркина, А.А.Новиков
Брянский Центр "Агрехимрадиология", г.Брянск
Н.И.Волкова, В.К.Жучкова
МГУ, г.Москва

Карта составлена на точной топографической основе масштаба 1:200 000, путем совмещения ландшафтной информации (МГУ) и радиологической съемки содержания цезия-137 в пахотных и луговых угодьях: с каждого участка паши в 20 га и более - одна осредненная проба из 40-100 индивидуальных ("Агрехимрадиология").

Выявлен генетический ряд (ландшафтная catena): эрозионно-денудационные равнины - полевья - предполесья - предполесья, левый борт ополыя одновременно рядом убывающего природного плодородия земель. Наибольшему загрязнению подверглись предполесья, далее - полевья, предполесья, ополья, эрозионно-денудационные равнины.

Земли ополей, относительно высокого плодородия, слабо загрязнены. Однако, потеря менее плодородных предполесских сельхозугодий тоже весьма ощутима, ввиду благоприятных для сельского хозяйства экологической и производственной инфраструктур предполесских ландшафтов.

Возможности миграции цезия-137 определяются конкретными ландшафтными условиями и должны изучаться в масштабах 1:50 000, 1:10 000 и крупнее (на уровне урочищ, подурочищ, фаций, соответственно функциональных связей между ними). Составленная карта позволит выбрать репрезентативные ключевые участки таких масштабов, для выявления естественной (горизонтальной и вертикальной) миграции радионуклидов, поскольку пути миграции в ландшафтах разных типов (особенно опольского и полевского) существенно различны.

Карта может служить для разработки методов искусственного блокирования поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию, мониторинга и общего прогнозирования самоочищения и (или) дополнительного загрязнения сельскохозяйственных земель.

СОСТОЯНИЕ И ПУТИ МИГРАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ
РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ

□

590

Б И
24

**ДИНАМИКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ РАДИОНУКЛИДОВ
В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ**

Петряев Е.П., Соколик Г.А., Иванова Т.Г., Морозова Т.К.,
Сурьач Н.Г.

БГУ им. В.И.Ленина, г.Минск

Проведено исследование миграционной способности чернобыльских радионуклидов (РН) с использованием сети стационаров, включающих разнообразные ландшафты и типов почв. Наблюдаемые стационары расположены в Могилевской и Гомельской областях на необработываемых участках с плотностью загрязнения 1550-4330 кБк/м² по сумме β -излучателей и 7-44 кБк/м² - по ⁹⁰Sr.

На протяжении 1987-1991 гг. проанализировано (послойно с шагом 1 см на глубину 0,5 м) около 60 почвенных разрезов с целью изучения динамики перераспределения РН в почвах разных типов (дерновых, дерново-подзолистых, торфяно-болотных). Получены данные по плотности и изотопному составу радионуклидных выпадений, некоторые закономерности миграции основных РН (¹³⁴I, ¹³⁷Cs, ¹⁰⁶Ru, ¹⁴⁴Sr, ⁹⁰Sr), оценены скоростные параметры их вертикальной миграции, составлен перспективный прогноз (на 10-50 лет) распределения РН во времени и пространстве.

Несмотря на установленную гетерогенность радиоактивного загрязнения почв исследуемых стационаров анализ поведения радионуклидов указывает на их перемещение в ряду сопряженных элементарных ландшафтов в первые послеаварийные годы. С течением времени процесс перемещения РН от водораздела к пойме затухает, о чем свидетельствует относительно устойчивое значение суммарного запаса РН в почвенном профиле. Вертикальная миграция РН, несмотря на ее малую скорость, является преобладающей по сравнению с латеральной. В большинстве стационаров основная часть РН локализуется в (0-5) см слое почвы, где они прочно связываются с органической составляющей и глинистыми минералами, высококи остаются и уровень загрязнения подстилающей поверхности. Значения коэффициентов миграции изменяются в пределах (0,4-10)·10⁻⁶ и (10-10)·10⁻⁵ см кв/с для медленного и быстрого типов переноса соответственно. Определение миграционных характеристик РН в почве позволяло оценить вклад уровней дозовых нагрузок, загрязнение сельскохозяйственной продукции, поверхностных и грунтовых вод, а также включение РН в другие биогeoхимические цепочки миграции.

Б.П.
24

5871

МИГРАЦИЯ ИСКОУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ПОЧВ БЕЛОРУССИИ

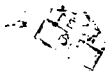
Агеев В.В., Дугля Н.Н., Шигельский А.А.

Белорусский НИИ почвоведения и агрохимии

Для изучения процессов вертикальной миграции радионуклидов цезия-137 и стронция-90 по почвенному профилю на основных почвенных разновидностях Гомельской и Могилевской областей осенью 1986 года были заложены постоянные пункты наблюдения (реперы). В Могилевской области (северный регион), где преобладают выпадения конденсационного типа, было заложено 10 постоянных точек наблюдений, а в Гомельской области (южный регион), где присутствует заметное количество топливных частиц, - 12 реперов. На месте закладки реперов производились поливы почвенный разрез, делали его подробное морфологическое описание и отбирали почвенные образцы по всем горизонтам в стандартные кольца через 5 см, а из верхних горизонтов - с интервалом в 1 см.

Полученные пятилетние данные показывают, что существенных различия в проникновении радионуклидов в нижележащие слои почвы между двумя регионами, несколько отличающимися между собой по характеру выпадений, не отмечено. Основное количество радиоцезия (66,0-98,6 %) и стронция-90 (74,4-94,1 %) в различных типах почв (дерново-подзолистых суглинистых, супесчаных и песчаных, торфяно-болотных, дерново-глебовых и подменных) находится в слое 0-4 см. Несколько более интенсивно миграция цезия-137 протекает в южном регионе, где на отдельных реперных точках в слое 4-5 см на дерново-глебовых почвах находится до 10,5-19,5 % радионуклида. Основное количество стронция-90 в северном регионе находится в слое 0-3 см и составляет 70,3-93,7 % от всего количества, а в южном регионе в слое 0-4 см (70,6-94,1 %). Содержание обменного цезия-137 в различных типах почв Белоруссии составляет от 21,7 % до 66,4 % на дерново-глебовых и торфяно-болотных, 45,4-67,7 % на дерново-подзолистых и до 90,1 % на песчаных почвах. На различных типах почв содержание обменного стронция-90 составляет 73,2-88,7 % от валового содержания данного радионуклида. Таким образом, в настоящее время на необработываемых землях практически все количество радионуклидов цезия и стронция находится в продуктивной перегнойной горизонте.

592



МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ $^{90}\text{S}_2$ В ПОЧВАХ ЛЕСО-СТЕПНОЙ ЗОНЫ

БСАКОВА Е.В., ИВЛИЕВ А.И.
ГЕОХИ АН СССР, МОСКВА

Для изучения многолетней динамики содержания и распределения $^{90}\text{S}_2$ в почвах лесостепной зоны в 1990 году были отобраны образцы почв по реперным разрезам в Белгородской области в заповеднике "Лес на Ворскле", где проводились аналогичные исследования в предыдущие годы. Результаты исследований приведены в таблице.

Содержание $^{90}\text{S}_2$ в почвах лесостепной зоны

Почва	$^{90}\text{S}_2$ Бк/м ²		
	1963	1971	1990
Темно-серая лесная суглинистая	2	3	28
Светло-серая лесная супесчаная	I	1,5	9
Луговая пойменная тяжелоуглинистая	I	2	II

1963, 1971 г.г. данные Э.Б. Горюкановой

Полученные данные свидетельствуют о повышении содержания $^{90}\text{S}_2$ в почвах в 5-10 раз в зависимости от типа почв, что связано с поступлением радионуклида вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. При этом в лесных почвах увеличение содержания выражено более контрастно и составляет 8-10 раз. В пойменных почвах концентрация радионуклида повысилась несколько ниже - в 6 раз. При этом до 90% активности сосредоточено в верхних 5 см.

Распределение содержания радионуклида по профилю почв в отдельных типах изменилось по-разному. Так, если в начале 70-х годов в темно-серой лесной почве глубина проникновения радиостронция составляла 70 см, то в настоящее время $^{90}\text{S}_2$ обнаруживается лишь до глубины 30 см, что соответствует его распределению в начале 60-х годов. В светло-серой лесной почве под сосновым лесом, отличающейся более легким механическим составом, глубина проникновения радионуклида выросла на 10 см и достигает 30 см. В пойменной почве глубина проникновения $^{90}\text{S}_2$ также как и в темно-серой лесной почве сократилась - с 75 до 40 см, что соответствует распределению радионуклида по профилю почвы в начале 60-х годов.



593
-28-

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ $^{90}\text{S}_2$ В ПОЧВАХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

САКОВА Е.В., ИШКЕВ А.И., АНДРИАНОВА С.И.

ИТЭЛЖИ АН СССР, МОСКВА

Для исследования многолетней динамики содержания $^{90}\text{S}_2$ в почвах степной зоны были проанализированы образцы из реперных разрезов в Центральном Черноземном заповеднике Курской области. Изучены следующие типы почв: типичный чернозем под косой типчковой степью, мощный выделоченный чернозем под дубравой и лугово-черноземная почва степного биодда со широко-разнотравной растительностью. Результаты исследований приведены в таблице.

Содержание $^{90}\text{S}_2$ в почвах степной зоны

Почва	$^{90}\text{S}_2$ Бк/м ²		1971	1990
	1961	1963		
Типичный мощный чернозем	I	2	3	64
Мощный выделоченный чернозем	I	I	I	37
Лугово-черноземная почва	I	2	-	60

1961, 1963, 1971 г.г. данные Э.Б.Торжановой

Результаты исследований выявили резкое повышение содержания $^{90}\text{S}_2$ в 20-30 раз, что обусловлено прежде всего последствием аварии на Чернобыльской АЭС, а также вероятно, влиянием Курской АЭС. При этом соотношение содержания радионуклида в различных типах почв не изменилось. Так, почвы открытых степных участков по-прежнему отличаются более высоким содержанием изотопа S_2 по сравнению с почвами лесных участков. В лесной зоне наблюдается обратная картина распределения радионуклида. Более 90% $^{90}\text{S}_2$ сосредоточено в верхних 5 см, и более 50% в слое 0-2 см.

Рассматривая динамику распределения $^{90}\text{S}_2$ по глубине, отмечается сокращение глубины проникновения радионуклида во всех изученных типах почв. Так, практически весь радиостронций сосредоточен в верхних 30 см. И только в лугово-черноземной почве в связи с более интенсивным характером увлажнения наблюдается проникновение $^{90}\text{S}_2$ на большую глубину - до 40 см.

584



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРОНЦИЯ И ПЛУТОНИЯ ПО ФРАКЦИЯМ
ПОЧВЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО СЛЕДА РАДИОАКТИВНЫХ
ВЫПАДЕНИЙ ПРИ АВАРИИ НА ЧАЭС

Галушкин В. А., Горбунов С. В., Мальшев В. П.
Войсковая часть 52609

Проведены исследования проб почвы на выбранной экспериментальной площадке в ближней зоне на северо-западном следе радиоактивных выпадений.

Из проб выделялись методами гранулометрии фракции с размерами частиц менее 1, 1-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50 мкм. Результаты разделения проб на фракции контролировались методом оптической микроскопии с использованием микроскопа МЕН-15-1. Анализ фотографий выделенных фракций с увеличением 100-1000 показывал, что использование гранулометрических методов дает хорошие результаты по разделению проб почвы на фракции в выбранном диапазоне. Из каждой фракции радиохимическими методами выделялись стронций-90, плутоний-239 и плутоний-239,240.

Получены распределения частиц пылеобразующих фракций по активности и массам в зависимости от их размеров. Приводятся гистограммы и кривые плотности распределения, позволяющие определять параметры закона распределения частиц.

БП
2А

585

МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ТОРФЯНО-БОЛОТНЫХ
КОМПЛЕКСАХ БЕЛОРУССИИ

БЭИ
80

Иванов И.И., Смеловский В.Е., Давыдовский П.Н.
ИПИПЭ АН БССР, г. Минск

Исследование динамики миграции радионуклидов в торфяно-болотных комплексах Белоруссии Институт проблем использования природных ресурсов и экологии АН БССР проводит с мая 1986 года. Один из объектов наблюдений расположен в тридцатикилометровой зоне у деревни Погонное Хойникского района Гомельской области (21 километр от Чернобыльской АЭС).

Выполненные исследования показали, что миграционные процессы в торфяной залежи протекают значительно медленнее, чем в песчаных почвах. За период наблюдений с 1986 по 1991 г. проникновение радиоактивных изотопов цезия, рутения, церия и стронция в глубину торфяной залежи, которая после аварии на ЧАЭС не использовалась в качестве сельскохозяйственных угодий, не превысило 20 см. За это время радиоактивность торфяной почвы в пахотном горизонте (20 см) снизилась в 30 раз. Радиоактивность почвы главным образом определяют цезий-137 и стронций-90. Из γ -излучающих радионуклидов незначительный вклад вносят цезий-134, церий-144 и рутений-106. Короткоживущие радиоактивные изотопы, такие как йод-131, лантан-140, ниобий-95 и др., присутствовавшие в торфе в мае 1986 г., в настоящее время не обнаруживаются.

Динамика миграции радиоактивного вещества в глубину торфяной почвы следующая: в 1986 г. 97% активности в пахотном горизонте приходилось на верхний пятисантиметровый слой и только 3% на нижележащие 15 см; в 1990 г. в пятисантиметровом слое содержалось 92% радиоактивного вещества, в слое от 5 до 10 см - 4,8% и в слое от 10 до 20 см - 3% (в т.ч. 58% активности приходилось на самый верхний двухсантиметровый слой). В июле 1991 г. основная часть изотопов локализуется в слое от 2 до 4 см.

На основании учета естественного распада и динамики миграции радионуклидов составлен предварительный прогноз поведения радиоизотопов в торфяно-болотных комплексах на продолжительный период, свидетельствующий об их медленном самоочищении.

586



РОЛЬ КОРНЕВЫХ СИСТЕМ РАСТЕНИЙ В МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ
ПО ПОЧВЕННОМУ ПРОФИЛЮ

Якушев Б.Н., Сак М.М.

Институт экспериментальной ботаники АН БССР, г. Минск

Миграция радионуклидов в природно-растительных комплексах находится под большим влиянием растительности.

Было замечено, что удельная радиоактивность слоя почвы 0-5 см (Ки/кг) в естественных фитоценозах, загрязненных радионуклидами ЧАЭС, и удельная радиоактивность ассимилируемых органов растений, в том числе и древесных пород, — величины одного порядка. За один вегетационный период радионуклиды преодолевают по тканям растений десятки метров. В то же время наши исследования и наблюдения многих авторов показывают, что скорость миграции радионуклидов в почве под влиянием нисходящих токов влаги измеряется сантиметрами в год.

В растениях существует два противоположных потока веществ — это ксилемный и флоэмный. Ксилемный поток восходящий, обеспечивающий снабжение растений водой и элементами питания, а флоэмный поток нисходящий, по которому осуществляется отток ассимилятов ко всем органам растений.

Исследованиями показано, что эти два потока веществ равноценны по перераспределению радионуклидов в растении.

Большое количество ассимилятов этим путем поступает в корни растений, в том числе и глубокие. Таким образом, вся корневая система растений (не только находящаяся в слое почвы 0-5 см) оказывается насыщенной радионуклидами. Поэтому корни в глубоких слоях имеют удельную радиоактивность на 1-2 порядка выше, чем окружающая их почва.

Установлено, что корневые системы способны поглощать радионуклиды из воды с наибольшей их концентрацией, а в зонах с низкой концентрацией радионуклидов и там, где они отсутствуют, радиоактивные катионы выделяются через корни в окружающую среду. Этим корневые системы опосредуют закачивание радионуклидов в глубь почвенного профиля. Выделительная функция корневых систем — это нормальный физиологический процесс.

ДИНАМИКА ^{137}Cs В ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРАХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ 30-км ЗОНЫ ЧАЭС

Агапкина Г.И.

МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Анализ динамики (1987-1991 гг.) относительного содержания ^{137}Cs в жидкой фазе (α - доля радионуклида в почвенном растворе от общего содержания в почве) лесных почв разных участков 30-км зоны ЧАЭС показывает, что через год после аварии наблюдалась существенная дифференциация значений α по почвенному профилю ($\text{л} \cdot \text{г}^{-1} \cdot 10^{-2} - \text{л} \%$). Обнаружены существенные различия в величине и характере изменения α по профилю почвы между разными участками, что объясняется неодинаковой дисперсностью и растворимостью выпадавших частиц, а также различиями в свойствах почвы. Однако значение α в расчете на весь загрязненный слой почвы ($\alpha_{\text{ср.}}$) для разных участков варьировало в сравнительно узком диапазоне ($3 \cdot 10^{-1} - 2 \%$) и уменьшалось с ростом плотности загрязнения участка. Через 5 лет после аварии различия между участками в величине α и характере ее изменения по почвенному профилю сгладились. Там, критичность различий по участкам в величине $\alpha_{\text{ср.}}$ снизилась от 7 до 3 раз. Изменение с течением времени значения α на разных участках определяется соотношением двух процессов: переходом ^{137}Cs из частиц первичных выпадений в растворимые формы с последующей миграцией по профилю почвы и закреплением радионуклида твердой фазой почвы в нижележащих горизонтах. К 1988 г. на участках, расположенных вблизи от источника загрязнения, где выпадения были представлены "крупными" годичными частицами, в результате выщелачивания из первичных выпадений наблюдался переход значительной части ^{137}Cs в подвижные водорастворимые формы, которые мигрировали по почвенному профилю. Поэтому относительное содержание радионуклида на глубине 4-10 см повысилось (до 20 раз). В последующие годы величина α для данного горизонта постепенно снижалась, однако сохраняла более высокие значения по сравнению с 1987 г. На отдаленных участках с большей дисперсностью первичных выпадений и лучшей их растворимостью величина α на глубине 4-10 см к 1988 г. несколько повысилась, но в последующий период наблюдалось ее сильное понижение (до 10 раз по сравнению с 1987 г.). Однако для всех участков 30-км зоны независимо от характера первичных выпадений величина $\alpha_{\text{ср.}}$ с 1987 г. по 1991 г. уменьшилась в 3-5 раз, что указывает на доминирование процесса закрепления ^{137}Cs твердой фазой почвы.

598

-33-

БП
24

Г. 1990
67

**ДИНАМИКА МИГРАЦИОННЫХ ФОРМ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ,
ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

С. К. Новикова

Институт геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского АН СССР,
г. Москва

Изучение миграционных характеристик искусственных радионуклидов в почвах является основой прогнозирования их доступности для усвоения растениями, выбора возможных контрмер эффективности снижения поступления радионуклидов в сельскохозяйственные культуры.

Исследовалась динамика миграционных форм цезия-134, 137, церия-144 и рутения-106 в 1988-90 г.г. в различных почвах трех типов радиоактивного загрязнения: растворимость в различных средах, способность к обменным реакциям, распределение по почвенным фракциям, скорость перемещения по профилю.

При сохраняющемся преобладании суммарной активности в верхнем 0-1 (2) см слое почвы основной дозообразующий радионуклид цезий-137 составляет 60-100 % от общей активности. При этом 10-15 % концентрации приходится на обменную и 55-75 % на подвижную формы в зависимости от типа почв, вида загрязнения, и соотношения его миграционных форм в большинстве проб практически не меняется с глубиной.

К 1990 г. подвижность радионуклидов цезия, церия и рутения возросла, что свидетельствует об их выщелачивании почвенными растворами из топливных частиц. Ультрафильтрация при десорбции исследованных радионуклидов из почв через ядерные фильтры показала наличие в растворах мелкодисперсных твердых частиц размером менее 5 мкм.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В РАСТИ-
ТЕЛЬНОСТИ, ПОЩАХ И ПОРОДАХ ЗОНЫ АЭРАЦИИ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛОРУССИИ

Кудельский А.В., Шапов О.Н., Будойко Н.Д.

ИГиГ АН БССР, г.Минск.

Анализ распределения рутения-106, цезия-134 и 137 , церия-144 и стронция-90 в природных объектах показывает, что максимальные концентрации радионуклидов связаны с приповерхностным слоем (0-1 см) почвы. Сопоставление содержания радионуклидов в природных объектах с фиксированной площади указывает на повышенную миграционную способность рутения-106 и церия-144. Так, в растительности содержание рутения-106 изменяется от 1,6 до 21,7% такового в приповерхностном слое почвы. Следует отметить более интенсивное его накопление в разнотравье поймы р.Сож (3%) по сравнению с поймой р.Припять (1,6%). На склонах речной террасы (г.Ветка) и в пределах восточной запялины (д.Заводок) его содержание составляет соответственно 4,4 и 8%. На меллирированных территориях юга Белоруссии (Брагинская малоратявная система) содержание рутения-106 достигает 21,7%, а во мху и опале хвойных деревьев на террасе р.Припять (д.Тульговичи) — 27,5% от его содержания в приповерхностном слое почвы.

Поступление церия-144 в растительность характеризуется равномерностью для всех пунктов наблюдений (4,4-5,6%). На Брагинской меллирированной системе его содержание достигает 9,4%, а во мху и опале хвойных деревьев — 101,5% от такового в приповерхностном слое почвы.

Аналогично описанному и распределение содержания цезия-134 и 137 в растительности. Оно изменяется соответственно от 0,6 и 0,8 до 2 и 2,4% от их содержания в приповерхностном слое почвы. В пределах Брагинской малоратявной системы их содержание повышается до 3,2 и 4,4%. Мох и опад хвойных деревьев на надпойменной террасе содержит указанные радионуклиды в количестве 14,9 и 22,4%.

Распределение радионуклидов в породах зоны аэрации обусловлено ее строением. Так, в торфяниках поймы р.Сож (д.Веприн) на глубине 5 см рутения-106 содержится 5,3% от его содержания в верхнем почвенном слое, а на глубинах 10, 20 и 50 см относительно его содержания соответственно 14,9, 16,6 и 10,6%, что, вероятно, обусловлено наличием в торфяниках на глубине 20 см гидроксид железа. В пе-

счанных разрезах склона террасы и бессточной западины содержание рутения-106 изменяется соответственно в пределах: 8,5, 12,8, 9,1 и 2,5 и 13,2, 4,4, 3,2 и 2%. На пойме р.Припять (д.Тулговичи) отмечено постепенное снижение его содержания с глубиной (5,4, 3,5, 1,4 и 1,7%). Несколько иное его распределение фиксируется на террасе р.Припять (5, 8,4, 17,3 и 6,9%), что обусловлено характером водного режима территории. В торфяниках Брагинской малоразвитой системы рутения-106 на глубине 5 см содержится 40,7% от такового в приповерхностном слое почвы. С глубиной его содержание снижается (16,9, 11,6 и 4,4%).

В пределах поймы р.Сож до глубины 50 см содержание церий-144 изменяется незначительно (7,8, 7,1, 6,8 и 6,9%). В песчаных разрезах склона террасы (г.Ветка) и бессточной западины (д.Заводок) на глубине 5 см его содержание составляет соответственно 28 и 31,6% от такового в верхнем слое почвы. С глубиной же отмечается снижение его содержания (соответственно 12, 10,7, 8 и 6,8, 4,4 и 2,6%). На пойме и террасе р.Припять отмечено различие его содержания, вероятно, обусловленное обводненностью пород и характером водного режима (соответственно 13,9, 7, 6,6 и 8,4 и 23,5, 17,3, 20,4 и 21,8%). На мелкоразвитых торфяниках Брагинской малоразвитой системы на глубинах 5 и 10 см содержание церий-144 составляет соответственно 15,3 и 12,3%, а на глубинах 20 и 50 см — 2,8 и 2,6%.

Содержание цезия-134 и 137 в вертикальном разрезе всех пунктов наблюдений изменяется незначительно. В песчаных разрезах склона террасы и бессточной западины на глубине 5 см оно достигает соответственно 4,9 и 4,6%, снижаясь с глубиной до 0,2 и 0,1%.

Стронций-90 зафиксирован на глубинах до 50 см, где его содержание составляет 0,2-0,4% от такового в приповерхностном слое почвы. В торфяных почвах поймы р.Сож и Брагинской малоразвитой системы до 90-95% стронция-90 содержится в верхнем 5 см слое почвы. С глубиной его содержание снижается. В песчаных разрезах склона террасы и бессточной западины на глубине 5 см содержание радиоцезия составляет соответственно 12,7 и 20,2% от такового в приповерхностном слое почвы. К глубине 50 см оно снижается до 0,2%.

**ВЛИЯНИЕ ЭДАФИЧЕСКОГО И ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОГО ФАКТОРОВ НА ПЕРЕ-
НОС РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ПЕЧВЫ В ЛУГОВУЮ РАСТИТЕЛЬНОСТЬ**

Будкевич Т.А.

ИЗБ им. В.Ф.Купрэвича АН БССР, г. Минск

Проведен анализ массива данных по миграции радионуклидов (РНД) из почвы в луговую растительность за период 1986-1990 гг. на 15 пробных площадях (ПП), заложенных в Брестской, Гомельской, Могилевской и Минской областях. Начиная с вегетационного сезона 1987 г. уровень инкорпорации РНД в луговые растения определялся, в основном, корневым поглощением и вследствие этого на первый план выдвинулись такие факторы как механический состав почвы и ее водно-физические свойства, элементный состав, количество и формы нахождения долгоживущих излучателей в почве, эколого-физиологические характеристики растений (скорректированные на комплекс вышеуказанных абиотических факторов и структуру и динамику самого лугового фитоценоза).

Сопряженный анализ динамики РНД в почве и растениях показал, что начиная с весны 1987 г. на ПП, заложенных на торфяно-глеевой и перегнойно-глеевой почвах, наблюдалось последовательное снижение порехода РНД в луговые травы, причем уровень удельной гаммаактивности 10^{-8} достигался у отдельных доминантов уже в 1988-1989 гг. В то же время на дерново-глееватой супесчаной и дерново-подзолистой песчаной почвах, характеризующихся высокими значениями pH, отмечая значительная подвижность РНД - до 1991 г. удельная активность растительности луговых ценозов составляла $10^{-7}-10^{-6}$ Ки/кг. В условиях гидроморфной дерново-перегнойно-глеевой почвы растительность пойменного луга, за исключением единичных видов, до настоящего времени также сохраняет высокий уровень гаммаактивности ($10^{-6}-10^{-5}$ Ки/кг).

Учитывая существенную роль эдафического фактора в миграции РНД в системе почва-луговая фитоценоз, значение структуры фитоценоза исследовали путем систематизации данных удельной радиоактивности растений, объединяя их в пределах родов и семейств в группы по сходным местообитаниям. Эти группы использовали для расчета коэффициентов накопления РНД растениями различной систематической принадлежности и определения корреляции этого процесса с уровнем РНД в почве.

ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ДРЕВЕСНЫЕ РАСТЕНИЯ ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Б.С.Мартинювич, М.М.Сак, Р.М.Голушко

Институт экспериментальной ботаники АН БССР, г.Минск

Проведено исследование динамики поступления, накопления, распределения и миграции радионуклидов в почвенно-растительном покрове лесных фитоценозов БССР в условиях различных уровней радиоактивного загрязнения почв, вызванного аварией на ЧАЭС.

Установлены определенные закономерности в поглощении, накоплении и воздействии радионуклидов Чернобыльской АЭС на древесные растения в зависимости от их видовой принадлежности, условий местопроизрастания и уровня радиоактивного загрязнения территорий. Определены коэффициенты перехода радионуклидов в системе почва-растение.

Показано, что наибольшая часть радионуклидов, поступающих в древесные растения из почвы корневым путем концентрируется в их фотосинтезирующих органах. Наблюдается прямая зависимость между поступлением радионуклидов в древесные растения и плотностью загрязнения почв. При этом размеры поступления радиоактивных изотопов в различные виды растений во многом определяются их индивидуальными биологическими особенностями. Отмечено, что из важнейших долгоживущих продуктов деления через корневые системы в надземную часть растений в наибольших количествах поступают цезий-137 и 134, несколько меньше - стронций-90 и другие радиоактивные элементы (церий, плутоний, рутений и др.). Установленные закономерности в поглощении и накоплении исследуемыми растениями биологически важных элементов (кальция и калия) справедливы и для радиоактивных изотопов (стронций-90 и цезия-137 и 134). Больше всего накапливают радиоактивный цезий и стронций лиственные древесные породы (осина, береза, дуб), значительно меньше (в 2,5 раза) - хвойные (сосна). Древесные породы отличаются кумулятивным типом накопления радионуклидов. Содержание радиоактивных веществ в их надземной массе часто превышает концентрации их в почве.

На основании проведенных исследований поступления и концентрации радионуклидов в различных органах растений обоснованы предложения по использованию растительных ресурсов в условиях радиоактивного загрязнения почв.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ТКАНЯХ СТЕЛОВ ДЕРЕВЬЕВ
И ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПОВ ЛЕСА И РЕЖИМА УВЛАЖНЕНИЯ

Мокшенико И.Ф., Голод Д.С.

Институт экспериментальной ботаники АН БССР, г. Минск

Проблема изучения миграции радионуклидов в лесных фитоценозах и распределения их в тканях стволов деревьев различных видов представляет большой не только научный, но и практический интерес. Только на территории Белоруссии в зонах радиоактивного загрязнения находится около 1,71 млн. га (56,8%) лесных насаждений в запасах древесины свыше 210 млн. га³, в том числе более 4,5 млн. м³ эксплуатационного.

Установлено, что радионуклид цезия-137 в настоящее время преобладает в стволовой древесине. Начиная с 1986 г., исследования проводились в насаждениях, формирующихся на почвах с различной плотностью их радиоактивного загрязнения. В этом сообщении представлены данные по содержанию радионуклида цезия-137 в различных структурных компонентах древесного ствола (кора, луб, центральная и периферическая древесины). Исследовались основные лесобразующие породы (сосна обыкновенная, ель европейская, береза повислая) с плотностью почвенного загрязнения 1 Ки/км² в условиях Минской возвышенности (Логойский лесхоз). Для этого были подобраны два участка сосново-елового древостоя в возрасте 90-110 лет с примесью березы 60-70 лет при уровне грунтовых вод в мае 25 см (ельник приручно-травяной) и 250 см (ельник чернично-лиственный) на супесчаной почве, подстилаемой тяжелым суглинком.

Показана четкая закономерность по миграции и аккумуляции радионуклида в тканях стволов деревьев исследуемых древесных пород, произрастающих в гидроморфных условиях по сравнению с автоморфными. Причем увеличение радионуклида в коре ели, сосны, березы составило соответственно 10, 11, 13%, а в лубе - 18, 24 и 22%. Характерным является и то, что луб деревьев по сравнению с корой в условиях значительного увлажнения накапливает радионуклида больше, а в условиях с более глубоким залеганием УГВ, наоборот - большее количество цезия-137 в коре, чем в лубе, что, видимо, связано с более интенсивным перемещением по флоэме (из луба в кору) водорастворенной формы радионуклида. Древесина данных пород практически чистая от цезия ($1 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг) и лишь в отдельных случаях в периферической древесине его содержание достигало $3,3 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг. Установлено, что аккумуляция радионуклида в ксилеме сосны меньшая, чем у ели и березы.

РОЛЬ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕСНЫХ ФИТОЦЕНОЗАХ

Ермакова О.О.

Институт экспериментальной ботаники АН БССР, г. Минск

В результате аварии на Чернобыльской АЭС произошло загрязнение значительных территорий Белоруссии радионуклидами рутения, цезия, цезия, широкония, ниобия, сурьмы и др. В больших количествах выпали также стронций-90 и изотопы плутония. Как показали наши исследования основное количество радионуклидов сосредоточено в 0-5см почве.

Исследовано накопление радионуклидов у 90 видов растений живого напочвенного покрова, относящихся к различным систематическим группам: плаунам, хвощам, папоротникам, мхам. Высшие сосудистые растения представлены 85 видами, относящимся к 26 семействам. Сосняки, борозняки, дубравы и ольшаники, в которых отбирались пробы растений живого напочвенного покрова, отличаются по плотности загрязнения почвы от 10 до 250 Ки/км². Контролем служили пробные площади с плотностью загрязнения не выше 0,7 Ки/км², т.е. естественного фона.

Удельная радиоактивность растений живого напочвенного покрова имеет видовую специфику. Мхи и папоротники обладают наибольшей способностью поглощения радионуклидов из среды обитания независимо от места обитания. Растения из семейства лилейных в сосняках накапливают радионуклидов больше, чем в дубравах независимо от вида. Черника и голубика в сосновых ценозах больше содержат цезия-137, чем в других типах леса. При загрязнении почвы цезием-137 до 10 Ки/км² брусника накапливает в 10 раз меньше этого элемента, чем черника. Коэффициенты накопления радионуклидов указывают на долю участия основных систематических групп растительности в круговороте радиоактивных элементов в лесных фитоценозах. По степени уменьшения коэффициентов накопления изученные виды можно расположить в следующем порядке - лилейники, мхи, грибы, папоротники, плауны, вересковые, гречишные, кисличные, брусничные, норичниковые, розоцветные, сложноцветные, лилейные, злаковые. Находимые нами коэффициенты корреляции между содержанием радионуклидов в растениях различных систематических групп и почве показывают, что они наиболее высоки у папоротников $r = -0,733$, коноплевых $r = -0,864$, гераниевых $r = -0,868$, зонтичных $r = -0,992$, грушанковых: $r = -0,903$, марьяновых $r = -0,996$.

РОЛЬ РАСТЕНИЙ ПОДЛЕСКА И ПОДРОСТА В МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛЕСНОМ ФИТОЦЕНОЗЕ

Г.И.Кабашникова

Институт экспериментальной ботаники АН БССР, г.Минск

Подлесок и подрост, занимающий промежуточное положение между верхним ярусом (древесными растениями) и нижним (живым напочвенным покровом), является одним из составляющих компонентов лесного фитоценоза, подвергшегося радиоактивному загрязнению. В этой связи нами на 29 стационарных пробных площадях в различных зонах радиоактивного загрязнения изучалась динамика содержания радионуклидов в листьях 8 видов растений подроста и 16 видах подлеска. Типы леса в местах проведения исследований - сосняк черничный, березняк черничный, сосняк мшистый, дубрава орляковая, ольшаник крапивный и таволговый.

Основная часть выпавших радионуклидов сосредоточена в лесной подстилке и аккумулятивном горизонте. Отсюда растения поглощают радионуклиды и разносят их по всем органам. Экспозиционная доза излучения на почве на пробных площадях колебалась от 10 до 18000 мкр/час. Удельная гамма-активность почвы на глубине 0-5 см также значительно варьировала (от $5 \cdot 10^{-9}$ до $9,8 \cdot 10^{-6}$ Ки/кг). Выявлена видовая специфичность в вертикальной миграции радионуклидов растениями подлеска и подроста. Суммарная гамма-активность листьев дуба изменялась по всем пробным площадям от $9,0 \cdot 10^{-6}$ до $6,8 \cdot 10^{-8}$ Ки/кг. У осины она была ниже, чем у дуба и колебалась от $5,7 \cdot 10^{-6}$ до 10^{-8} Ки/кг. У березы, сосны и граба активность листьев меньше в 2 раза, чем у осины. У ольхи максимальная активность составляла $5 \cdot 10^{-7}$ Ки/кг.

Содержание радионуклидов в листьях подлеска изменялось в зависимости от загрязнения почв - у крушины ломкой от $5,5 \cdot 10^{-8}$ до $1,3 \cdot 10^{-6}$ Ки/кг, рябины от $5,6 \cdot 10^{-8}$ до $1,8 \cdot 10^{-6}$, ежевики лесной от $3,5 \cdot 10^{-7}$ до $1,2 \cdot 10^{-6}$, малины от $6 \cdot 10^{-8}$ до $8 \cdot 10^{-6}$, лещины от $3,6 \cdot 10^{-7}$ до $2,9 \cdot 10^{-6}$, копытника от 10^{-8} до $1,1 \cdot 10^{-6}$, ракитника русского от $6,5 \cdot 10^{-8}$ до $1,3 \cdot 10^{-6}$, бересклета бородавчатого от $6 \cdot 10^{-8}$ до $1,2 \cdot 10^{-7}$.

Оценка результатов дает основание полагать, что уровень аккумуляции радионуклидов подлеском и подростом фитоценоза зависит от биологии вида и уровня концентрации изотопов в почве, условий местообитания.

МИГРАЦИЯ ^{137}Cs В СИСТЕМЕ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ СЕЛЬСКО-ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ ОБЛАСТИ РОССР, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Ратников А.Н., Жигаева Т.Л., Петров К.В.,
Попов Г.И.



Результаты полевых обследований и производственных опытов, проведенных в период с 1987 по 1990 г в трех областях РОССР, показали, что переход ^{137}Cs из почв в растения значительно варьирует в зависимости от типа почв, также различается накопление радионуклидов индустриями и сортами сельскохозяйственных растений. Так коэффициенты накопления для сеянных многолетних трав на черноземах и дерново-подзолистых песчаных почвах различаются более чем в 30 раз, а для зерна яровых и озимых культур в 2-5 раз. Так же незначительная разница в накоплении ^{137}Cs на различных почвах отмечается у силосных (кукуруза) и пропашных (картофель) культур от 2 до 5 раз.

Проведены исследования миграции ^{137}Cs по профилю почв естественных кормовых угодий и пашни на различных типах почв и различных условиях их залегания. Обнаружены значительные темпы миграции ^{137}Cs по профилю почв пойменных заливных лугов, а также орошаемых участков, максимальное количество радионуклидов сосредоточено в них в слое 5-10 см, около 40% от суммарного содержания в профиле.

В почвах суглинистых лугов максимальное содержание наблюдается в слое 0-5 см (около 80%). Значительных различий в темпах миграции ^{137}Cs по профилю почв различных зон не обнаружено, большое влияние на миграционные процессы оказывает водный режим почвы, регулируемый микро- и мезорельефом.

По результатам обследования сделаны выводы по дифференциации подходов при улучшении естественных кормовых угодий.

На пашне отмечено концентрирование значительных запасов ^{137}Cs в слое над плужным уплотнением.

Результаты опытов показывают, что при проведении глубокой безотвальной обработки пашни в осенний период (золь), около 30% ^{137}Cs может быть исключено из пахотного горизонта, что может оказать влияние на поступление радионуклида в растения.

Динамика содержания форм в различных типах почв и накопление ^{137}Cs в травостое в 30-км зоне Чернобыльской АЭС

Сняжкова Н.И., Фесенко С.В., Спирidonов С.И., Кузнецов В.Н.

С целью изучения закономерностей миграции радионуклидов в системе почва-растение в пределах 30-км зоны ЧАЭС на различных типах почв и на участках с различным сочетанием в выпадениях топливной и парогазовой составляющих были заложены экспериментальные полигоны.

Формы нахождения ^{137}Cs в почвах определялись методом последовательных вытяжек: дистиллированной водой, 1 н раствором CH_3COOH , 1 н и 3 н HCl .

Содержание ^{137}Cs в почвах в обменной и подвижной (1 н HCl) формах в случае доминирования в выпадениях парогазовой составляющей, а также содержание этого радионуклида в травостое, характеризуются в период наблюдения 1987-1990 гг., закономерным снижением от 2 до 4 раз в зависимости от типа почвы. При этом интенсивность снижения обменных и подвижных форм для гидроморфных почв в 1,5-2 раза была выше, чем для автоморфных. Параметры снижения радионуклидов в травостое достаточно хорошо коррелируют с параметрами снижения содержания обменной формы для всех исследуемых типов почв.

Данные, полученные на экспериментальных полигонах, находящиеся в зонах с преобладанием топливной компоненты, позволяют сделать вывод, что динамика содержания различных форм ^{137}Cs в почве и переход радионуклидов в травостое в этом случае носят более сложный характер и определяются одновременным протеканием двух процессов: выщелачиванием радионуклидов из топливной матрицы и "фиксацией" ^{137}Cs на почвенных частицах.



Динамика изменений биологической доступности ^{137}Cs в системе "почва-растение".

Анисимов В.С., Санжарова Н.И., Алексашин Р.М.

ВНИИ сельскохозяйственной радиологии, г.Обнинск

На естественных угодьях в 30-км зоне ЧАЭС были заложены стационарные площадки для изучения влияния различных факторов на поведение ^{137}Cs в системе "почва-растение".

Установлено достоверное снижение величин коэффициентов пропорциональности ^{137}Cs в растениях в 1,4 - 12,7 раз. Концентрация ^{137}Cs в лизиметрических водах, отобранных с глубины 2 см, уменьшилась в 5-11 раз. На участках, где загрязнение обусловлено паргазообразной формой выпадения, содержания ^{137}Cs в обменной (I н. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) и подвижной (I н. HCl) формах снизилось за период 1988-1990 гг. в 1,2-1,8 раза.

Распределение ^{137}Cs в профиле почв зависит от их свойств и режима увлажнения. В слое 0-2 см почв гидроморфного ряда относительное содержание ^{137}Cs составляло в 1990 г. 44,1-94,8%, наиболее низкое содержание ^{137}Cs отмечалось для торфяно-болотной ежегодно затопляемой почвы, а в почвах автоморфного ряда - 96,5+ 97,5%. Коэффициенты квазидиффузии для "медленной" и "быстрой" компонент миграции для почв автоморфного ряда лежат в пределах $1,12 \cdot 10^{-8} + 1,69 \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$ и $1,93 \cdot 10^{-7} + 5,20 \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{с}$, для почв гидроморфного ряда - в пределах $1,79 \cdot 10^{-8} + 2,32 \cdot 10^{-8}$ и $4,4 \cdot 10^{-7} - 1,19 \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{с}$ соответственно.

БП
2

СМЗ

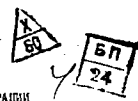
ДИНАМИКА МИГРАЦИИ ЦЕЗИЯ-137 и СТРОНЦИЯ-90 ПО ПРИШЕВЫМ
ЦЕПИМ В НЕКОТОРЫХ РАЙОНАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ В 1986-1991 гг.

Р.М.Бархударов, Б.Л.Моложанова, Н.Я.Новикова, Р.Н.Сапунова,
С.И.Химич, В.Ф.Шешкин, Д.А.Евгин

Институт биофизики МЗ СССР

Выбор районов обследования определялся геохимическими особенностями почвенного покрова (наиболее показателен Лельчицкий район) и характером формирования радиоактивных следов: северный след - Нетковский район, южный след - Брагинский, Холмянский, Наровлянский районы. Основной объект исследования - цепочка почва-молоко. Молоко один из основных продуктов питания, который от 4 до 20 раз более загрязнен, чем другие местные пищевые продукты растительного происхождения. За период с 1986 по 1991 гг. содержание в молоке цезия-137 уменьшилось в 4-10 раз, а стронция-90 в 2-3 раза, что обусловлено снижением коэффициентов перехода радионуклидов из почвы (K_p). Наблюдается выраженное различие в величинах K_p для стронция-90 на южном и северном следах. В первом случае диапазон (0,6 - 3,1) $\times 10^{-3}$ м²/л, во втором - (2,5 - 17,5) $\times 10^{-3}$ м²/л, что объясняется различной подвижностью этого радионуклида в аварийных выбросах топливного (южный след) и газо-аэрозольного (северный след) характера. Значения K_p для цезия-137 практически не зависят от характера выпадений и определяются лишь геохимическими особенностями почвенного покрова. Диапазон значений K_p (цезий) в 1991 г. составлял: в Лельчицком районе (0,5 - 4,9) $\times 10^{-3}$ м²/л, в южных районах (0,02 - 2,8) $\times 10^{-3}$ м²/л, в северном районе (0,3 - 2,9) $\times 10^{-3}$ м²/л. В местах с наиболее высокими K_p для цезия-137 (например, Лельчицкий район) рекомендованный "Концепцией проживания населения..." дозовый уровень вмешательства, равный 0,1 Бэр/год, может достигаться уже на плотностях загрязнения территории в 22 нБк/м² (0,6 Кв/км²) при $K_p = 4,9 \times 10^{-3}$ м²/л, причем более 90% дозы обусловлено внутренним облучением.

604



ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИГРАЦИИ
СТРОНЦИЯ-90 В РАЙОНЕ ПРУДА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧАЭС

Рябева Г. П., Иванушкина Н. И., НПО УкрНИИГИИ, г. Киев

Одной из проблем в зоне аварии Чернобыльской АЭС является загрязненность радионуклидами пруда-охладителя и возможные последствия этого для Припяти и всего бассейна Днепра.

Основной трудностью при составлении прогнозных моделей перемещения загрязнения из пруда является отсутствие большинства исходных параметров. Наки исследованием зоны аэрации почвогрунтов, а также грунтовых, поверхностных вод и поровых растворов почвы на полях между прудом и Припятью в какой-то мере восполняет этот пробел.

1. Содержание стронция-90 в поверхностных водах увеличивается с уменьшением проточности и составляет $4,4 \times 10^5 - 1,6 \times 10^4$ Бк/м³, наиболее загрязнены дренажный канал и подземные водоемы.

2. В грунтовых водах стронция-90 превышает ДКЗ только в единичных пробах $/2,2 \times 10^2 - 1,9 \times 10^4$ Бк/м³/, их состояние пока благоприятно.

3. Поровые растворы наиболее чистые из всех водных сред $/1,7 \times 10^2 - 5,9 \times 10^3$ Бк/м³/, однако прослеживается тенденция к их ухудшению даже на глубинах более 1-2 м, что связано со значительной загрязненностью почвогрунтов по профилю.

4. Содержание стронция-90 в почвогрунтах колеблется в пределах $3,0 \times 10^4 - 8,5 \times 10^6$ Бк/м³ /до глубины 0,2 м/, $3,1 \times 10^5 - 3,5 \times 10^5$ Бк/м³ /с 0,2 м до 2,4 м/. В верхних 10-15 см содержание стронция-90 составляет 30-50% от суммарного по профилю.

Поступление стронция-90 из пруда в Припять прошло три этапа: 1/быстрое, волнообразное продвижение фронта загрязнения с грунтовыми водами; 2/проходившее более медленно перемещение загрязнения с поверхности на зеркало грунтовых вод, а затем с ними в реку; 3/величина поступающего стронция-90 непосредственно связана с сезонными колебаниями загрязнения грунтовых вод вокруг дренажного канала и соседних водоёмов.

Дальнейшее развитие процесса поступления стронция-90 будет определяться: а/изменением доли его растворимой части в поверхностном загрязнении; б/вымыванием его в нижние слои инфильтрационными водами; в/насыщением по локальной емкости почвогрунтов зоны аэрации; г/изменением режима водных объектов между прудом-охладителем и Припятью /увеличение проточности канала, высыхание или увеличение мочажин, др./.

4



46-

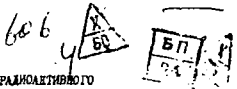
КОМПЛЕКСНЫЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПЕРИОД РАБОТЫ НА ПОЛЯХ, ОРОШАЕМЫХ ВОДАМИ Р. ДНЕПР
Шевченко А.Л., Рябцева Г.П.
ИЮ ИРЭБИГиБ, г. Киев

Работы по изучению изменений концентраций радионуклидов ^{90}Sr и ^{137}Cs в почвах, грунтовых водах и сельскохозяйственных культурах, вызванных орошением днепровской водой, проводятся с марта 1991 г. в Каховском и Стаховском районах. Для исследований выбраны поля с максимальной /овоси/ и минимальной водоподачей /земле зернозасея/. За фоновое условно принято содержание радионуклидов на неорошаемых участках. Песлобный отбор проб до глубины 1,3 м проводился в двух типах почв: черноземных кашках остаточнo-слабосолищцеватых и темно-каштановой остаточнo-солонщцеватой почве. Обе разновидности среднеуглищнищного состава.

Анализируя результаты предполщвного отбора почв по разрезу, выделены некоторые закономерности:

1. На полях с разными типами почв, но схожими по севообороту /с одинаковой водоподачей/ и с примерно равным содержанием гумуса в пахотном слое /2,64% - в черноземе, 2,51% - в темно-каштановой почве/ максимальная концентрация ^{90}Sr обнаруживается в интервале 5-10 см /17,4 и 16,65 Бк/кг соответственно/.
2. Второй пик концентрации ^{90}Sr по тем же разрезам - 13,0 и 10,4 Бк/кг, прослеживается на глубине от 50 до 57 см от поверхности.
3. Соответствующие цезиевые пики находятся в интервалах 10-20 см и 40-50 см, с максимумом в последнем - 30,0 Бк/кг для черноземов и 17,0 Бк/кг для темно-каштановых почв.

Следовательно, ^{90}Sr чернoбыльских выпадений, концентрируясь по профилю /5,2 Бк/кг на глубине 1,3 м под черноземными/ сосредотачивается в наиболее плотных илщнищрованных слоях, подпахотный горизонт при этом выступает в роли хорошего проводника. Пик ^{90}Sr на глубине 5-10 см можно объяснить активным прищносом в обменной форме с поливной водой и смещением вызванным вспашками. Выпадения ^{137}Cs 1986 г. также переместились по профилю и задержались преимущественно в слабо-илщнищрованном переходном горизонте на глубине 40-50 см. Пик в интервале 10-20 см /25,5 и 11,5 Бк/кг/ вызван прищносом о поливной водой и последующей перемешкой; в подпахотном горизонте ^{137}Cs задерживается слабо.



**ТЕНДЕНЦИИ ДИНАМИКИ РАДИОАКТИВНОГО
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДНОЙ ФАУНЫ ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ.
1986-1990 гг**

Паньков И.В., Волкова Е.Н.
Институт гидробиологии АН УССР, г.Киев.

В мае 1986 г. суммарная радиоактивность беспозвоночных животных и рыб Киевского водохранилища почти в 100 тыс. раз превышала соответствующие доаварийные значения, удельная радиоактивность по долгоживущим радионуклидам моллюсков и ракообразных находилась на уровне 240 - 2070 (стронций-90) и 520 - 2300 (цезий-137), а рыб соответственно 8 - 26 и 59 - 2849 Бк/кг. К концу 1990 г. в связи со снижением удельной радиоактивности воды содержание этих радионуклидов в организмах беспозвоночных животных уменьшалось соответственно в 2 и 10-15 раз.

Вследствие распространения радионуклидов в атмосфере радиоактивное загрязнение экосистемы Каховского водохранилища началось уже в 1986 г., но содержание стронция-90 и радионуклидов цезия в гидробионтах было на 1 - 2 порядка ниже, чем в Киевском водохранилище.

Более высокая степень обсеяния радионуклидами цезия, по сравнению со стронцием-90, в водохранилищах днепровского каскада привела к тому, что в 1990 г. удельная радиоактивность воды Каховского водохранилища была на порядок ниже по цезию-134+цезию-137, чем в Киевском, и всего в 2 раза - по стронцию-90. В результате этого уровни накопления радионуклидов в бентосных организмах Каховского водохранилища снизились к 1990 г., по сравнению с 1986 г. в 1,6 - 8,5 раза, а стронция-90 - возросли в 8,5-30 раз. В 1990 г. содержание долгоживущих радионуклидов в моллюсках и ракообразных из Киевского и Каховского водохранилищ отличались всего в 1,1 - 6,5 раза.

Динамика накопления долгоживущих радионуклидов рыбами днепровских водохранилищ имеет ряд особенностей, характерных только для этой группы гидробионтов. Наиболее высокие концентрации цезия-134+цезия-137 и стронция-90 (до 6290 и 140 Бк/кг) соответственно в организмах представителей ихтиофауны были зарегистрированы в 1987 - 1988 гг.

Полученные данные приводят к выводу о том, что различия в уровнях накопления долгоживущих радионуклидов беспозвоночными животными из верхней и нижней части днепровского каскада с течением времени сокращаются, а в организмах рыб продолжают оставаться значительными.



604

-48-

ТРАНСПОРТ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ПРИ
ОТМИРАНИИ МОЛЛУСКОВ В ЭКОСИСТЕМЕ КИЕВСКОГО ВО-
ДОХРАНИЛИЩА ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Павыков И.В., Волкова Е.Н.
Институт гидробиологии АН УССР, г. Киев

Среди водных животных днепровских водохранилищ моллюски являются одной из доминирующих по биомассе групп. Кн радионуклидов у которой достигают величины 10^4 . Расчет количественных характеристик перехода 12-ти радиоактивных элементов из биомассы гидробионтов в донные отложения базировались на среднегодовых запасах биомассы доминирующих видов, П/В-коэффициентах, среднем содержании радионуклидов в организмах моллюсков и выведенных нами в процессе исследования (1986-1990 гг) "коэффициентах депонирования" (Кдм), определяющих % перешедших с раковинами моллюсков в донные отложения радиоактивных элементов от их общего количества, содержащегося в живых организмах.

Естественное отмирание моллюсков обусловило транспорт из водной среды в донные отложения ежегодно от $6,2 \cdot 10^{11}$ до $4,3 \cdot 10^{12}$ Бк радиоактивных элементов. За период исследований более всего с раковинами моллюсков захоронено стронция-90, рутения-103+родия-103, цезия-134+цезия-137 и церия-144. В 1990 г. около 10% запасов стронция-90 в донных отложениях Киевского водохранилища было представлено раковинами отмерших моллюсков. Основную роль в транспорте радионуклидов в донные отложения при отмирании этих гидробионтов играют популяции дреяссены и живородки.

После периода наращивания частиц донных отложений Киевского водохранилища радионуклидами в результате процессов адсорбции (1986 г.) миграция радионуклидов в донные отложения при отмирании моллюсков является одним из значительных факторов перехода радионуклидов, особенно стронция-90, из водной толщи в донные отложения.

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В АКВАТОРИЯХ
СЕВЕРНОГО РЕГИОНА В 1990-91 ГГ. С КАРТИРОВАНИЕМ ДАННЫХ НА РАЗЛИЧНЫХ
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МАСШТАБАХ**

О. В. Степанец, А. Н. Лигаев, Н. Д. Кремяжкова, В. В. Седов, И. Т. Баррахов,
А. Л. Борисов, Г. Д. Соловьёва

ГЕОХИ АН СССР, г. Москва

За время, прошедшее после Чернобыльской аварии, произошло значительное снижение суммарной радиоактивности поверхностного слоя воды, как за счет распада короткоживущих изотопов, так и за счет влияния гидрофизических и геохимических параметров среды.

Нами в 1990-91 гг. с использованием радиохимического метода были проведены исследования распределения основных долгоживущих осколочных радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в акваториях Балтийского, Северного и Баренцева морей с представлением данных картирования на различных пространственных масштабах.

Определение радионуклидов проводили из одной пробы воды. Методика анализа радиоцезия включала концентрирование цезия из объема 50-150 л сорбентом на основе ферроцианида кобальта, закрепленного на волокне, и последующее гаммаспектрометрическое измерение концентрата. Анализ на радиостронций включал концентрирование стронция на колонке сорбентом на основе краун-эфира, закрепленного на инертном носителе, последующую радиохимическую очистку изотопа с конечным выделением в виде овоклата и измерение препарата по β -активности стронция-90.

При изучении макромасштабного распределения изотопов пробы отбирались со скважины глубиной 30 миль; несколько полигонов сделаны с масштабом отбора проб 1 миля. Сравнение и анализ полученных данных, представленных в виде карт на различных пространственных масштабах, позволили оценить особенности горизонтальных вариаций радионуклидов в исследованных акваториях.



608

-50-

ОБЛУЧЕНИЕ НАСЕЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЫБ
ДНЕПРОЭСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ

Волкова Е.Н., Паньков И.В.

Институт гидробиологии АН УССР, г. Киев

В связи с тем, что на территории водохранилищ днепровского каскада после аварии на Чернобыльской АЭС производился промышленный отлов рыбы. в 1986-1990 гг. изучались особенности формирования индивидуальной дозы внутреннего облучения человека (ИДВО) за счет потребления этого продукта.

В результате проведенных исследований установлено, что величина ИДВО в значительной степени зависела от вида потребляемой рыбы и периода ее отлова. В июне 1986 г. ИДВО формировалась в основном за счет поступления в организм человека с рыбой цезия-134, цезия-137 и иттрия-131, причем наиболее высокие дозы могли быть обусловлены потреблением плотвы (до 2,5 мбэр от 1 кг). С августа 1986 г. при потреблении рыбы днепровских водохранилищ ИДВО формировалась за счет радионуклидов цезия и стронция-90. Вклад стронция в суммарную ИДВО за счет потребления рыбы, отловленной в Киевском водохранилище, в среднем составлял 3-4 %, в Каневском, Кременчугском водохранилищах и Днепровско-Бугском лимане - 20-30 %. В 1987-1988 гг. при потреблении рыбы из Киевского водохранилища ИДВО за год для критической группы населения составляла, в зависимости от вида, от 7,3 до 60 и от 6,5 до 71,6 мбэр.

Дозовые нагрузки на критическую группу населения за счет потребления рыбы, отловленной в Каневском, Кременчугском водохранилищах и Днепровско-Бугском лимане в 1987-1988 гг. составляли от 1,2 до 10,2 мбэр соответственно. В 1990 г. в связи со снижением концентрации цезия-137 в промысловых видах рыб, дозовые нагрузки на население, обусловленные потреблением рыбы, снизились в среднем в 2 раза.

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ
В ЛИШАЙНИКАХ И МХАХ УРАЛА

М.Г. Нифонтова

Институт экологии растений и животных
Уральского отделения АН СССР, г.Свердловск

1. Многолетние исследования позволили установить, что концентрация ^{137}Cs в лишайниках и мхах Приполярного, Северного, Среднего и Южного Урала с конца 70-х до первой половины 80-х годов не превышала 1,5-2,0 кБк/кг сухой массы растений.

2. В результате дополнительного поступления в биосферу $^{134}, ^{137}\text{Cs}$ чернобыльских выпадений, концентрация этих радионуклидов в лишайниках и мхах Среднего Урала возросла на порядок и более величин (до 13-26 кБк/кг у отдельных видов растений). В лишайниках и мхах Приполярного, Северного и Южного Урала либо не наблюдалось дополнительных поступлений радионуклидов цезия, либо оно было незначительным.

3. В последующие после чернобыльских выпадений годы происходит снижение концентрации радионуклидов цезия в лишайниках и мхах Среднего Урала. Наиболее интенсивное уменьшение содержания радионуклидов характерно для болотных и лесных мхов; в напочвенных кустистых лишайниках эти процессы происходят значительно медленнее.

4. Обсуждается возможность использования лишайников и мхов в качестве биологических индикаторов при длительном мониторинге радиоактивного загрязнения среды.



603

-22-

МИГРАЦИЯ СТРОНЦИЯ-90 В ТРОФИЧЕСКОЙ ЦЕПИ "ДЕРЕВО-НАСЕКОМОЕ"
НА ВОСТОЧНО-УРАЛЬСКОМ РАДИОАКТИВНОМ СЛЕДЕ

А. В. Есенин

Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н.
Совернова АН СССР, Москва

На участке березового леса с накоплением в почве стронцием-90 (уровень загрязнения составил $1,6-3,4$ $\mu\text{Ки}/\text{м}^2$) был проведен сбор материала и определение стронция-90 в тканях ствола березы и телах личинок березового заболонника (*S. clytus ratzeburgi* Jälv.) перед зимней диапаузой в сентябре 1988 года. При исследовании миграции стронция-90 по трофической цепи "луб-заболонь - березовый заболонник" выявлено, что в начальном этапе разложения древесины при миграции радионуклида от растения к ксиллофагу его концентрация значительно снижается и составляет всего $0,04-0,9\%$ от содержания радионуклида в лубе (концентрация радиостронция в личинках составляла $2,45 \cdot 10^2 \pm 4,06 \cdot 10^3$ Бк $\cdot \text{кг}^{-1}$ сухой массы). На участках ствола до высоты 4 м от основания ствола, где условия для развития личинок оптимальны, концентрация стронция в пищевом субстрате (лубе) соотносится с уровнем стронция в переработанном личинками лубе, представляющим собой часть измельченную мандибулами личинок массу, частью - пропущенные через кишечник волокна луба (аккременты). Переработанный луб на высоте свыше 4 м (до 7 м) от основания ствола содержит существенно меньше стронция-90, что может быть обусловлено, с одной стороны, менее эффективным поглощением с энтеральными радионуклиды физиологически ослабленными личинками, и, с другой стороны, меньшим участием тканей луба в рационе питания личинок, которые развиваются в более глубоких слоях заболони, чем личинки на участке ствола до высоты 4 м (в заболони уровень стронция в 3-6 раз ниже, чем в лубе). В целом для личинок березового заболонника, также как и для изученных ранее насекомых-монофагов, характерно аккумулятивное радионуклида в количествах пропорциональных дозе радионуклида в растениях, которыми они питаются. Относительная неравномерность в накоплении стронция-90 тканями дерева и, соответственно, личинками заболонника, на разных участках ствола может объясняться различием в темпах и времени аккумуляции тканей дерева по высоте и диаметру, во вторичной миграции радионуклида из луба и заболони разных участков ствола в другие ткани растения. Уровень накопления стронция в телах личинок, кроме того, определяется не только абсолютным значением радионуклида в пищевом субстрате и среде обитания, но и физиологическим состоянием насекомых.

610

БП
24

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ
В СЛОЕВИЩАХ ЛИШАЙНИКОВ В ЗОНЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Л.Г.Бязров

Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А.Н.
Северцова АН СССР, г.Москва

В ходе изучения экологических последствий аварии на ЧАЭС была измерена активность радионуклидов калия-40, рутения-106, цезия-134, цезия-137, церия-144 в пробах слоевищ эпифитных и эпигейных лишайников, а также коры сосны, отобранных в сосновых лесах в 1,5 км, в 7 км, в 12-13 км, в 19 км, в 37 км от ЧАЭС. Анализ полученных данных и литературных сведений позволил установить:

- по мере удаления от аварийного реактора происходит и снижение величин концентрации радионуклидов в слоевищах лишайников и в коре сосны. Однако и вне 30-км зоны отселения концентрация их в слоевищах лишайников в сотни раз превышает показатели, имевшие место до взрыва;
- авария на ЧАЭС сказалась на значительной по площади территории, что необходимо учитывать при интерпретации наблюдений за глобальными выпадениями радионуклидов и накоплением их организмами;
- концентрация всех измеренных радионуклидов как в слоевищах лишайников, так и в коре сосны в районе, примыкающем к ЧАЭС, в сотни до десятков тысяч раз превышает известные для лишайников концентрации этих радионуклидов из глобальных выпадений до аварии;
- воздействие довольно высоких доз радионуклидов даже вблизи аварийного реактора не вызвало каких-либо фиксируемых визуально аномалий в развитии слоевищ лишайников;
- выпадение продуктов деления ядерного топлива имело пятнистый характер, причем неравномерность выпадений была как количественная, так и качественная;
- концентрация характеризуемых радионуклидов в слоевищах лишайников значительно выше, чем в коре сосны; среди лишайников активность радионуклидов в эпифитах, как правило, выше, чем в слоевищах напочвенных лишайников.

АЗОТ И ФОСФОР КАК ФАКТОРЫ МИГРАЦИИ ИЗОТОПОВ СТРОНЦИЯ И ЦЕЗИЯ В ПИЩЕВЫХ ЦЕПЯХ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

А. Д. Покаржевский, ИЭМЭИ АН СССР, Москва

В биогенной миграции элементов в биосфере Sr и Cs подобно большинству не существенных для жизни элементов ведут себя подобно экологическим примесям. Они увлекаются в круговорот с общим потоком вещества, который определяется потребностями организмов в N и P, соответственно конструкционного и энергетического элементов живого. Поскольку аккумуляция изотопов Sr и Cs определяется количеством элемента, проходящего через организм, то в соотносить их аккумуляцию в организме следует с общим потоком поглощенного вещества. Этот поток в свою очередь зависит от потребностей организмов в N и P. Для животных ежедневная общая потребность в N примерно в 16-18 раз больше его запаса в биомассе, т.к. период его полувыведения составляет примерно 10 дней вне зависимости от размеров животного. Потребности в P зависят от размеров животного и период полувыведения колеблется в пределах от 1 до 30 дней.

В соответствии с этими величинами была рассмотрена аккумуляция Sr-90 и Cs-137 в популяциях животных на территории Восточно-Уральского радиоактивного следа. Оказалось, что отношение ежегодного потока Sr, рассчитанного из количества пищи, необходимой для удовлетворения потребностей популяций в N к массе Sr-90 в популяции для популяции червей-энхитреид, потребляющих микроорганизмы, почвенный детрит составляет 500, для дождевых червей использующих в пищу почвенный детрит и подстилку - 1000, для растительноядных насекомых - 1000, для растительноядных млекопитающих - грызунов и копытных - 300, для хищных млекопитающих - около 100 и для насекомоядных птиц и млекопитающих - около 10. Примерно вдвое ниже это отношение, рассчитанное таким же образом для соответствующих групп для Cs-137. Если исходить из потоков, определяемых потребностями животных в P, то для этих изотопов отношения остаются практически теми же самыми, лишь вдвое увеличиваясь для копытных и некоторых хищных млекопитающих. Таким образом, очевидно, что в популяциях растительноядных животных изотопы поступают вдвое медленнее, чем в популяциях хищных и насекомоядных. Это определяется тем, что необходимые формы N и P растительноядные животные получают благодаря микроорганизмам, которые являются геохимическим барьером для Sr и Cs при их поступлении в организм. При оценке миграции изотопов в живом веществе в биосфере следует соотносить поток изотопов с потоком N и P.



ИСКУССТВЕННЫЕ РАДИОНУКЛИДЫ В ДОННЫХ ОСАДКАХ ОЗ. БАЙНАЛ

Пампура В.Д., Саццимиров И.В., Саццимирова Г.П.

ГЕОХИ СО АН СССР, г.Иркутск

Барсуков К.В., Павлоцкая Ф.И., Горяченкова Т.А., Казинская И.Е.

ГЕОХИ АН СССР, г.Москва

Особенностью современной седиментации оз. Байнал является её высокий темп со скоростями от 0.1 до 1.5 мм/год, измеренными по накоплению "неподкрепленного" свинца-210. Активное осадконакопление и ограниченная площадь бассейна водного питания озера способствовали условиям концентрирования в верхнем 5-10 см слое современных осадков цезия-137 и плутония-239 как продуктов глобальных выпадений. Цезий-137 и 134 впервые обнаружены в верхнем слое 2-4 см современных осадков по данным гамма-спектрометрического анализа проб веса 1-1.5 кг из Южной котловины озера в 1988 г.

Активности радионуклидов в усредненной пробе осадков из 15 станций отобранных на глубинах 10-100 м на площади около 6 км² соответственно равны: цезий-137 - 33.4, цезий-134 - 2.2, уран-238 - 31.2, торий-232 - 32.7, радий-266 - 40.5 бк/кг. При средней плотности пробы 1.3 г/см³ поток цезия-137 равен 0.17 бк/см². Дальнейшие исследования глубоководных осадков показали распространенность цезия-137 в Южной и средней котловинах озера с концентрированием в осадках авоцеллы р. Селенги. Плутоний-239 впервые обнаружен в 1991 г. по данным альфа-спектрометрического анализа донных осадков станции 282 А-2,3 поднятых с глубины 1470 м в Южной котловине озера. Активность проб плутония-239 с 2 и 3 см слоев равна 5.0 и 0.4 бк/кг. При скорости седиментации станции 0.65 мм/год возраст слоев составит 30-40 лет.



613

-56-

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ "ЧЕРНОБИЛ" НА ТЕРРИТОРИИ ГРУЗИИ

Кашиладзе М.Ш., Рухадзе Н.И., Санталадзе Т.З.
/Тбилисский государственный университет/

К изучению последствий аварии на Чернобыльской АЭС по территории Грузии лаборатория прикладной ядерной физики Тбилисского университета приступила в последних числах апреля 1986 года и продолжает их по настоящее время. Измерения вначале проводились на полупроводниковом γ -спектрометре фирмы "CAN-BERRA" (США), а в дальнейшем и на приборе фирмы "NOKIA" (Финляндия).

Тем не менее, насколько нам известно, целенаправленных статистических измерений по Грузии, к сожалению, ни одна организация, в том числе и наша лаборатория, не проводила. Об официальных результатах работ, проведенных Высшими организациями, нам также не известно. В связи с этим, естественно, каждая цифра, полученная в те дни, приобретает большое значение.

На конференции нами будут доложены результаты измерений содержания радионуклидов, проведенных нашей лабораторией: в почвах Грузии и в чае, а также в воде и в воздухе г.Тбилиси.

Радионуклиды обнаружены почти по всей территории Грузии, этому способствовали обильные дожди в мае. Несмотря на то, что в целом Западная Грузия пострадала сильнее на порядок и выше, в Восточной Грузии, в частности, в Тбилиси, уже 5 мая 1986 г., в день, когда нами были начаты анализы воздуха, и в дальнейшем регистрировались следующие радионуклиды: Йод-131 и 132, цезий-134, 136 и 137, теллур-132, молибден-99, рутений-103 и 106, лантан-140, барий-140.

Подробнее методика измерений и результаты будут доложены на конференции.

БИОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТРОПИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ ИСКУССТВЕННЫМИ
РАДИОНУКЛИДАМИ

Д.А.Кривошудия, М.-Э. Риокс

Институт эволюционной морфологии и экологии животных им.А.Н.

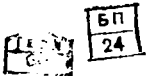
Северцова АН СССР, г.Москва

Институт экологии Мехико, г.Мехико

Лабораторией биоиндикации ИЗМЖ АН СССР в течение 1969-1990 гг. проведены комплексные исследования загрязнения трофических цепей естественных экосистем СССР и Монголии искусственными радионуклидами стронцием-90, цезием-137, плутонием-239, их изотопами и неизотопными носителями. Результаты этой работы, выполненной по преимуществу в международно утвержденных биосферных заповедниках отражены в книге В.Е.Соколова, Д.А.Кривошудия, В.Л.Усачева "Дикие животные в глобальном радиэкологическом мониторинге" (М.,Наука,1989). Продолжением этих исследований по стандартной методике явилось исследование накопления и биогенной миграции искусственных радионуклидов по пищевым цепям в естественных и сельскохозяйственных экосистемах разных районов тропиков, где сбор материала также проводился главным образом в международных биосферных заповедниках Африки (Эфиопия, Сомали, Кения), Южной Азии (Вьетнам, Индонезия, Индия), Австралии (4 заповедника Нового Южного Уэльса), Центральной и Южной Америки (Мексика, Перу).

В качестве примера рассмотрены подробнее результаты работы в заповедниках Австралии, где исследовано накопление искусственных радионуклидов в почвах ($1,1 \cdot 10^2$ Бк/кг для стронция-90), подстилке саваны ($0,7 \cdot 10^2$), подстилке эвкалиптовых лесов ($3,0 \cdot 10^2$), мхах ($2,8 \cdot 10^2$), подстилке влажного тропического леса ($0,85 \cdot 10^2$), в золе древесных остатков ($4,0 \cdot 10^2$), костях диких кроликов (50 Бк/кг), овец (67,5), кивсяках (170), костях разных видов кенгуру: красного (24), серого (22), кенгуру зуро (32,5), одичавших коз в заповедниках (20). Уровни накопления здесь ниже, чем в северном полушарии, но закономерности биологического концентрирования радионуклидов существенно не отличаются.

Изучение биогенной миграции радионуклидов в тропических экосистемах позволяет лучше познать процессы экологического перераспределения глобальных радиоактивных загрязнений, т.к. здесь в биосферных заповедниках нет осязающего сигнала вторичного загрязнения местного происхождения и следов черной азиатской аварии.



ОСНОВНЫЕ ПУТИ ВЕРТИКАЛЬНОГО ПЕРЕНОСА РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕННОМ
ПРОФИЛЕ ПОСЛЕ ЧЕРНОВЫЛЬСКОЙ АВАРИИ

Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Лыбкина И.Я.,
Соколик Г.А., Нескладнова Л.Н.

Белгосуниверситет им. В.И.Ленина, г.Минск

Миграция радиоактивных продуктов, выпавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в значительной степени определяется их состоянием в почвенном покрове. Радиэкологические исследования, проводимые на территории Белоруссии, включают анализ соотношения радионуклидов в различных физико-химических состояниях в почвенных профилях разных типов.

Исследования осуществляются на стационарных площадках, расположенных в пределах трех ландшафтно-геохимических полигонов в Хойникском и Кормяном районах Гомельской области и Чериковском районе Могилевской области, удаленных от места аварии на расстояние от 40 до 250 км. Рассмотрены типичные для загрязненной территории республики дерново-подзолистые, пойменные дерновые заболоченные и торфяно-болотные почвы. Анализируемые пробы, представляющие собой слои толщиной 1 и 5 см, отобраны с разной глубиной почвенных разрезов в 1987-1990 гг. Определено соотношение различных форм нахождения радионуклидов цезия и стронция (водорастворимой, обменной, подвижной и "фиксированной"), отличающихся по степени прочности связи с компонентами почвенного комплекса и технологичными образованиями, не поглощенными почвой.

Установлено существование двух типов почвенных профилей: I - с возрастанием относительного содержания обменных изотопов ^{134}Cs и ^{137}Cs с глубиной, 2 - с неизменным соотношением рассмотренных форм радионуклидов цезия по глубине разреза. Путем последовательного пропускания водной и ацетатной вытяжек через фильтры с диаметром пор от 2,5 до 0,2 мкм показано, что вертикальный перенос радиоактивного цезия осуществляется преимущественно тонкодисперсным материалом почвы, причем основная часть мигрирующих изотопов цезия находится в "фиксированном" состоянии. Однако в некоторых разрезах радионуклиды цезия в обменном состоянии вносят заметный вклад в их вертикальное перераспределение в почве.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что вертикальный перенос изотопа ^{90}Sr в почвенном покрове осуществляется в основном в обменном состоянии. На всех контрольных полигонах доля обменного радиоактивного стронция увеличивается с глубиной анализируемого слоя.

615



ИЗМЕНЕНИЕ ВО ВРЕМЕНИ СОСТОЯНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ
ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ ВЫПАДЕНИЯ В ПОЧВЕ

Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Лыбина И.Я.,
Соколик Г.А., Рубинчик С.Я.

Белгосунниверситет им. В.И.Ленина, г.Минск

Специфика поведения радионуклидов выброса ЧАЭС обусловлена существованием различных физико-химических форм выпадения в сочетании с разнообразием почвенных характеристик загрязненных территорий.

Проведен анализ физико-химического состояния радионуклидов чернобыльского происхождения в почвах загрязненных районов Белоруссии в 1987-1990 гг. Контрольные стационары расположены на расстоянии 40-250 км от места аварии в Гомельской и Могилевской областях вдоль путей геохимической миграции элементов в природных ландшафтах.

Изучены соотношения водорастворимой, обменной, подвижной и "фиксированной" форм радионуклидов ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{106}Ru , ^{144}Ce , ^{125}Sb в дерново-подзолистых, пойменных дерновых заболоченных и торфяно-болотных почвах и динамика их изменения во времени. Установлено влияние местоположения контрольной площадки относительно ЧАЭС на соотношение рассмотренных форм радионуклидов в почве. Показано, что в пределах северного следа содержание обменного ^{90}Sr в почве увеличивается по мере удаления от разрушенного реактора. Особенно заметно это в первые годы после аварии.

Обнаружено постепенное увеличение со временем содержания обменного стронция и радиоактивного цезия подвижной формы во всех видах почв исследуемых полигонов. Аналогичных изменений в соотношении рассмотренных форм изотопов ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{106}Ru и ^{125}Sb в течение рассматриваемого периода не обнаружено.

Отмеченные особенности могут быть обусловлены разрушением "активных" частиц выпадений в результате высокой концентрации дефектов структуры в их тугоплавкой матрице. Состояние радионуклидов, выделяющихся из "активных" частиц, определяется их химической природой и особенностями взаимодействия с компонентами почвенного комплекса. В рассматриваемых почвах для изотопа ^{90}Sr наиболее характерно взаимодействие по механизму ионного обмена, тогда как радионуклиды цезия преимущественно захватываются глинистыми минералами почвы.



666

-60-

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПОЧВЕННОГО КОМПЛЕКСА НА ПОДВИЖНОСТЬ РАДИОНУКЛИДОВ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ В ПОЧВЕ

Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Рубичик С.Я.,
Любкина И.Я., Соколик Г.А.

Белгосуниверситет им. В.И.Ленина, г.Минск

Поведение радионуклидов чернобыльского выброса определяется не только природой и физико-химическим состоянием выпадений, но и особенностями почвенной среды, в которую они попадают.

С целью выявления влияния характеристик почвенного комплекса на состояние радиоактивных изотопов цезия и стронция изучено содержание и состав почвенного гумуса, взаимосвязь радионуклидов с его отдельными составляющими, количество обменного калия, кальция, магния, обменной емкости почвы, pH водных и солевых вытяжек. Определены коэффициенты корреляции между содержанием различных формы радионуклидов в почве (водорастворимой, обменной, подвижной, "фиксированной") и указанными характеристиками почвенного комплекса.

Показано, что наиболее подвижные компоненты почвенного гумуса, входящие в состав фульвокислотной фракции, не связанной с кальцием и глинистыми минералами почвы, оказывают существенное влияние на миграционную способность радиоактивного стронция. В составе указанной фракции обнаружено до 35 % изотопа ^{90}Sr , присутствующего в почве. Влияние подвижных фульвокислот на поведение радионуклидов цезия в тех же почвах незначительно. В аналогичную фракцию переходит не более 3 % радиоактивного цезия, содержащегося в почве.

Поскольку поглонительная способность почвенного комплекса определяется в основном тонкодисперсным материалом почвы, в том числе и его минералогическим составом, значительное внимание уделено рентгенографическому исследованию механической фракции почвы <0,005 мм после ее предварительной обработки по методике Н.И.Горбунова.

Среди минералов тонкодисперсной фракции анализируемых почв обнаружены вермикулит, монтмориллонит, гидрослюда и смектослоиные образования на их основе. Присутствие кристаллических структур такого рода определяет возможность прочного закрепления почвенным комплексом радионуклидов цезия, в том числе и входящих в состав "активных" частиц выпадений после разрушения их тугоплавкой матрицы.



ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ГУМУСОВОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ НА ПОДВИЖНОСТЬ
РАДИОНУКЛИДОВ

Петряев Е.П., Няльчицкая С.Л., Соколик Г.А.
БГУ им. В.И.Ленина, г.Минск

Изучение динамики перераспределения радионуклидов по глубине почвенного профиля показало, что вертикальная миграция их протекает с малой скоростью. Перемещение радионуклидов в глубь почвенного профиля зависит от минералогического, органического состава почвы и ряда других особенностей.

В настоящей работе изучено влияние качественного и количественного состава гумусовых веществ почвы на подвижность радионуклидов. Гумусовые вещества изучались в 5 см слое почвы, поскольку в большинстве стационаров основная часть изотопов локализуется в данном слое. Препараты гумусовых веществ, выделенные до и после декальцирования почвы, в процессе гель-хроматографии на сефадексах разделялись на пять фракций с молекулярными массами от 700 до 150000 Da. Определено содержание гуминовых, гуматомелановых и фульвокислот в почвах исследуемых стационаров и показано, что с увеличением содержания гуминовых и гуматомелановых кислот в почвах доля связанного ^{90}Sr в верхних слоях растет, а скорость его вертикальной миграции уменьшается. Показано, что доля ^{90}Sr , связанного с фульвокислотами, в изученных образцах почвы находилась в интервале 10-40%, а содержание ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{125}Sb в гумусовом веществе почвы не превышало 1%.

Показано, что значительное превышение содержания фульвокислот над гуминовыми кислотами приводит к увеличению скорости миграции стронция по глубине почвенного профиля, а следовательно по отношению концентрации гуминовых и фульвокислот и суммарному содержанию гуминовых веществ в почвах можно судить о скорости вертикальной миграции ^{90}Sr .



618
-62-

СОСТАВ И СВОЙСТВА РАДИОАКТИВНЫХ ЧАСТИЦ, ОБНАРУЖЕННЫХ
В МЯДЫХ РАЙОНАХ БЕЛОРУССИИ

Петряев Е.П., Лейнова С.Л., Соколик Г.А., Денильченко В.П.,
Луксина В.В.

БГУ им. В.И.Ленина, г.Минск

Состав радиоактивных частиц, обнаруженных в мядах районов Бело-
руссии очень разнообразен - среди них встречаются обогащенные цезием,
рутением, цезием и т.п. Причем, доля цезиевых возрастает по мере уда-
ления от ЧАЭС. Анализ "горячих" частиц, выделенных из почвы участков,
находящихся на расстоянии 40 км от места аварии позволил определить
среднее содержание радионуклидов в одной частице: ^{144}Ce - 1,6 Бк,
 ^{106}Ru - 1,6 Бк, ^{137}Cs - 1,2 Бк, ^{134}Cs - 0,15 Бк, ^{90}Sr - 3,1 Бк,
 ^{240}Pu - 0,01-0,03 Бк.

Изучение вещественного состава матрицы показало, что в составе
неактивной части "горячих" частиц имеются такие элементы как Pb, Al,
Si, Zr, Sn, Ag, Fe.

Данные по исследованию свойств активных частиц свидетельствуют
об их малой механической и достаточно высокой химической устойчиво-
сти. Полное растворение радиоактивных частиц наблюдалось лишь при ис-
пользовании HNO_3 и смеси $\text{HClO}_4 + \text{HF}$. В образцах 1990-1991 гг. наблю-
далось незначительное увеличение растворимости частиц (в среднем, на
10%), однако, полного их растворения при использовании других химичес-
ких реагентов добиться не удалось.

Основное количество радиоактивных частиц (до 60-70%) от их обще-
го содержания в почве до настоящего времени сосредоточено в верхних
слоях. В настоящее время на одних исследуемых реперных участках про-
слеживается тенденция к уменьшению общего количества частиц, на дру-
гих - к уменьшению содержания радиоактивных частиц с относительно вы-
сокой удельной активностью ($\sum A_i > 10$ Бк/част.) и к увеличению коли-
чества частиц с малой активностью. Однако, общая картина распределе-
ния радиоактивных частиц по территории юга Белоруссии остается прак-
тически без изменения на протяжении всех лет исследования. Наличие
частиц в почве определяет содержание их в воздухе и, как следствие,
возможность ингаляционного поступления активных частиц в организм че-
ловека.



СВЯЗЬ РАДИОНУКЛИДОВ, ВЫПАВШИХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОВЫЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ, С ПОЧВЕННЫМ ОРГАНИЧЕСКИМ ВЕЩЕСТВОМ
Вирченко Е.П., Агалкина Г.И.

Институт экспериментальной метеорологии НПО "Талфун", г. Обнинск

В работе приводятся данные фракционного анализа органического вещества, выделенного из аллювиальной дерновой почвы, отобранной в ноябре 1986 г. в 8-километровой зоне аварии на ЧАЭС (Беневка) по методике И.В.Тюркина-М.М.Коновой. Кроме C_{org} определяли К, Са, Fe, Мг, Сu, Со, Рз, Сг - атомно-абсорбционным методом на приборе "Хитачи-308" с добавлением ионизационного буфера и радионуклиды радиометрическим и радиохимическим методами. Так как миграционную способность радионуклидов будут обеспечивать наиболее подвижные фракции органического вещества (низкомолекулярные соединения, хорошо растворимые в воде, и фульвокислоты), большей подвижностью будут обладать те радионуклиды, которые в большей степени связаны или захватываются этими фракциями органического вещества. Так C_{137} в основном прочно связан с гуминовыми кислотами, а также, имея большой ионный радиус (2,74А), не образует гидратной оболочки, быстрее К включается в решетку минералов и незначительно мигрирует в глубину почвы в растворимом состоянии. Стронций-90 и цезий-137 более подвижны, так как в основном связаны с веществами декальцината и фульвокислотами, которые, мобилизуя некоторое количество полутвердых окислов для образования с ними растворимых комплексных солей, будут мигрировать как вниз по профилю, так и за его пределы.

Исходя из отношения количества радионуклидов, связанных с гуминовыми кислотами, к количеству радионуклидов, связанных с фульвокислотами, радионуклиды образуют следующий ряд:
 $Sr^{90} > Cs^{137} > Cs^{134} > K^{40} > Fe^{55} > Zn^{65} > Cs^{137} > Ru^{106} > Ru^{103}$
в котором в порядке убывания будут различаться по степени подвижности, что и объясняет в какой-то мере их различное распределение как по профилю почвы, так и в объектах окружающей среды при одинаковых начальных условиях. При рассмотрении данных молекулярно-массового распределения радиостронция-90 и радиоцезия-137 органических соединений водных почвенных растворов, выделенных из лесной подстилки почв 5-км зоны (Капачи) видно, что 98-99 % Cs^{137} и Sr^{90} связано с органическими соединениями с молекулярными массами в пределах $3 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^4$, что переводит их в нейтральную форму и увеличивает биологическую доступность. Так коэффициент накопления, подсчитанный как отношение мкг/г в почве для Cs^{137} составляет 0,16 для Sr^{90} 0,4 в слабокислотной и увеличивается до 2,5 для Cs^{137} и 0,8 для Sr^{90} для разнотравья низкой зловолоченной почвы.



620



-64-

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 В ПОЧВАХ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.



Б.Л.Молоканова, К.Я.Новикова, Р.Н.Спирунова, О.Н.Дмитч.

Институт биофизики МЭ СССР

В результате аварии на ЧАЭС почвенными покровами на территории Gomельской области была загрязнена осестью продуктов деления не одинаково, как по интенсивности загрязнения, так и по радионуклидному составу.

За период с 1986 по 1990 гг. формы нахождения цезия-137 и стронция-90 в почвах претерпевали изменения. Показателем изменения формы нахождения радионуклидов со временем служат величина относенных количества радионуклидов находящегося в обменной и кислоторастворимой формах. Для цезия-137 в первые годы (1986-1988) наблюдается уменьшение обменного цезия-137 (1,1; 0,7; 0,8), что связано с фиксацией цезия-137. В дальнейшем (1990 г.) отмечается незначительное увеличение доли обменного цезия (1,0), объясняемое влиянием геохимических особенностей плодородных почв. Изменение этого показателя для стронция-90 за период наблюдения (1986-1990 гг.) иное: 1,0 - 4,1 - 2,2 - 2,3. Уже в 1987 г. под действием химических процессов происходит в почвенно-поглощающем комплексе (ППК) идет значительное увеличение доли стронция-90 в обменной форме, в дальнейшем происходит снижение этого показателя, связанное с процессом фиксации стронция-90 почвой. Обращает на себя внимание увеличение в 2-8 раз количества цезия-137, находящегося в подвижной форме в слое 6-10 см по сравнению с поверхностным слоем (0-2 см). Подвижность стронция-90 в различных слоях почв находится на одном уровне.

В общем подвижность стронция-90 во всех почвах обследуемых районов значительно выше, чем цезия-137. Количество стронция-90 находящегося в подвижной форме составляет 69,0 - 90,0%, цезия-137 - 3,0 - 31,0%.

621

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 ПО ФОРМАМ
НАХОЖДЕНИЯ И ОБЪЕМКА ИХ СЕЛЕКТИВНЫХ СВОЙСТВ.**



Кузнецов В.А., Кольменков В.П., Генералова В.А.
Институт геохимии и геофизики АН ВССР, г. Минск

Изучены полимиктные формы, связанные с органическим веществом, аморфными гидроксидами металлов, легкообменные, карбонатные и прочносвязанные образования стронция-90 и цезия-137 в пойменных почвах и речных отложениях, отобраных в 1984-1988 гг. в долинах Припяти и Сожа.

Показано, что глобальные выпадения этих радионуклидов фиксируются в почвах в виде легкообменного состояния. Отмечается относительно высокая степень накопления радиостронция в торфяно-болотных почвах по сравнению с аллювиально-дерновыми. Для минеральных почв характерна повышенная степень накопления радиоцезия.

Спектр форм нахождения аварийного радиостронция является более разнообразным, по сравнению с глобальным радионуклидом. Для их выражения предложены диаграммы состояния, где в качестве основных взяты карбонатная, прочносвязанная и обменно-сорбированная формы. Последняя представляет сумму легкообменного, органического и сорбированного на R_2O_3 радионуклида. Показано, что аварийный стронций-90 практически реализуется как обменно-сорбированный, где вклад органических и сорбированных на полугорных окислах форм значителен. Наблюдается тенденция разделения аварийного и глобального радиостронция по формам их сорбционного закрепления. Аварийный радиоцезий малополушен и фиксируется в виде прочносвязанных соединений.

Изучение форм нахождения радиоизотопов позволило охарактеризовать геохимический карьер гумусового горизонта почв как обменно-сорбционный для радиостронция и прочносвязанный для радиоцезия. Это состояние рассматривается как метастабильное, переходящее в более устойчивое равновесное, свойственное глобальным выпадениям. Селективные свойства цезия и стронция в условиях равновесия позволяют прогнозировать их подвижность в различных компонентах ландшафта. Рассчитаны термодинамические константы, являющиеся мерой химического сродства обменно-сорбционного взаимодействия в системе почва - раствор для глины и почвы. Практически все глины и песчаноподзолистые почвы проявляют предпочтительность к цезию, тогда как торфяно-болотные почвы и гидроксид железа (III) - к стронцию. Этим объясняется разная степень их накопления на минеральных и торфяно-болотных почвах.



622

-60-

ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ ПЛУТОНИИ В "ГОРЯЧИХ" ЧАСТИЦАХ

Горяченкова Т.А., Павловичая Ф.И., Казанская И.Е.,
Барсунова К.В., Емельянов В.В., Мясовдов Б.Ф.,
Ермаков А.И., Ковалев А.В.
ГЕОХИ АН СССР, НПО "Припыль"

Для прогнозирования поведения плутония в почвах и оценки радиационной опасности при попадании в организм человека необходимо знать не только содержание, но и формы нахождения его в горячих частицах.

Общее содержание ^{238}Pu , $^{239,240}\text{Pu}$, ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs и ^{144}Ce в "горячих" частицах в 1987-1988 г.г. на расстоянии от 10 км в г. Припяти до района Гидропарка в г. Киеве колебалось в интервале 0,1-2,5; 0,3-5,7; 5,3-3515; 0-395; 3,3-604 и 160-16470 Бк/частицу (на 26.05.88г.). Несмотря на существенные количественные различия в радионуклидном составе порядок содержания радионуклидов в исследованных частицах сохраняется без изменения: $^{144}\text{Ce} > ^{106}\text{Ru} > ^{137}\text{Cs} > \text{Pu}$.

Методом селективного растворения установлено, что плутоний в "горячих" частицах находится в разных формах, соотношение между которыми сильно различается между отдельными образцами. Так, содержание в водорастворимой форме составляло 0-6%, обменной - 0,1-19%, подвижной (растворимой в 1М HCl) - 0,7-23%, кислоторастворимой (в 6М HCl) - 0,3-73%, труднорастворимой форме - 17-99%. Содержание плутония в труднорастворимой форме снижается с увеличением расстояния от источника и количеством ^{144}Ce в частицах.

Присутствие плутония в водорастворимой и подвижной формах указывает на возможность выщелачивания его в биосфернохимические циклы миграции.

623

Р. 623



ОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ ⁹⁰Sr И ¹³⁷Cs В ПОЧВЕННЫХ РАСТВОРАХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ 30-км ЗОНЫ ЧАЭС И ИХ РОЛЬ В ПОСТУПЛЕНИИ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯ

Агапкина Г.И.

ИГУ им.М.В.Ломоносова, г.Москва

Вопрос о биологически доступных формах радионуклидов в почвах зоны влияния АЭС является одним из важнейших при прогнозировании миграции радионуклидов в системе почва - растение на территории, подвергнувшейся радиоактивному загрязнению.

В работе изучен молекулярно-массовый состав стронций- и цезий-органических соединений в почвенных растворах в профиле лесных почв разных участков 30-км зоны ЧАЭС, определена относительная биологическая доступность радионуклидов в их составе и оценен вклад органических форм в поступление ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs из почв в растения. С помощью гель-хроматографии установлено, что 60-67% ⁹⁰Sr и 77-97% ¹³⁷Cs в почвенных растворах связано с 2-5 фракциями органических соединений с молекулярными массами (ММ₀) 4·10²-2·10⁴. Вместе с тем, в отличие от ¹³⁷Cs, основная часть которого (85-89%) связана с органическими соединениями с ММ₀=(0,9-1,1)·10³ и выше, ⁹⁰Sr предпочитательнее связывается с фракцией органических соединений с меньшей молекулярной массой - (3,5-5,0)·10² (43-55%). Коэффициенты накопления каждого радионуклида из разных молекулярно-массовых фракций органических соединений и фракции неорганических соединений различаются до 100 раз для ⁹⁰Sr и до 40 раз для ¹³⁷Cs, причем наибольшей биологической доступностью характеризуется фракция с ММ₀=(0,9-1,1)·10³. Установлено, что коэффициенты накопления радионуклидов проростками растений, высаженными на почву (К_п) и растворы фракций органических (К_{ор}) и неорганических (К_н) соединений, подчиняются соотношению: К_п=α(1/ΣК_{ор}ⁱ + 1/ΣК_нⁱ), где α - доля радионуклида в почвенном растворе от его содержания в почве, N_{ор}ⁱ и N_нⁱ - его доли от α в i-ой фракции органических соединений и фракции неорганических соединений, соответственно. С помощью данного соотношения показано, что органические соединения вносят основной вклад (ΣК_{ор}ⁱ/K_п · 100% ≈ 70-98%) в поступление радионуклидов в растения.



624

-68-

ОЦЕНКА ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ РАДИОНУКЛИДОВ С ПОМОЩЬЮ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кудельский А.В., Будейко Н.Л., Шпаков О.Н.
Институт геохимии и геофизики АН БССР, г.Минск

Установлено, что в настоящее время существуют два компонента переноса радионуклидов по почвенному профилю – медленный и быстрый, которые удовлетворительно описываются соответствующими экспоненциальными уровнями. Хотя медленная компонента и вносит преобладающий вклад в перемещение радионуклидов по профилю, определенный интерес вызывает быстрая компонента. Ее основу составляют, по-видимому, подвижные формы радионуклидов – водорастворимая, легкообменная и карбонатная, содержание которых составляет 1-5% от валового.

Детальное изучение перераспределения радионуклидного загрязнения выполнено с использованием сильных сорбционных барьеров с прочной фиксацией радионуклидов. Для этих целей использовались искусственные и естественные сорбционные материалы с емкостью поглощения 2-5 мг-экв/г и определялись формы нахождения радионуклидов в исследуемых горизонтах почв.

Содержание цезия-134 и цезия-137 на искусственных и естественных сорбционных материалах в пределах террасы и высокой поймы р. Припяти указывают на уменьшение их концентрация с глубиной по экспоненциальному закону, тогда как для рутения-106 и церия-144 на террасе установлено существование "фронта" перемещения их подвижных форм с максимумом на глубине 10-20 см, что удовлетворительно объясняется исходя из форм их нахождения. Так, дерново-подзолистые почвы, развитые на песках (терраса) характеризуются содержанием подвижных форм рутения-106, цезия-134, цезия-137 и церия-144 соответственно в 3,1, 3,0, 2,5 и 9,6 %, тогда как дерново-подзолистые аллювиально-луговые почвы, развитые на песках содержат 1,7, 0,9, 1,2 и 1,4 % таковых.

Полученные материалы по различным типам почв позволяют перейти к количественной оценке перераспределения радионуклидов по профилю, а также для составления долгосрочных прогнозов.



УСТОЙЧИВОСТЬ "ГОРЯЧИХ ЧАСТИЦ"

Шалаева Т.В., Хитров Л.М., Черкезян В.О.

ГЕОХИ АН СССР, г.Москва

Относительная стабильность границ зоны радиоактивного заражения, а также непосредственное изучение распределения "горячих частиц" в пробах и изменение их радионуклидного состава свидетельствуют в пользу определяющего вклада "горячих частиц" в радиоактивную загрязненность.

Для прогнозирования возможных изменений границ радиоактивного заражения необходимо изучить поведение "горячих частиц" в условиях внешних воздействий. Образцы "горячих частиц" из ближней (до 15 км) зоны Чернобыльской АЭС, отобранные в 1986-1989 гг. радиогеохимической экспедицией ГЕОХИ АН СССР подвергались воздействию циклических изменений температуры и влажности с целью определения их устойчивости к этим воздействиям.

"Горячие частицы" были отобраны из мелкой фракции проб почвы после седиментации в тяжелой жидкости и дальнейшей их сепарации с помощью коллимированного микрорадиометра. Частицы взвешивали на микро-весах и определяли их радионуклидный состав по результатам гамма-спектрометрии (детектор ДГЖ-80В, анализатор ОКИА Р4900). Радионуклидный состав изучаемых "горячих частиц" позволяет отнести их к топливным частицам. Далее все отобранные "горячие частицы" были распределены по двум сериям проб: 1-ой (тестируемой) и 2-ой (контрольной).

Пробы 1-ой серии подвергались воздействию циклического изменения температур (от температуры жидкого азота до 323 К). Всего провели 36 циклов нагревания и охлаждения. Каждый цикл проводился в течение 2 часов. Далее все пробы 1-ой и 2-ой серии обрабатывались 4 М азотной кислотой, частицы отделялись от раствора, и из фильтра готовились мишени для измерения радиоактивности.

Сравнение активности показало, что нет значимого различия как в суммарной активности, так и по отдельным радионуклидам по пробам частиц, подвергшимся воздействию (1-ая серия) и контрольным пробам (2-ая серия проб). Отмечено также, увеличение числа "горячих частиц" в результате воздействия в пробах. Они представляют собой зерна выгоревшего топлива (состоящие в основном из диоксида урана). Это явление дезагрегирования "горячих частиц" на зерна находится в согласии с экспериментальными результатами по изучению изменения дисперсного состава "горячих частиц" с 1986 по 1989 гг., т.е. увеличение доли "мелких" частиц без заметного увеличения выщелачивания радионуклидов из "горячих частиц".



-70-

625

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ЧЕРНОВЫЛЬСКИХ РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ "ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ - ВОДА"

Бобовникова Ц.И., Коноплев А.В., Копылова Л.П., Сиверина А.А.

Институт экспериментальной метеорологии НПО "Тайфун", г. Обнинск

На основании изучения химических форм долгоживущих радионуклидов в донных отложениях водоемов ближней зоны ЧАЭС оценены коэффициенты распределения ^{137}Cs и ^{90}Sr в системе "донные отложения - вода".

Показано, что основным механизмом обмена ^{90}Sr и ^{137}Cs в системе "донные отложения - вода" является ионный обмен. При этом в воду не переходят радионуклиды, входящие в состав топливных частиц и необратимо сорбированные частицами донных отложений. За первые годы, после аварии не произошло существенного разрушения топливных частиц в донных отложениях. Основная доля ^{90}Sr (до 80 %) и ^{137}Cs (до 90 %) в верхних слоях находится в необменной форме, с глубиной эта доля для ^{90}Sr уменьшается до 30-35 %, а для ^{137}Cs до 70 %. В работе предложен метод прогнозирования величины коэффициента распределения радионуклидов в водоеме на основе данных по обменной емкости донных отложений, катионного состава воды и соотношения обменных и необменных форм радионуклида.

626

БП
24

-71-

Особенности миграции долгоживущих радионуклидов в пойменных почвах 30-км зоны ЧАЭС

Попов В. Е., Кутняков И. В., Бочкова Т. Р., Жирнов В. Г.,
Кочетков А. И., Шкуратова И. Г.

ВИА
88

Институт экспериментальной метеорологии НПО "Тайфун", г. Обнинск.

С 1987 г. изучена динамика вертикальной миграции водорастворимой, обменно-сорбированной и необменно-сорбированной формы долгоживущих радионуклидов по профилю сопряженных почв, расположенных в пойме р. Припять в районе с. Беневка (10-км зона ЧАЭС). Проведен анализ зависимости распределения запаса различных форм этих радионуклидов по профилю почв от вертикального изменения содержания различных форм макроэлементов (Са, Mg, K, Na и Sr) и таких свойств почв как содержание гумуса, емкость катионного обмена, pH и удельная поверхность. Обнаружена значительная разница между скоростью миграции радионуклидов в малогумусных и маловодных почвах высокой поймы и первой надпойменной террасы, и в луговых пойменных почвах. Скорость миграции радионуклидов была связана со средней едичной коэффициентом распределения K_p для данной почвы (отношения обменно-сорбированной и водорастворимой фракции). Анализ значений K_p для ^{90}Sr и ^{137}Cs по профилю почвы показал их значительное отличие от значений K_p для макроэлементов. Обнаружена тесная корреляция между распределением подвижной части запаса ^{90}Sr и ^{137}Cs по профилю почв. До 1989 года показана линейная зависимость вертикального запаса гамма-излучающих радионуклидов друг от друга. Показана зависимость скорости увеличения подвижной части запаса ^{90}Sr от типа почв.

БИБЛ
68

674
-72-

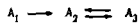
4
7
68
БИБЛ
68

Исследование физико-химических процессов миграции и трансформации химических форм радионуклидов на водосборах 30-км зоны ЧАЭС и поймы реки Припять.

Булгаков А. А., Коноплев А. В., Бобовникова Ц. И., Сиверина А. А., Шкуратова И. Г.

Институт экспериментальной метеорологии НПО "Тайфу", г. Обнинск.

Физико-химическое состояние радионуклида в почве, определяющее механизмы его вертикальной и горизонтальной миграции, зависит от форм радионуклида в выпадениях, направлении и скорости их трансформации в почве и распределением подвижных форм между твердой и жидкой фазами почвы. Трансформация форм нахождения в почвах радионуклидов чернобыльского происхождения может быть представлена в виде схемы:



где A_1 - радионуклид в составе топливных частиц; A_2 - подвижные формы (водорастворимые и обменные); A_3 - необменная форма. Термин "необменная форма" условен, так как имеются данные о взаимопревращении A_2 и A_3 . Процессы трансформации форм могут быть описаны кинетическими уравнениями первого порядка. Входящие в эти уравнения константы скорости были рассчитаны по данным о динамике изменения форм ^{90}Sr и ^{137}Cs в типичных почвах 30-км зоны ЧАЭС. Распределение подвижных форм ^{90}Sr и ^{137}Cs , являющихся слабыми комплексобразователями, между твердой и жидкой фазами почвы контролируется ионно-обменными процессами. Определенные нами коэффициенты селективности обмена ^{90}Sr на Ca в почвах 30-км зон ЧАЭС были близки к единице. Коэффициенты селективности обмена ^{137}Cs и его ближайшего аналога калия варьирует в более широких пределах из-за специфичности сорбции ^{137}Cs почвами. Ионно-обменные процессы определяют также концентрацию растворенных ^{90}Sr и ^{137}Cs в поверхностном стоке. Вследствие высокой скорости достижения ионно-обменного равновесия концентрация радионуклидов в стоке зависит только от его минерализации, а также от содержания обменных форм радионуклидов и макрокатионов в верхнем слое почвы толщиной несколько миллиметров.

628

БП
24

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О БИОГЕННЫХ И ХЕМОГЕННЫХ ВЗВЕСЯХ
В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ РЕГИОНА ЧАЗС КАК ФАКТОРЕ МИГРАЦИИ
РАДИОНУКЛИДОВ

В.И.Соболев
ВСЕУИИГЕО, Московская область

Содержащиеся в природных водах взвеси и коллоиды играют важную роль в миграции радионуклидов (РН). В поверхностных водах преимущественно в адсорбированном состоянии мигрируют радионуклиды рутения, цезия, плутония (Л.М.Хитров с соавт., 1989; О.Б.Войцехович с соавт., 1989; В.А.Алексеевко с соавт., 1989 и др.), значительная часть цезия и стронция. В грунтовых водах с коллоидами и взвесями связано до 30% радиоцезия (Б.В.Карасев, 1988; 1989). Происхождение и состав взвесей в природных водах многообразны. Известно, что хемогенные взвеси (гидроксиды железа, алюминия, карбонаты) обладают повышенной по отношению к ПИ сорбционной способностью. В ходе исследований в регионе ЧАЗС оценена насыщенность этих соединениями поверхностных и подземных вод различных водоносных горизонтов. Согласно результатам расчетов, выполненных по программе MIF-5, все воды близки к насыщению или пересыщены по отношению к гидроксидам железа и алюминия. Наиболее пересыщены поверхностные воды и воды бучацкого водоносного горизонта. По отношению к кальциту близки к насыщению поверхностные воды и воды бучацкого, сенюманского и байосского водоносных горизонтов; грунтовые воды как правило ненасыщены. По отношению к доломиту все воды ненасыщены. Пересыщенность вод относительно этих соединений создает предпосылки для образования коллоидов и взвесей, которые могут играть роль носителей РН. В природных водах всегда присутствуют полиоморфы растений (С.И.Смирнов с соавт., 1982). Экспериментально установлено, что сорбционная способность гальцы сосны и березы по отношению к стронцию не уступает тонкодисперсным глинистым минералам. По отношению к радиоцезию она незначительна. При изучении региональных условий миграции и накопления РН необходимо учитывать условия образования, миграции и накопления их носителей.



С.В. Стовбун, Л.Л. Алимова, А.И. Михайлов (Отделение ИХФ АН СССР
Черноголовка Московской обл.; ИП ИХФ АН СССР, Москва).
Л.Л. Кашкаров (ГЕХИ АН СССР, Москва).

ОЦЕНКА СООТНОШЕНИЯ ИОНО-ДИСПЕРСНОЙ И АГРЕГАТНОЙ КОМПОНЕНТ
 α -ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ В ОБЪЕКТАХ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.

При проведении мониторинга внешней среды, загрязненной в результате крупномасштабных поражений, измерение α -радиоактивных аэрозолей (АР) является одной из основных задач. В отличие от "горячих частиц", излучающих β -частицы, концентрация АР, как правило, на 2-3 порядка ниже. Регистрация отдельных частиц АР с помощью стандартных радиометрических методов в условиях намного превышающего фона от β и γ -излучений без предварительного извлечения АР из проб невозможна. В связи с этим применение твердотельных трековых детекторов (ТТД) для решения этих задач получило в настоящее время широкое распространение. Низкофонные ТТД позволяют измерять концентрацию АР в приповерхностном слое исследуемого вещества и определять эффективную α -активность вплоть до $\sim 10^{-5}$ Бк. Частицы АР регистрируются в виде кластеров α -треков, четко выделяющихся на поле равномерно распространенных α -треков. Средняя плотность последних зависит от количества α -излучающих радионуклидов, распределенных в ионо-дисперсной форме. Подсчет среднего числа кластеров приходящихся на ед. поверхности ТТД с учетом числа треков в кластере, размеров и формы кластера позволяет оценить как концентрацию α -излучающих АР в пробе, так и суммарную эффективную α -активность агрегатной компоненты.

Проведен детальный статистический анализ около 300 кластеров, полученных радиационным способом на ТТД для ряда проб почв, содержащих α , β и γ -излучатели. Оценена концентрация АР и определен вид распределения частиц АР по величине их α -активности, который оказался близким к лог-нормальному. Полученный вид распределения может быть связан со степенной зависимостью активности АР от радиуса частиц (α): $C_{\alpha} \sim \alpha^{\beta}$, где $\beta = 2-3$. Для определения количественных характеристик агрегатной компоненты α -излучателей в случае наличия тонкодисперсной ($\alpha \leq 0,5$ мкм) фракции может использоваться метод динамической радиографии [1], позволяющий одновременно определять величины C_{α} и α АР частиц.

Литература: I. С. В. Стовбун и др. Тез. докл., 2 Всес. школа-семинар по твердотельным трековым детекторам и авторадииграфии. Одесса, 1989 г., с. 64.

**ГЕОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БЛИЗНЕЙ ЗОНЫ
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И ИХ ВЛИЯНИЕ НА МИГРАЦИЮ РАДИОНУКЛИДОВ**
А.И.Азизов, В.А.Колескин, В.М.Бедотов
ВНИИГеолнатур, г.Казань

Ближняя зона ЧАЭС расположена на пойме и I надпойменной террасе долины р.Припять. Мощность четвертичных отложений достигает здесь 30м, представлены они преимущественно песками с линзами супесей, суглинков, глин и иногда торфов. Фракция < 0,01 мм состоит из кварца, хлорита, полевого шпата, слюды, смектитов. Общая пористость песков 40%, открытая 10-20%, коэффициент фильтрации 0,6-3,7 м/сутки. Максимальная глубина зеркала грунтовых вод 8 м, в понижениях поймы оно выходит на дневную поверхность, образуя озера.

Самый верхний слой грунтовых вод мощностью ориентировочно 2 м характеризуется кальциево-натриево-гидрокарбонатным составом, общей минерализацией до 320 мг/л (местами они загрязнены хлор- и сульфат-ионами, при этом общая минерализация возрастает до 2000 мг/л), рН 5-7, содержанием органики до 245 мг/л. Ниже они преимущественно кальциево-гидрокарбонатные, рН 7,1-7,9, органики в них до 5 мг/л.

Грунтовые воды загрязнены радионуклидами (стронцием-90 и α -излучателями) пока что спорадически по территории, при глубине залегания грунтовых вод не свыше 3 м и только в верхнем слое мощностью предположительно не более 2 м.

Исследовалось поглощение β -активности из вод местными песчаными породами. Пески с содержанием глинистой фракции до 6% и преобладающими фракциями от 0,65 до 0,63 мм снижали активность воды с п.Е(-7) до 2.Е(-10) Ки/л при максимальном объемном соотношении раствор: порода равно 0,3-0,6. Объем омываемой до определенного предела зова возрастает с увеличением содержания глинистой фракции в породе. Степень очищения пропорциональна времени контакта между породой и водой.



БЗ/1
-76

МИГРАЦИЯ ЦЕЗИЯ-137, 134 И СТРОНЦИЯ-90 ИЗ ЗЕРНА ЗЛАКОВЫХ И КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР В ПРОДУКТЫ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ, КАК ВАЖНОЕ ЗВЕНО ЦЕПОЧКИ ПЕРЕХОДА РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ ПОЧВЫ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Перцовский Е.С., Гузнова Р.М., Соболев А.В., Забалуева И.П., Хигер Х.И., ВНИИ зерна и продуктов его переработки, г. Москва

Радионуклиды, находящиеся в почве, могут поступать в организм человека по четырем основным цепочкам. В двух из них (почва - растения злаковых и крупяных культур - продовольственное зерно - пищевые зернопродукты - хлебобулочные и крупяные изделия и почва - растения злаковых и крупяных культур - продовольственное зерно - кормовые зернопродукты - молоко, мясо) важную роль играет третье звено - миграция радионуклидов в технологическом процессе переработки из зерна в зернопродукты.

ВВНИЗом проведены исследования этого звена для цезия-137, 134 и стронция-90 на зерне урожаев 1986-1990 г.г., собранного в загрязненных регионах Украины, Белоруссии и РСФСР. Полученные данные показали, что миграция этих радионуклидов в технологическом процессе переработки приводит к значительному снижению удельной активности пищевых продуктов (муки, крупы) за счет роста удельной активности кормовых продуктов (отрубей, мучки, лузги). В частности, для зерна урожаев 1989-1990 г.г., собранного в Веткинском районе Гомельской области, коэффициенты перехода - \bar{K}_p (отношения удельной активности зернопродуктов к удельной активности исходного зерна) составили: мука ржаная сеяная $\bar{K}_{p_{с_1}}$ = 0,56, $\bar{K}_{p_{д_1}}$ = 0,42, ржаная обдирная - $\bar{K}_{p_{с_2}}$ = 0,71, $\bar{K}_{p_{д_2}}$ = 0,48, крупа перловая - $\bar{K}_{p_{с_3}}$ = 0,45, $\bar{K}_{p_{д_3}}$ = 0,38, овсяная - $\bar{K}_{p_{с_4}}$ = 0,63, $\bar{K}_{p_{д_4}}$ = 0,60.

Для зерна урожая 1988 г., собранного в Ивановском районе Киевской области, \bar{K}_p составили: мука пшеничная высшего сорта - $\bar{K}_{p_{с_1}}$ = 0,38, $\bar{K}_{p_{д_1}}$ = 0,30, 2-го сорта - $\bar{K}_{p_{с_2}}$ = 0,64, $\bar{K}_{p_{д_2}}$ = 0,60.

Значения \bar{K}_p для кормовых продуктов из того же зерна составили: отруби ржаные $\bar{K}_{p_{с_1}}$ = 1,7, $\bar{K}_{p_{д_1}}$ = 2,0, мучка ячменная $\bar{K}_{p_{с_2}}$ = 2,0, $\bar{K}_{p_{д_2}}$ = 2,3, мучка овсяная $\bar{K}_{p_{с_3}}$ = 1,7, $\bar{K}_{p_{д_3}}$ = 2,0; отруби пшеничные $\bar{K}_{p_{с_4}}$ = 1,9, $\bar{K}_{p_{д_4}}$ = 2,2.

Полученные данные подтверждают серьезное влияние процессов переработки зерна на поступление радионуклидов из почвы в организм человека.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОПАСНОСТЬ "ГОРЯЧИХ" ЧАСТИЦ

И.Я. Василенко

Институт биофизики ИБ ССР, г. Москва

В проблеме опасности ингаляционного поступления радионуклидов особое внимание привлекают "горячие" частицы. На их опасность было обращено внимание с началом ядерных взрывов. К "горячим" частицам относят аэрозоли микрометрового и субмикронного размеров, которые обладают на несколько порядков большей активностью, чем средняя активность частиц данного размера. Термин "горячие" частицы чаще используют для α -излучающих нуклидов.

Опасность ингалирования "горячих" частиц связывают с возможностью проявления их бластомогенного действия в отдаленные сроки, в течение создания высоких локальных доз. Высказано предположение, что в зоне локального летального облучения клеток всегда имеется зона облученных клеток в оптимально бластомогенной дозе, т.е. зона возможного злокачественного риска.

Высокоактивные антропогенного происхождения аэрозоли типа "горячих" частиц, содержащих α , β , γ - излучающие нуклиды, достаточно широко распространены во внешней среде. Источники их образования разнообразны, распространение их носит глобальный характер. Практически "горячие" частицы содержатся в легких каждого человека, даже не имевшего контактов с радиоактивными источниками.

"Горячие" частицы обнаружены и в выбросах при аварии на ЧАЭС. В них идентифицировано свыше десяти радионуклидов. Активность достигала сотен-десятков тысяч Бк/частица. В значительных количествах их находили в легких животных, выпасаемых на загрязненных пастбищах. Об опасности поступления "горячих" частиц населению районов радиоактивных выпадений существуют противоречивые мнения.

При комбинированных поражениях определяющим, как правило, является внешнее γ, β - облучение. Поступление в организм радионуклидов может модифицировать течение поражений. При аварии на ЧАЭС вклад внутреннего облучения у пострадавшего персонала мог составить 8-10% дозы внешнего облучения. Дозы внутреннего облучения населения районов радиоактивных выпадений за счет ингаляции радионуклидов оцениваются единицами процентов от суммарной дозы.

БП
24

4 -76- 6/1/1

**СОФИРОВАНИЕ ПОЛЕЙ РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ
(СТРОНЦИЙ-90, ЦЕЗИЙ-137, ПЛУТОНИЙ-239,240)
ВОДНОЙ АКВАТОРИИ Р.ПРИПЯТЬ-Р.ДНЕПР-КИЕВСКО-
ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**

Бичаева О.П., Гузнецов Д.В., Легин В.К.,
Степанов А.В.

Радиовый институт им.В.Г.Хлопина, г.Ленинград
Войцехович О.В., Каминцев В.В.
УкрНИИГМИ, г.Киев


В представленном докладе систематизирован фактический материал и приведены данные совместных комплексных исследований радиоактивных загрязнений рассматриваемой водной системы (вода, взвеси, донные отложения).

Представлена общая картина распределения радионуклидов (плутоний-239,240, цезий-137, стронций-90) и материалы по динамике её развития в данной акватории.

Отмечается перераспределение удельных активностей плутония-239,240 в донных отложениях по сравнению с 1986-1987 г.г. Существенное повышение содержания плутония-239,240 наблюдается в донных отложениях приплотинной части Киевского водохранилища и в зонах гидрологических наносов.

Характерна приуроченность плутония-239,240 к тонкодисперсному материалу и илистым ингредиентам. Отмечается значительный разброс в экспериментальных значениях удельных активностей плутония-239,240 в одних и тех же пробах донных отложений в зоне р.Припять. По мере продвижения на юг Киевского водохранилища отмечается снижение величины разброса. Предполагается, что такой разброс обусловлен наличием в пробах "горячих частиц", выпавших преимущественно в ближней зоне ЧАЭС.

Обсуждаются данные по вертикальному распределению радионуклидов в пробах донных отложений и распределение радионуклидов между различными компонентами рассматриваемой водной системы.

634  4

**МИГРАЦИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ ТУЭ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ ВЫПАДЕНИЙ
В ВОДНОЙ СИСТЕМЕ Р.ПРИПЯТЬ-Р.ДНЕПР-КИЕВСКОЕ
ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

Бичаева О.В., Кузнецов Ю.В., Легин В.К.
Раковский институт им. В.Г.Хлопкина, г.Ленинград

Миграционное поведение ТУЭ в рассматриваемой водной системе в настоящее время – один из наименее изученных вопросов в решении Чернобыльской проблемы. Между тем, во-первых, протекающие процессы распада должны привести уже к 1994 г. к возрастанию активности, например, изотопа америция-241, до активности плутония-240, а к 2040 г. к удвоению суммарной альфа-активности топливных частиц. Во-вторых, ряд авторов указывает на проваление эффекта механической и химической трансформации подвижной матрицы, приводящего к постепенному увеличению доли подвижных обменных форм радионуклидов, например, до 70 % в 1990 г. в районе пойменных территорий в сравнении с 30-40 % в 1989 г.

В представленном докладе систематизирована информация об уровнях загрязнения, процессах и механизмах миграции и механической и химической трансформации ТУЭ в рассматриваемой акватории, приведены экспериментальные данные по изучению миграционного поведения ТУЭ в данной системе. Дан критический анализ современных методологических подходов к исследованию поведения ТУЭ в природных системах. Приведены экспериментальные данные о формах нахождения плутония-239,240 в донных отложениях рассматриваемой зоны. Представлены материалы радиохимического, нейтронно-активационного и гамма-спектрометрического анализов по содержанию радионуклидов в подвижной и прочносвязанной формах в пробах донных отложений характерных разрезов Киевского водохранилища.

Показано, что в данных конкретных пробах плутоний-239,240 находится преимущественно в прочносвязанном состоянии. Обсуждаются факторы, влияющие на подвижность ТУЭ в рассматриваемой акватории.



-60

635

О РОЛИ БИОГЕННОГО ФАКТОРА (МИКРОБИОТЫ) В ИЗМЕНЕНИИ
МИГРАЦИОННОЙ ПОДВИЖНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ ЗОНЫ ЧАЭС.

Бичева О.Ю.

Радионейтральный институт им. В.Г. Хлопина, г. Ленинград

Изучение роли биогенного фактора (микробиоты) в изменении подвижности радионуклидов зоны ЧАЭС может быть перспективно в двух аспектах: 1) для долгосрочного прогноза развития радиэкологической обстановки, 2) для разработки биотехнологической концепции контрмер на основе создания комплексных биосорбентов с иммобилизованными микроорганизмами.

Приведена систематизация литературных и экспериментальных данных о роли микроорганизмов в миграционном поведении радионуклидов в природной среде, и, в частности, в условиях зоны ЧАЭС. Подчеркивается и обосновывается существенная роль микробиоты в биогенной компоненте биогеохимических миграционных циклов радионуклидов. Отмечены некоторые особенности микроорганизмов в таких циклах: 1) высокая скорость роста биомассы и соответственно интенсивность вовлечения радионуклидов в биогеохимический цикл; 2) высокая степень аккумуляции радионуклидов; 3) существенная трансформирующая способность, приводящая к изменению подвижности элементов. Рассматриваются механизмы процессов трансформации элементов с участием микроорганизмов, в частности: 1) косвенные механизмы, обусловленные взаимодействием радионуклидов с микроорганизмами метаболически или изменением рН и Eh; 2) непосредственная трансформация при алкилировании и изменения валентного состояния при микробном окислении или восстановлении; 3) изменение подвижности в результате инкорпорирования в тканях микроорганизмов; 4) высвобождение элементов при разложении органических остатков. Приводятся предварительные экспериментальные данные по влиянию некоторых штаммов микроорганизмов на подвижность радионуклидов в зоне ЧАЭС. Обсуждаются возможные перспективы подобных исследований.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
В БИОСФЕРЕ, ПРОГНОЗНЫЕ ОЦЕНКИ



63.6



КОМПЛЕКС АЛГОРИТМОВ І ПРОГРАМ ДЛЯ
ПРОГНОЗУВАННЯ ІНТРАНИ РАДІОНУКЛІДІВ
В ПОТІКАХ ГРУНТОВИХ ВОД

Інститут кібернетики імені В.М.Глушкова
А.А.Каленчук-Норханова, Н.С.Дашин
г. Київ

Розглядається задача математического моделювання переносу радіонуклідів истоками ґрунтових вод.

Математическая модель предполагает справедливость закона Дарси и *неоднородности условий неперывности течения.*

Задача сводится к решению краевых задач для системы дифференциальных уравнений в частных производных. Это решение выполняется с помощью интегральными и конечно-разностными методами с применением методов регуляризации.

Программы предназначены для расчета фильтрации ґрунтовых вод и динамики радионуклідів в гетерогенных почвогрунтах при произвольных начальных и граничных условиях.

Издание программ - прогнозирование радиационной обстановки и расчет эффективности мероприятий, предотвращающих либо уменьшающих концентрации радионуклідів в водоемы, водозаборные устройства и водоснабжение слоек.

Комплекс программ на языке ФОРТРАН для ЭВМ различных типов, включая и персональные.

634



МОДЕЛЬ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В ПОЧВАХ
НА БАЗЕ ЛОГНОРМАЛЬНОЙ ФУНКЦИИ

Б.В.Карасев, В.М.Ачкасов
ВСЕИИГЕО, Московская область



Предложено применение логнормальной функции распределения пробегов частиц для описания диффузионных явлений. Действительно, предсказывать поведение диффундирующего вещества можно не только на базе решения дифференциальных уравнений, но и путем использования функции распределения пробегов частиц. Построена модель распределения радионуклидов по почвенному профилю, которая решается с применением ЭВМ. Модель исходит из сферически симметричного распределения на базе логнормальной функции (Б.В.Карасев, 1971, 1982). Модель учитывает распределение выпадений радионуклидов по годам, движение выпадений каждого года в результате фильтрационного переноса, диффузионное движение выпадений и различные сорбционные характеристики слоев почв. Возможно усложнение модели путем введения изменения переменного коэффициента диффузии, который зависит от состава почв, влажности и др. Модель удачно описывает распределение движения цезия-137, цезия-134, цезия-144, рутения-106 и стронция-90 в выпадениях аварии на ЧАЭС. Профили распределения прослежены до уровня грунтовых вод (глубин 1,8-2 м). Обнаружен поглощающий цезия-137 барьер на глубине 90-100 см. Модель описывает распределение цезия-137 и цезия-134 в почвенных разрезах в районе Балаковской АЭС и Ростовской АЭС, где отмечен привнос радиоцезия Чернобыльской катастрофы. Концентрации радиоцезия на глубине 2 м прогнозируются величинами $п.10^{-5}$ от концентрации в слое с максимальной радиоактивностью. Увеличение коэффициента диффузии в 2-3 раза, предполагаемое для стронция-90, повышает прогнозные концентрации на глубине 2 м на 1-2 порядка.



688



Карпов Б.В.

ФЛУКТУАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ НЕОДНОРОДНОСТЬ ВЫПАДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ

ВСЕГУПТЕО, Московская область

При анализе статистической неоднородности окружающей среды предлагается выделение в ней однородных объектов, или подклассов территории В.И.Вернадского однородного вещества. Часто распределение однородных объектов (галактик, звезд, планет, отдельных географических структур, видов животных и растений и др.) по объему пространства и по размерам описывается логнормальной функцией. Логнормальная функция может быть выведена как закон о максимальной энтропии при условии сохранения логарифмической дисперсии, что часто наблюдается если анализ распределения производится в расчете на одну систему. При переменном числе однородных объектов логарифмическая дисперсия неменяется. Часто изменение логарифмической дисперсии σ_{\ln}^2 в зависимости от изменения числа однородных объектов может быть аппроксимировано линейной функцией:

$$\frac{1}{\sigma_{\ln}^2} = a + b n \quad (1)$$

В частности, измеренная статистическая неоднородность распределения радиоактивности, выпавшей в результате аварии на ЧАЭС на поверхности почвы в районе пос. Чистоголовка, хорошо подчиняется закономерности (1). Измерения проводились на площадках IxI м² и IxIX м². В этом случае согласно С.А.Барнштейну распределение можно аппроксимировать гауссовской функцией с переменной логарифмической дисперсией (путем введения дисперсионной функции $B(x)$). В этом случае плотность распределения описывается:

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2\sigma^2} \left(\frac{x}{\sqrt{B}} \right) = e^{x^2/2\sigma^2} \frac{1}{\sqrt{2\pi B}} \left(1 - \frac{x B'}{2B} \right) \quad (2)$$

Формула (2) в сочетании с (1) удовлетворительно описывает флуктуации статистической неоднородности объектов окружающей среды и, в частности, распределение флуктуаций радиоактивности на поверхности Земли, что позволяет решать задачи, связанные с параметрами статистически равновесных распределений радионуклидов.

6/29



ПРОГНОЗ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВОДОСБОРА Г.ПРОТВИНО
ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
А.Е.Тяченко, В.А.Поляков
ВСЕУНИГБЭО, пос.Зеленый

Водозабор расположен в долине р.Протвы. Эксплуатируются тарусско-михайловский (верхний) и алексинский (нижний) водоносные горизонты в традиновых известняках нижнего карбона. Горизонты разделены глинами мощностью до 5 м. Для определения защищенности подземных вод от загрязнения были проведены изотопные исследования, задачей которых являлась оценка среднего времени пребывания (возраста) подземных вод и определение на этой основе скорости возможного поступления биологически активных радионуклидов (цезия-137, стронция-90 и плутония-239) к водозаборным скважинам как за счет инфильтрации загрязненных вод через зону аэрации, так и подтигивания вод аллювиального горизонта, которые менее всего защищены от загрязнения техногенными радионуклидами. По концентрациям трития, которые в исследованных водах варьировали от 2,5 до 41,0 ТЕ, и с учетом гидрогеологических особенностей различных участков водоносных горизонтов оценено среднее время пребывания подземных вод на этих участках (τ). При расчетах использовалась следующая модель: вход системы - атмосферные осадки \rightarrow поверхностные воды \rightarrow воды аллювиального горизонта \rightarrow воды алексинского горизонта. По данным о распределении в исследованных водах и атмосферных осадках кислорода-18 функция распределения концентраций трития на входе системы откорректирована с учетом сезонности питания подземных вод. Для оценки скорости загрязнения водоносных горизонтов приняты значения $\tau = 3$ года (как наименее благоприятный случай) для тарусско-михайловского горизонта и аллювиального горизонта и $\tau = 100$ лет для алексинского. Значения фактора задержки $R = \frac{\tau}{T}$, где T - среднее время пребывания загрязнителя, принимались равными 20, 50, 100 и 200 в зависимости от типа водовмещающих пород и компонента-загрязнителя. Установлено, что при уровне загрязнения поверхности земли в бассейне р.Протвы меньших или равных 200 Ки/км² подземные воды всех горизонтов месторождения останутся пригодными для питьевого водоснабжения.



640

ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ ВЛАГИ И РАДИОНУКЛИДОВ НА ПЛОЩАДКАХ В РАЙОНЕ ЧЕРНЫШЬСКОЙ АЭС

Б.В.Карасев, А.Н.Бородин, В.Т.Дубинчук

ВСЕТИНГЕО, Московская область

Для составления прогнозов движения радионуклидов в зоне влияния ЧАЭС (30 км зоне, на территории БССР и УССР) в различных ландшафтных условиях были оборудованы около 30 наблюдательных площадок, на которых произведены запуски трития, стронция-90 и цезия-137. Периодически проводился отбор колонок проб для определения графиков распределения радиоактивности по глубине. На основании графиков вычислялись скорости миграции влаги u и диффузионный параметр D для воды и радионуклидов, определялась величина инфильтрационного питания. Скорости инфильтрационного питания варьируют в пределах $(0,2 \pm 30) \cdot 10^{-9}$ м/с, коэффициенты гидродинамической дисперсии влаги $1,3 \pm 152$ м²/с, коэффициенты диффузии стронция-90 $(2 \pm 11) \cdot 10^{-8}$ см²/сек, цезия - $(1 \pm 17) \cdot 10^{-9}$ см²/сек, что согласуется с оценками, полученными на основании изучения профилей миграции радионуклидов аварии на ЧАЭС. На основании данных вычислены коэффициенты задержки, которые для стронция варьируют в пределах $(0,23 \pm 5,9) \cdot 10^2$, а для цезия в пределах $(0,1 \pm 13) \cdot 10^3$, эти значения соответствуют величинам лабораторных определений K_d , которые для стронция-90 изменяются в диапазоне 6 ± 120 , а для цезия-137 - 26 ± 3900 . Графики распределения миграции радионуклидов отличаются от гауссовских. Обнаружены быстроподвижные "крылья" распределений, что также характерно для графиков миграции радионуклидов, выпавших в результате аварии. Полученные данные служат основой для прогнозных модельных расчетов миграции радионуклидов.

641

БП
24

СОДЕРЖАНИЕ ПЛУТОНИЯ И СТРОНЦИЯ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ
АТМОСФЕРЫ ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИИ НА
ЗАГРЯЗНЕННОЙ РАДИОНУКЛИДАМИ МЕСТНОСТИ В РАЙОНЕ ЧАЭС



Галужкин Б. Л., Горбунов С. В., Малышев В. П.
Войсковая часть 62609

Загрязнение атмосферного воздуха в случае аварийной аварии ядерного реактора на АЭС может быть обусловлено как первичным выбросом радиоактивных веществ, так и процессами вторичного подъема аэрозолей различного дисперсного состава с загрязненной местности, которые представляют значительную ингаляционную опасность.

В этой связи проведено экспериментальное определение содержания Рс-238, 239, 240 и Sr-90 в приземном слое атмосферы при интенсивном пылеобразовании, имитирующем выполнение сельскохозяйственных работ.

Отбор проб радиоактивного аэрозоля проводился с помощью воздухоуловки ПИА-3 и ионоизмерительного пробосборника при различных временах прокачки.

Концентрации Рс-238, 239, 240 и Sr-90 в зоне интенсивного пылеобразования в 5 м от сельскохозяйственного орудия на высоте 3 м от поверхности земли составили 10 ± 70 и 400 ± 2800 Бк/куб. м соответственно.

Соотношение активности изотопов плутония к активности цезия и стронция на август 1991г составляют величину $0,110 \pm 0,02$ и $0,025 \pm 0,008$ соответственно.

Полученные результаты по оценке коэффициентов вторичного пылеобразования при интенсивном антропогенном воздействии могут быть использованы для консервативной оценки ингаляционной опасности при перемещении населения на загрязненной территории.

64/2

14

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЭРОЗОЛЕЙ
ПРИ ТЕХНОГЕННОМ ПЫЛЕОБРАЗОВАНИИ В
30-КИЛОМЕТРОВОЙ ЗОНЕ ЧАЭС**

Галушкин Б. А., Горбунов С. В., Кунцевич А. А.
Войсковая часть 62609

Для оценки индивидуальных доз ингаляционного облучения при пребывании людей в загрязненном воздухе важное значение имеет физико-химические характеристики вдыхаемых аэрозолей.

Проведены исследования проб аэрозолей антропогенного происхождения на экспериментальной площадке в ближней зоне впадения в бассейн радиоактивных выпадений 4 км от ЧАЭС.

Пробы отбирались на фильтры из ткани Петрянова на пластины и с помощью воздуходувки типа ПИА-3 в зоне интенсивного техногенного пылеобразования.

Пыль отделялась с фильтров по оригинальной методике и седиментометрическим методом разделялась на фракции по диаметрам частиц менее 1, 1-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-60 и более 60 мкм. Соответствие размеров частиц фракций выбранным диапазонам контролировалось на оптическом микроскопе МБМ-15-1. При этом установлено, что в каждой из рассматриваемых фракций пыли содержатся частицы как минерального, так и органического происхождения.

Исследовался радионуклидный состав фракций. Идентифицированы радионуклиды Cs-134, 137; Ce-144; Ru-106; Sr-90; Pu-238, 239, 240 и определены их концентрации в рассматриваемой зоне пылеобразования. Получено распределение размеров частиц пылевых фракций по массам и активностям идентифицированных радионуклидов, а также параметры этого распределения. Исследована провинциальность фильтруемых материалов, используемых в различных типах СИЗОД, в условиях загрязнения воздуха полидисперсным радиоактивным аэрозолем.

6413



ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ПРОГНОЗА МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

А. К. Лисицин, Н. Н. Солодов
ИГЕМ АН СССР, г. Москва

Радионуклиды попадают в водные растворы геологической среды в результате повседневной деятельности предприятий ядерного топливного цикла: главным образом, радиохимических заводов и в меньшей степени, АЭС и горнорудных предприятий; кроме того - при подземных ядерных взрывах, при авариях и катастрофах на объектах атомной промышленности, вследствие утраты искусственных изотопов, используемых в медицине, строительстве и других отраслях народного хозяйства. Во всех случаях задача радиогеоэкологических исследований состоит в определении размеров ореолов рассеяния загрязнителей и прогноза их распространения от локальных источников.

Поскольку короткоживущие радионуклиды распадаются в пределах участков их образования, то основная опасность радиоактивного загрязнения геологической среды связана с радиоэлементами и изотопами, имеющими период полураспада более десятка лет. К последним вполне применимы методы контроля и прогноза распространения, разработанные для стабильных химических элементов. Вполне правомочно и использование расчетного аппарата химической термодинамики для установления степени приближения к состояниям химических равновесий водного раствора с горными породами и минеральными новообразованиями, соотношения диффузионно-динамических и химических равновесий, выбора компьютерной модели массопереноса конкретного компонента-загрязнителя.

Взаимодействие радионуклидов, на путях их миграции, с вмещающей геологической средой приводит не только к их задержке, но и к концентрированию на геохимических барьерах, что может приводить к нежелательным эффектам вторичного накопления, вызывающего высокую радиоактивность и даже местный разогрев с соответствующими последствиями. Количественная оценка буферных свойств геологической среды и возможности функционирования в ней геохимических барьеров облегчается при определении интегральных параметров: значений $Eh-pH$ химического равновесия водного раствора с горными породами и минералами, нейтральной и окислительно-восстановительной емкости пород, их сорбционной емкости, ионно-обменных свойств и т.п.

Опыт гидрогеохимических исследований показал зависимость свойств и состава природных водных растворов и минеральных новообразований от способов образования и условий хранения образцов перед анализами.

64/4

ЛАДЫМЯНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ПРЕДЫСЛОВИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА БЕЛОРУССИИ

В.А.Прокопеня, ИПИРЭ АН БССР, г.Минск

Существование дезактивационных работ при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС в итоге предполагает захоронение продуктов дезактивации. Всего в юго-восточной части Белоруссии сооружено 72 могильника такого рода отходов, которые сосредоточены преимущественно в двух районах, характеризующихся наиболее высокими уровнями радиоактивного загрязнения - зоне жесткого контроля и прилегающих к ней территорий Мядельского, Хойникского и Гривинского районов, а также в пределах Мотковичского, Добрушского, Чечерского и Гомельского районов. Продукты захоронения достаточно разнообразны - снимаемый при дезактивационных работах грунт, остатки строений, стройматериалы, металл, бытовые отходы, деревья и кустарники и др. Могильники по своим параметрам небольшие, а складирование отходов производится или непосредственно на дневной поверхности, или в вырытые неглубокие котлованы и траншеи.

Создание такого рода захоронений предполагает, в частности, размещение их вдали от населенных пунктов, сооружение могильников в том пород с минимальной водопроницаемостью, полную изоляцию предмета захоронения от контакта с поверхностными и грунтовыми водами, выполнение ряда других инженерных и биологических мероприятий.

Сменяя ландшафтную обстановку региона следует отметить преобладание полугидроморфных и гидроморфных элювиальных ландшафтов, характеризующихся низменным, плоским и пологоволнистым, местами голого-грядовым с дюнными всхолмлениями рельефом, сложенных водно-ледниковыми и аллювиальными песками и супесями, имеющих повышенное увлажнение с близкими от поверхности (до 1-5 м) уровнем залегания грунтовых вод.

Таким образом, данный регион можно оценивать в целом как мало-пригодный для сооружения такого рода могильников, что обуславливает более тщательный и научно обоснованный выбор мест захоронения. Наблюдения, выполненные на ряде существующих могильников показали, что далеко не всегда такой выбор исходил из конкретной ландшафтной ситуации был оптимальным. Некоторые из них непосредственно контактируют с поверхностными и грунтовыми водами, имеют прямой выход в речную сеть, во многих отсутствуют изолирующие скваны, обводные каналы или дамбы.

Степенные обстоятельства снижают надежность захоронения и локализации радиоактивных отходов в сооруженных могильниках, предотвращая их миграцию на более близкие и более отдаленные территории.

60/5

Исследование поведения радионуклидов в природных средах после аварии на ЧАЭС как основа разработки методов оценки последствий ядерных аварий.

А. В. Конолев, Ц. И. Бобовникова

Институт Экспериментальной Метеорологии НПО "Тайфун"
г. Обнинск



Авария на ЧАЭС и опыт ликвидации ее последствий указывают на необходимость создания системы быстрого реагирования на аварийные ситуации, приводящие к загрязнению окружающей среды. Эта система должна быть направлена на оперативное прогнозирование загрязнения природных сред в результате аварии, определение уровней загрязнения на местности и их картирование, прогнозирование долговременного распространения загрязнения и экологических последствий, а также на выработку практических рекомендаций для населения.

Важным элементом такой системы являются методы оценки параметров миграции радионуклидов аварийного происхождения в природных средах. Разработка этих методов проводится на основе исследований закономерностей поведения Чернобыльских радионуклидов в окружающей среде. Основными параметрами поведения радионуклидов являются константы скорости трансформации различных химических форм, коэффициенты распределения и накопления, коэффициенты смыва и вертикальной миграции в почве и донных отложениях и др.

Представлены результаты исследования зависимости названных параметров от физико-химических и гидрометеорологических характеристик, предложены методы параметризации этих величин.

6476

У

ПРОБЛЕМ ЗАЩИЩЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ИЗОТОПОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В.А.Поляков (ВСГУНГЕО, пос.Зеленый)

Загрязнение подземных вод веществами-загрязнителями в процессе эксплуатации месторождения связано с поступлением этих веществ в водоносные горизонты с естественными и привлекаемыми ресурсами, а темпы загрязнения подземных вод будут определяться их динамическим параметром (среднее время пребывания). При этом следует учитывать, что среднее время пребывания подземных вод и компонента-загрязнителя связано простым соотношением: \bar{T} загрязнителя = \bar{T} воды $\times K$, где K - фактор задержки, равный отношению скоростей движения воды и растворенного компонента. Среднее время пребывания воды наиболее рационально определять по данным о распределении естественных концентраций трития в атмосферных осадках и подземных водах с использованием известных приемов. Факторы задержки исследуемых веществ-загрязнителей для пород зоны аэрации и водоносного горизонта могут быть определены постановкой лабораторных или полевых экспериментов. Для рекогносцировочных оценок можно принять следующее значение K : органические вещества - 1,3; нитраты, хлориды - 1,2; радионуклиды (^{137}Cs , ^{90}Sr) - 50%; тяжелые металлы - 10. Определение генезиса веществ-загрязнителей может быть установлено по специфическим изотопным меткам как самой воды (^2D , $\delta^{18}\text{O}$), так и растворенных веществ (по изотопному составу углерода, азота, серы). В этом случае изотопные методы могут дать ответы на следующие группы задач:

- определение источников группирования естественных веществ-загрязнителей, когда их природный генезис очевиден (например, установление источников засоления подземных вод береговых водозаборов или массивов орошения);
- расчленение естественных и техногенных однотипных веществ и установление их генезиса.

Изотопные методы при прогнозировании условий защищенности подземных вод могут быть использованы как на стадии гидрогеологических (и других видов) съемок различного масштаба, так и при разведке и эксплуатации месторождений подземных вод.

647
МОНИТОРИНГ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ РАДИОНУКЛИДОВ В
РАЙОНЕ г. ПЛАВСКА И РЕТРОСПЕКТИВНАЯ ОЦЕНКА
ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ДОЗ



Сохолов В.В. и Агаркова А.А.
МК ЛОГС ТулПИ, г.Тула

604
Мониторинг в зоне загрязнения предусматривает оценку запаса радиоактивного вещества в почвенном слое, выделение подвижных форм при экстрагировании I н раствором ацетата аммония и дециноральным раствором HС, накопление радионуклидов в растительных сообществах, и их переход в поверхностные и грунтовые воды, что имеет первостепенное значение для карстонарушенных массивов, типичных для Тульской области. В результате проведенных исследований составлены карты распределения радионуклидов, отражающие развитие миграционных процессов в пределах автономных, склоновых, супераквальных и субаквальных ландшафтных зон. Обнаружены подвижные формы нахождения радиоцезия и радиостронция, овязанные фульвокислотами, которые способствуют миграции радионуклидов в грунтовых потоках в водопроницаемых карстонарушенных массивах карбонатных пород. Накопление радионуклидов в растительных сообществах не превышает 12 Бк/кг сухой массы растений.

Карты распределения загрязнения позволяют определить участки для дезактивационных работ и выполнять ретроспективную оценку дозных нагрузок. Для этих целей разработана теоретическая модель расчета мощности эквивалентной дозы на высоте I м от поверхности при заданном запасе радионуклидов в почвенном слое.

Учет изотопных соотношений, теоретических и экспериментально определенных, позволил провести оценку МЭД и общих дозных нагрузок от внешнего и внутреннего излучения по шести аналитическим этапам, учитывающим действие изотопов йода и других нуклидов с малыми периодами полураспада. Ретроспективная оценка МЭД в сумме с дозами от внутреннего облучения позволило выделить шесть групп населения, для которых рекомендуется дифференцированный медицинский контроль и профилактика. Внешнее облучение сельского жителя в Плавоком районе, где плотность загрязнения составляет 12 Кв/км², формирует эквивалентную дозу от 6 до 8 бэр. В условиях города дозная нагрузка уменьшается в 2-3 раза; наибольшие дозные нагрузки определены на щитовидную железу детей (30-40 бэр) рождения 1983-1986 г.



1478

ОЦЕНКА ВЫПАДЕНИЙ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ АТМОСФЕРЫ НА ТЕРРИТОРИЮ
БССР В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРОЦЕССОВ ДЕФЛЯЦИИ

Богданов А.П., Жаура Г.М., Петров В.А.

ИРБ АН БССР, ИМ АН БССР, г. Минск

Используя полученное нами выражение для расчета выпадений радиоактивных аэрозолей за длительные промежутки времени при пылении круглого площадного источника и, представляя загрязненные радионуклидами территории Европейской части СССР, как суперпозицию круглых площадных источников различной загрязненности, нами рассчитаны среднегодовые выпадения радионуклидов на территории БССР. Учитывались процессы "сухого" осаждения и вымывания осадками.

При этом использовались опубликованные данные Госкомгидромета по загрязненности территорий, коэффициентам ветрового подъема и скорости "сухого" осаждения.

Дается сравнение результатов расчетов с данными измерений среднегодовых выпадений на территории БССР.



ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКИХ БАРЬЕРОВ ДЛЯ
ОЧИСТКИ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ ПРИРОДНЫХ ВОД ЗОНЫ ЧЕРНО-
БЫЛЬСКОЙ АЭС

В.А.Копейкин, Г.Г.Лябах, В.М.Федотов
ВНИИГеолнеруд, г.Казань

В целях предупреждения распространения радионуклидов за зону отселения проводится комплекс мероприятий, в том числе отработывается возможность использования геохимических барьеров в грунтовых водах. Миграция долгоживущих радионуклидов (цезия-137, стронция-90, плутония-239, 240) определяется геохимическими и гидрогеологическими особенностями среды.

Зона ЧАЭС сложена аллювиальными отложениями: кварцевыми песками с примесью иллита с линзами сульфидов, сульфидов и редко торфами. Воды верхней части грунтового потока преимущественно кальциево-натриево-гидрокарбонатные, иногда загрязнены хлор- и сульфатонами, pH их 5-7. Цезий в значительной степени сорбируется здесь глинами, стронций-90 - водный мигрант, плутоний тоже хорошо растворим в кислых водах с органокомплексами (содержание органики в грунтовых водах иногда достигает 245 мг/л). Местами грунтовые воды (за пределами зоны влияния пруда-охладителя) загрязнены радионуклидами на глубинах 2-3 м; естественных условий для длительной фиксации радионуклидов в зоне нет. Это и предопределяет актуальность создания искусственных геохимических барьеров.

Методом физико-химического моделирования на ЭВМ по программе "СЕЛЕНТОР" было установлено, что стронций и цезий могут входить в решетку искусственно получаемых сульфата бария и гидроксилалюмината. Аналогично ведут себя и изотопы этих элементов. Исследования проводились с водами с α -активностью 1,3.Е(-10) и β -активностью 8,1.Е(-9) Ки/л. При однократном добавлении композитов суммарная активность вод снижалась на порядок, при трехкратном внесении β -активность снижалась в 27 раз, α -активность - до нуля.

Таким образом принципиально доказана высокая эффективность использования искусственных геохимических барьеров



650

МУТАГЕННЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДАМИ И ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

В.В.Соколов, Е.Э.Ганаси
Тульский политехнический институт, Институт биофизики АН СССР

Исследование воздействия сравнительно малых доз ионизирующих излучений проведено на образцах почв и донных отложений Тульской области. В цитогенетической экспертизе использовались образцы почв и донных отложений, загрязненные радионуклидами и тяжелыми металлами, что позволило сравнить мутагенные эффекты.

Удельная активность почв изменялась от 6,6 до 115 $\mu\text{Бк}/\text{кг}$, а донные отложения были загрязнены медью, цинком, хромом, никелем в 30 и 70 раз выше среднего геохимического фона.

В качестве чувствительной системы использовались две модели - проростки *vicia faba* и *Lupinus capillaris*, удобные для цитогенетического анализа благодаря небольшому числу хорошо идентифицируемых хромосом, простоте приготовления цитологических препаратов, хорошей изученности закономерностей повреждения хромосом и изменчивости индивидуальной чувствительности растений к различным воздействиям.

Структурные перестройки хромосом изучались на клетках корневой меристемы проростков, что ограничило время мутагенного воздействия 10-ю сутками. Количественный параметр, характеризующий рост числа генетических повреждений, определялся числом перестроек на одну клетку; он сравнивался с аналогичным параметром для растений контрольной группы и оценивался с погрешностью 10 %.

Результаты измерений показали, что для обеих моделей наблюдается замедление скорости прорастания семян в два раза при стандартной температуре 21 °С. Выявлена четкая корреляция между активностью почв и числом перестроек хроматидного и хромосомного типа. Обнаружено ускорение роста повреждений в средней зоне интервала активности от 10 до 40 $\mu\text{Бк}/\text{кг}$ и замедление роста в верхней части интервала. В обозначенном интервале концентраций тяжелые металлы вызывают увеличение генетических повреждений на 30 % по сравнению с радиационными воздействиями.

Загрязнение почв на обозначенном в экспериментах уровне вызывает достаточно серьезную 2-х - 3-х кратную дополнительную мутационную нагрузку на популяционном уровне. Результаты исследований показали эффект воздействия малых доз радиации на формирование почвообразований.

МЕТОДОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЯ РАДИОГЕОХИМИЧЕСКОГО
И РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА БИОСФЕРЫ.
МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА РАДИОАКТИВНОСТИ
ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ.

ДИОЛ
69

65/

РАЙОННОЕ РАДИОКОЛОНИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
АЭРОГАММАСПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ И ПОЧВЕННОГО ПРОБООБОРА

Красникова Е.В., Стукин Е.Д.

ГП "Рамя" Госгидромета СССР, г.Чернобыль
Фришман Ш.Д.

ИТКЭ Госгидромета СССР и АН СССР, г.Москва
Ковидан В.М., Контаролич Р.С., Фелоткин А.Ф.

ИГО "Аэрогеология" Мингео СССР

После аварии на ЧАЭС аэрогаммаспектральная съемка (АГС съемка) использовалась для характеристики радиационной обстановки. В настоящее время съемка позволяет получить карты запаса искусственных радионуклидов, картографировать распределение естественных радиоктивных элементов. По отношению интенсивности прямого и рассеянного гамма-излучения кезия-137 определяется пространственная неоднородность его залегания (Q). Съемка сопровождается контрольным отбором проб почв на глубинах 15-20 см. Совместная обработка данных съемки и пробоотбора позволяет получать сводные карты радиоктивного загрязнения и проводить первичное районирование территории для дальнейших радиокологических оценок внутри выделенных районов. На примере Днепропетровской области покажем количественные различия параметров съемки и пробоотбора для 3-х выделенных районов.

Район, выделенный по параметрам АГС съемки и пробоотбора	Правобережье Днепра	Днепропетровск-Давлоград (Дол. линия)	Тернополь-Перлота-Венск
	Чо, Чт, Чо, К сут/л/нок	ДП сут/л/нок	Чо, Чт сут/л/нок
Естественная радиоктивность:			
U: 10 ⁻⁴ %, мола	2,5	2,5	2,5
Th: 10 ⁻⁴ %, мола	11	10	11
K: % , мола	1,5	1,2	1,5
Радиоктивное загрязнение и фоновое превышение фона:			
Cs-137, Кд/км ² , мола	0,12	0,19	0,52
средств АС-137)	менее 2 раз	около 2 раз	более 2 раз
Q-поправка на залегание Cs-137 в почвах:			
и в элювиальных геосистемах	1,1-2,0	2,5-4,0	1,5-2,5
Фон: наличие Cs-137 в целинных пробах			
0-1 см	12%	8%	19%
1-2	12	9	28
2-3	12	3	14
3-5	19	10	5
5-15	25	70	44

* - параметры для междуречья соответствуют району "Днепропетровское"

652

Биг
66

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К РАЗРАБОТКЕ СХЕМ КОНТРОЛЬНОГО ОТБОРА
ПРОБ НА ТЕРРИТОРИИ АЭРОГАММА-СПЕКТРАЛЬНОЙ СЪЕМКИ**

Квасникова Е.В., Стуккин Е.Д.

ГМП "Рамон" Госгидромета СССР, г.Чернобыль
Фрицман Ш.Д.

ИГЭЭ Госгидромета СССР и АН СССР, г.Москва

Козлов М.А., Комтарович Р.С.

ПГО "Аэрогазология" Мингео СССР

Для получения сводных карт запаса цезия-137 используются данные аэрогаммаспектральной съёмки (АГС съёмки) и контрольного отбора проб почв по маршрутам. Среди целей контрольного пробостбора выдечим: 1) проверку данных дистанционных измерений наземными методами; 2) корректировку данных калибровки спектрометров, установленных на вертолёт, в соответствии с конкретными ландшафтными условиями; 3) установление возможной зависимости уровней цезиевого загрязнения от ряда ландшафтных признаков (рельеф, растительный покров, тип и мех.состав почва); 4) оценка превышения глобального фона на данным послыюного пробостбора. Выбор маршрутов под АГС съёмку масштаба 1:200000 проводится в соответствии со следующими положениями: 1) предварительные данные о радиоактивном загрязнении; 2) ландшафтная структура территории; 3) на территориях с уровнями менее 1 Ки/км² планируется 2-5 проб на 1 тыс. км², на территории аномалий более 1 Ки/км² - 15-20 проб на 1 тыс. км². На примере Сумской обл. проиллюстрируем работу по контрольному пробостбору.

Планирование АГС съёмки и пробостбора	Площадь съёмки, тыс. км ²	Съёмка, тыс. пог. км	Кол-во проб:	
			сместан-ных	послой-ных
Ландшафт-ная структура с учётом данных об уровнях загрязнения Cs-137				
Аккумулятивные подтаёжные геосистемы с уровнями более 0,2 Ки/км ² и пятнами более 1 Ки/км ²	4,5	2,25	74	13
Аккумулятивные широколиственно-лесные геосистемы с уровнями более 0,1 Ки/км ² и отдельными пятнами более 0,5 Ки/км ²	3,3	1,65	17	5
Аккумулятивные лесостепные с уровнями менее 0,1 Ки/км ²	8,1	4,05	17	3
Аккумулятивно-денудационные лесостепные с уровнями 0,1-0,2 Ки/км ²	3,2	3,1	6	2
Аккумулятивно-денудационные типично-степные с уровнями 0,1-0,2 Ки/км ²	1,7	0,85	4	1
Σ	23,8	11,9	118	24

Б

А. 4

653

Б. И. Смеляненко, Б. С. Никонов, Б. И. Рылов, С. В. Длинцев
Институт геологии рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии АН СССР.

ПРИРОДНЫЕ И ИСКУССТВЕННЫЕ ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ НА ПУТЯХ
МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ЗОНАХ ЗАХОРОНЕНИЯ РАО.

Решение проблемы экологически безопасного вечного захоронения РАО в геологических формациях связано с созданием системы барьеров, препятствующих распространению радионуклидов в биосфере. Эту систему составляет техническое сооружение (сама матрица-консервант, оболочка контейнера, уплотнитель между контейнером с РАО и вмещающей геологической средой) и изолирующие свойства горных пород в которых размещен могильник. Исследования авторов направлены на обоснование оптимального выбора вмещающих пород для хранилищ РАО, а также материала-заполнителя. Решение этих задач осуществляется путем теоретического и экспериментального моделирования процессов, происходящих в участке размещения РАО с учетом имеющихся данных о природных метаморфических и метасоматических процессах и сведений по геохимии отдельных элементов, в том числе смеси радионуклидов. Основными требованиями к материалу-заполнителю являются низкая водопроницаемость, высокая сорбционная емкость, термо и радиустойчивость, экономичность. Этим требованиям, в частности, отвечают коры выветривания по основным-ультраосновным породам, состоящие из монтмориллонита, каолинита, хлорита, гидроксидов железа и титана. Вмещающие породы, согласно общепринятым требованиям, должны обладать высокой прочностью и низкой водопроницаемостью. По мнению авторов для строительства хранилищ следует рекомендовать в первую очередь такие породы, которые под действием тепла РАО увеличивают свои изоляционные свойства. Это, например, произойдет если сорбционная емкость и объемы новообразованных фаз будут возрастать по сравнению с их значениями для исходных пород. Проведенный анализ показал, что для строительства хранилищ РАО благоприятны породы повышенной основности как магматического (перидотиты, габброиды, порфириты), так метаморфического (амфиболиты) и метасоматического (серпентиниты) происхождения.

657



О РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТ ВСЕУИГЕО ПО ИЗУЧЕНИЮ РЕГИОНАЛЬНЫХ УСЛОВИЙ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЕ И НАПРАВЛЕНИИ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТ

В.И.Соболев, В.А.Поляков, Б.В.Карасев, В.Н.Чубаров
ВСЕУИГЕО, Московская область

ВСЕУИГЕО в 1986-1990 гг. в зоне влияния аварии на ЧАЭС (территории УССР, БССР и РСФСР) проведены комплексные исследования региональных условий миграции радионуклидов (РН). Исследования, в частности включали: натурные наблюдения за миграцией РН в породах зоны аэрации и в подземных водах; натурные эксперименты по определению параметров геомиграции в различных геолого-гидрогеологических и ландшафтно-геоморфологических районах; лабораторные определения задерживающей способности грунтов по отношению к РН; разработку и совершенствование методов исследования радионуклидного загрязнения геологической среды, прогнозов его развития; исследования геохимических условий миграции РН.

В результате работ существенно уточнена концепция защищенности подземных вод от радиоактивного загрязнения. Разработаны методы концентрирования РН из проб воды больших объемов, предложены и осуществлены методы прогноза распространения радиоактивного загрязнения в геологической среде, разработаны эффективные искусственные сорбенты на основе перлитов, пригодные для локализации РН в различных средах. Полученные результаты позволяют более эффективно и целенаправленно продолжать работы по уточнению условий геомиграции РН, определению путей снижения ущерба, вызываемого радиоактивным загрязнением территорий.

Новый этап региональных исследований базируется на создаваемой сети опытно-методических полигонов. Полигонные исследования (режимные наблюдения, натурные эксперименты, прогнозы) будут проводиться на долговременной основе и с использованием типовых программ, уточняемых с учетом особенностей конкретных регионов. Цель полигонных исследований - обоснование мероприятий по снижению уровня радиозекологической напряженности в районах, пострадавших от аварии на ЧАЭС, и возвращению в загрязненных РН земель в хозяйственный оборот. В исследованиях предполагается участие специалистов других ведомств и зарубежных ученых



855



ЛОКАЛИЗАЦИЯ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ОБЪЕКТАХ
ГЕОСРЕДЫ; ИЗГОТОВЛЕНИЕ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ РАДИОЦЕЗИИ,
НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА СОРБЕНТОВ

Б.В.Карасев, Е.Г.Овчаренко, И.Л.Майзель,
В.Н.Костенко, Э.А.Батова

ВСЕИНГЕО, Теплопроект, Московская область

При анализе процессов миграции радионуклидов обнаруживаются медленно мигрирующие и быстроподвижные компоненты. Задача локализации процессов движения радионуклидов является актуальной. Для этих целей авторами работы (Карасев Б.В. и Овчаренко Е.Г. Авт.свид.1988 г.) был предложен способ поглощения радионуклидов путем контакта загрязненных сред с пористыми гранулами, которые изготавливаются на основе перлита с добавками поглотителей радионуклидов. Лабораторные эксперименты показали, что при контакте гранул с влажными почвами района ЧАЭС происходит диффузионный переход радиоцезия в гранулы. Скорость перехода зависит от свойств радионуклидов, свойств грунтов, влажности, времени контакта и других факторов. В лабораторных экспериментах отмечен переход на гранулы до 40-50% радиоцезия за время экспозиции 3 месяца из образцов почвы и переход более 50% радиоцезия при сорбции из водной фазы за время 2-3 недели. Приготовлены гранулы для выделения радионуклидов из вод, грунтов, донных осадков, молока, пищи животных. Синтезировали партии образцов весом в несколько сотен килограмм, которые предназначены для внесения в грунты района ЧАЭС. После экспозиции гранулы могут быть отделены от грунтов различными методами. Партии сорбента применяются в полевых условиях для быстрого и полного (> 97%) выделения радиоцезия из природных вод. Такие вещества могут быть широко использованы населением загрязненных районов для очистки питьевых грунтовых вод в портативных домашних установках. Реально создание установок для очистки воды и молока, производительностью в десятки литров в минуту. Представляется, что предлагаемые методы и вещества могут найти широкое применение при ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.



ИЗВЛЕЧЕНИЕ ПЛУТОНИЯ ИЗ НЕОЗДМЛЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПОЧВ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ
ОТ АВАРИИ НА ЧАЭС.

Кузнецов А.В., Орлов П.М., Мулламурова Г.Р.
(ЦИНАО), г. Москва

Нами исследовались образцы почв, отобранные на территориях, подвергшихся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС. Из проанализированной совокупности образцов для детального изучения были выбраны два высокоактивных образца почвы с содержанием плутония более 100 Бк/кг, три среднеактивных образца с содержанием 10-50 Бк/кг и пять низкоактивных с содержанием менее 5 Бк/кг.

Образцы почвы последовательно обрабатывались азотной кислотой с концентрацией 1 и 8 моль/дм³ при соотношении почва-раствор как 1:5. Остатки почвы после обработки полностью растворялись в смеси азотной и фтористоводородной кислот.

Полученные результаты приведены в таблице.

№ п/п	Содержание плутония	Количество образцов	Степень извлечения, %		
			1М Н/VO ₃	8М Н/VO ₃	14М Н/VO ₃ +HF
1.	высокое	2	12	57	32
2.	среднее	3	18	70	12
3.	низкое	5	14	76	10

Как видно из приведенных данных, для всех образцов имеет место максимальное значение плутония 8 моль/дм³ азотной кислотой. Для высокоактивных образцов она оставляет 57, для средне- и низкоактивных - соответственно 70 и 76 %. Около 30 % плутония, находящегося в высокоактивных образцах, растворяется в смеси концентрированной азотной и фтористоводородной кислот. Изотопный состав извлекаемого из почвы плутония различными способами остается постоянным.

РАДИОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ .

РИХВАНОВ Л.П., КАПТАНОВ И.Г.

Политехнический институт, г. Томск.



На сегодняшний день радиографические методы исследования природных объектов находят всё более широкое применение в экологических исследованиях, что было отмечено на решении III Всесоюзного радиогеохимического совещания (Томск, 1991).

Данный ядерно-физический метод исследования позволяет определять концентрацию, пространственную локализацию и формы нахождения урана, тория и продуктов их распада, плутония и других техногенных радионуклидов как осколочного, так и активационного происхождения.

Нами рассмотрена возможность использования радиографии для решения проблемы радиоактивных загрязнений в различных регионах страны.

Так, в одном из рассмотренных случаев была выявлена мощная гамма-аномалия. Методом гамма-спектрометрии было установлено, что природа аномалии техногенная и обусловлена присутствием кобальта-60 и марганца-54. На макро-радиографиях отчетливо фиксировались точные выделения источников суммарного альфа-бета- и гамма-излучения.

Радиография на нитроцеллюлозной плёнке, на которой фиксировалось только наличие альфа-излучателей в исследуемом объекте, показала, что источники гамма-излучения (кобальт, железо, марганец) пространственно разобщены от источника альфа-частиц, что предполагало наличие мощного альфа-излучателя. Какой же нуклид несёт ответственность за это? Для этих целей мы применили метод осколочной (ξ) радиографии на лавсановом детекторе, который позволяет фиксировать делющиеся под воздействием тепловых нейтронов изотопы урана-235 и плутония-239.

На детекторе было зафиксировано наличие точечных выделений осколочного элемента. На основании того, что в спектре гамма-излучения отсутствовал уран, сделан вывод о присутствии в изученной техногенной радиоактивной аномалии кроме активированных компонентов (кобальт, марганец), обуславливающих наличие гамма-излучения, и мощного плутониевого альфа-излучателя.

По аналогичной схеме нами исследовалась природа "горячих" участков ЧАЭС, подтвердивший их сложный состав.

658



ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ
ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОД ОТ РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

И.Ш.Дреснер, В.А.Копеевский, В.М.Федотов

ВНИИгеолнеруд, г.Казань

Природные сорбенты в силу своих физико-химических свойств, широко распространенности и дешевизны активно используются для очистки различных жидкостей и газов от вредных примесей. Известно, что различные минеральные сорбенты обладают избирательной сорбционной способностью по отношению к разнообразным видам и типам загрязнений и, в частности к радионуклидам.

В результате катастрофы на Чернобыльской АЭС образовался большой спектр загрязненных природных вод не только по активности, но и по составу радионуклидов, который наряду с водами действующих производств требует обязательной очистки от радионуклидов до норм ДЧР.

С этой целью сотрудниками ВНИИгеолнеруд, совместно с УГ ЦНИИЭВРОм и ЧУЭСом, были проведены лабораторные и натурные испытания минеральных сорбентов всевозможных типов с разных месторождений СССР. Это неолиты месторождений Тедзми, Дзегви (Грузия), Ап-Даг (Азербайджан), Хунгуру (Якутия), Пегасское (Кемеровская обл.), Холинское, Шивиртуйское (Забайкалье); опоки месторождения Килачево, Зикеево, Каменный Яр (Россия); бентонитовые и палтор-скитовые глины Черкасского месторождения (Украина); перлиты Надеждинского и Нежданового месторождений (Приморье) и другие; всего более 50 видов. В опытах по локализации радионуклидов на пути их миграции в естественных водоемах окрестностей ЧАЭС использовалась вода. Это, например, вода "Голубого ручья" общей активностью 10^{-10} Ки/л, или вода из раскопе ПЭРО "Рыжий лес", общей активностью $8,14 \times 10^{-8}$ Ки/л. Исходная вода и вода после очистки минеральными сорбентами исследовалась на общую активность и на нуклидный состав. На основе полученных результатов были сделаны выводы о целесообразности использования конкретных минеральных сорбентов для очистки загрязненных природных вод. Наряду с опытами по сорбции радионуклидов, проводились опыты по десорбции, показавшие возможность вымывания уже адсорбированных радионуклидов из сорбентов.

Б.П.
24

6511)
- 106 -
ВТОРИЧНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ
И ДЕЗАКТИВАЦИЯ ТЕРРИТОРИЙ

Соколов В.В. и Агаркова А.А.

Тульский политехнический институт, г.Тула

В результате вторичных процессов переноса радионуклидов в Плавском районе образовались локальные зоны, где активность с учетом распада в 2-3 раза превышает средний уровень. Такие локальные участки с повышенной плотностью загрязнения представляют определенную опасность в черте города, т.к. формируются в пониженных участках за счет механического переноса с дождевыми и тальными снеговыми водами. Примером служат "пятна" на рыночной площади, на остановках автобусов, на территориях детских садов. За чертой города повышенные концентрации радионуклидов образуются в пониженных участках подножья склонов. В докладе показаны результаты картирования подобных зон в Плавском районе и в пределах Добруш-Злынковского пятна. Расчеты показывают, что подобные аномалии приводят к увеличению эквивалентных доз облучения на 15-30 %, а в отдельных случаях в два раза. В Ульяновском и Хвастовичском районах Калужской области отмечается повышенная загрязненность молока при выпасах на склонах баблочной сети. В докладе приведены материалы картирования.

Для снижения внешнего облучения и предотвращения внутреннего поступления радионуклидов предлагается довольно простая схема дезактивации, приводящая не только к снижению внешнего облучения, но и практически устраняющая поступление загрязнения в молоко. Задача состоит в том, чтобы удалить самый верхний наиболее загрязненный слой почвы, который фрагментируется с ростом корневой системы растений. Крупный рогатый скот окучивает этот слой и посылается загрязненность молока. При переворачивании этого слоя о укладкой его на глубину 10-15 см происходит снижение уровня гамма-радиации (МЭД) в 2-3 раза и удаление самого верхнего активного слоя. Поступление радионуклидов в молоко сокращается в 4-6 раз.

Опытные-миграционные работы на экспериментальных участках показали эффективность этого метода дезактивации как первичных, так и вторичных скоплений радионуклидов, а также загрязненных территорий в городской черте. Ускорения миграции нуклидов не отмечается. В докладе приведены графики и разрезы по результатам дезактивационных работ. Технология рекомендуется для внедрения.

1-660



ПАЛЫГОРСКИТОВЫЕ ГЛИНЫ КАК ПРИРОДНЫЙ
АДСОРБИРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ РАДИОНУКЛИДОВ
ИЗ ЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД



И.И.Зачиулин, М.Ш.Дрешер, В.А.Копейкин, В.М.Федотов
ВНИИгеолнеруд, г.Казань



Палыгорскитовые глины (торговое название аттапульгиты) - природные минеральные сорбенты, используемые в мировой практике главным образом как универсальный поглотитель. Они применяются в качестве избирательного и фильтрующего сорбента, осушителя, дезодоранта, ингибитора, суспенгатора, наполнителя и в других целях. Известно, что в атомной промышленности США для удаления высокоактивных отходов использовался метод адсорбции из них палыгорскитовыми глинами (аттапульгитами) ионов стронция-90 с последующей фиксацией при температурах свыше 1000°C, при которых происходит остекловывание глин и переход радиоактивных материалов в нерастворимые соединения.

В результате исследований ВНИИгеолнеруд, моделирующих геохимические пути миграции радионуклидов и проведенных непосредственно в зоне ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС, установлено, что палыгорскитовые глины ряда месторождений СССР хорошо сорбируют такие радионуклиды как церий -144, цезий - 134, 137, рутений - 106, сурьма -125 и другие. Так, палыгорскит Черкасского месторождения снижает суммарную активность природных вод с $2,5 \times 10^{-8}$ Ки/л до $3,6 \times 10^{-10}$ Ки/л. Опыт проводился в течение двух лет на естественных образцах палыгорскитовых глин. В качестве исходного объекта была взята вода из шурфа в районе ПЗРО "Гриный лес" с исходной общей активностью $2,5 \times 10^{-8}$ Ки/л.

Полученные данные позволяют рекомендовать использование палыгорскитовых глин в целях улучшения экологической обстановки в районах, попавших под воздействие аварии на Чернобыльской АЭС.

**ВАРИАНТ АППАРАТУРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ РАДИОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА,
ОСНОВАННОГО НА СОРБИЦИОННОМ ВЫДЕЛЕНИИ МИКРОКОМПОНЕНТОВ, В
ЗАДАЧАХ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.**

И.Д. Гетенеков, Е.И. Денисов, Ю.В. Егоров, Е.Г. Ипатова,
Т.А. Недобух, С.Н. Новикова, Г.Г. Оленичева, Л.М. Хитров
(УТИ, г. Свердловск, ГЕОХИ, г. Москва)

Решение задачи мониторинга окружающей среды и прогнозирование миграции естественных и техногенно рассеянных радионуклидов требует разработки экспрессных методов радиохимического анализа и аппаратуры для их осуществления.

Блок сорбционного концентрирования предназначен для осуществления методик радиохимического анализа поверхностных вод на природные и техногенные радионуклиды с учетом их форм состояния. Блок состоит из емкости для анализируемой пробы, объем которой определяется уровнем исходной активности воды, фильтрующего устройства для отделения взвеси и коллоидных частиц, перистальтического либо любого другого насоса для прокачки пробы через многосекционную колонку, загруженную различными сорбентами в зависимости от радионуклидного состава воды. Дальнейшую переработку концентратов (сорбентов и взвеси) проводят в соответствии с методиками радиохимического анализа.

Определение радионуклидов цезия, стронция и РЗЭ из одной пробы воды проводят с использованием трехсекционной колонки, содержащей гидроксид титана для извлечения РЗЭ, ферроцианид никеля-калия для извлечения цезия, катионит КУ-2 для извлечения стронция. Объем анализируемой пробы, массы сорбентов зависят от ожидаемой удельной активности. Для природных вод с удельной активностью менее 10^{-12} Ки/л время концентрирования составляет 3 часа, объем пробы 100 л, масса концентратов для различных радионуклидов 10-50 г. Общее время радиохимического анализа определяется временем концентрирования и временем радиометрирования при заданной погрешности измерения.

Таким образом в виду таких преимуществ как экспрессность, селективность, универсальность и простота исполнения комплексный радиохимический анализ является наиболее приемлемым для проведения широкомасштабных радиозэкологических исследований.

Комплексный подход к определению содержания искусственных радионуклидов в объектах окружающей среды на основе экстракционно-хроматографических методов.

Новалев А. В., НПО "Припять", г. Чернобыль
Брмаков А. И., НПО "Припять", г. Чернобыль
Кремлякова Н. Ю., ГЕОХИ АН СССР, г. Москва

Определение содержания искусственных радионуклидов в объектах окружающей среды представляет собой достаточно простую задачу. Если радионуклиды, имеющие γ -составляющую (Cs, Ru, Zr, La, Ce и т.д.), надежно определяются γ -спектрометрически как качественно, так и количественно в изучаемых объектах без их особой пробоподготовки, то такие радионуклиды как Sr-90 и Pu-239 требуют их обязательного радиохимического выделения. Как правило, используемые методы определения этих радионуклидов трудоемки, длительны, требуют различной пробоподготовки. В настоящей работе предложен комплексный подход к определению содержания радионуклидов стронция и плутония на основе экспрессных методов с использованием экстракционной хроматографии и единой пробоподготовки исследуемого объекта. В качестве пробоподготовки применяют кислотное выщелачивание прокаленного образца с помощью 7.5 М азотной кислоты. Полученную азотнокислую вытяжку корректируют до 1.5-2.0 М и последовательно пропускают через две экстракционно-хроматографические колонки, селективно извлекающие Pu и Sr. Для извлечения Pu используют в качестве неподвижной фазы нитрат триоктилметиламмония, а для Sr-раствор дициклогексано-18-краун-6 в тетрахлорэтана.

Предложенный подход позволяет сильно упростить процедуру радиохимического выделения лантанических элементов, сократить время анализа, добиться достаточно высоких химических выходов и степеней очистки от мешающих радионуклидов. С помощью данного подхода были проведены анализы почв, вод, растений и сельхозпродукции в 30-км зоне ЧАЭС и прилегающих областей.

661

ИЗУЧЕНИЕ ПОДВИЖНОСТИ РАДИОНУКЛИДОВ В ЛАНДШАФТАХ БЕЛОРУССИИ

В. К. Лукашев, Е. И. Лосева

Институт геохимии и геофизики АН БССР, г. Минск

Для решения экологических проблем большое значение имеет изучение форм нахождения элементов в почвах, горных породах, водах и других компонентах ландшафтов. С этой целью в Лаборатории геохимии гипергенеза ИГиГ АН БССР используются методы последовательных вытяжек, искусственные сорбенты, помещаемые в грунт и водные потоки, а также другие лабораторные экспериментальные исследования, в частности, выращивание растений на загрязненных радионуклидами грунтах с различными добавками.

С помощью этих методов выявлена различная подвижность радионуклидов в отдельных ландшафтах и провинциях, например, в ближней, прилегающей к Чернобылю зоне, и удаленной от нее. Наиболее информативны исследования, проведенные с применением искусственных сорбентов. Экспериментально было установлено, что наиболее эффективными высококабирательными на радионуклиды сорбентами являются волокнистые целлюлозные сорбенты на основе полифосфатов целлюлозы, которые, наряду с полифосфатными группами, содержат остатки фосфорно-молибденовой гетерополиокислоты $[P_2W_{10}Mo]$ или ферроцианидные $[Fe(CN)_6]$ либо фосфорномолибденовые структурные элементы и ферроцианиды $[P_2W_{10}(CN)_6]$. Для таких сорбентов коэффициент сорбции (K_c) по цезию-137 достигает 15.

Опыты с сорбентами регулярно повторяются, в связи с чем получена возможность судить о динамике процессов миграции радионуклидов в ландшафтах.

ИНТЕГРАЛЬНЫЕ И СПЕКТРАЛЬНО-УГЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛЯ
ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ, ЗАГРЯЗНЕННОЙ В РЕЗУЛЬТАТЕ
АВАРИИ НА ЧАЭС

Галушкин Б. А., Макушкин С. Г., Савкин М. Н., Титов А. В.
Войсковая часть 52609, ИБФ МЗ СССР, г. Москва

В период с 1986 г. по 1989 г. проводились исследования характеристик полей гамма-излучения от радиоактивных выпадений в 30-км зоне Чернобыльской АЭС. Представлены интегральные и дифференциальные характеристики, полученные на участках местности с различным радионуклидным составом выпадений.

Измерения гамма-спектров в полевых условиях проводились гамма-спектрометром со сцинтилляционным блоком детектирования (кристалл NaI(Tl) размерами 0,10x60мм) и анализатором NC-482B.

Радионуклидный состав выпадений определялся при помощи гамма-спектрометрии проб грунта на спектрометре с полупроводниковым блоком детектирования типа GFG-SH фирмы "ORTEC" (рабочий объём 91 куб. см) и анализатором "Nocla" LP-4900B. Энергетическое разрешение спектрометра 2,5 кэВ по линии Cs-137 в 662 кэВ.

Экспериментальные данные сравниваются с данными, полученными на основе математического моделирования процессов формирования полей гамма-излучения.

Анализ представленных материалов указывает на малую чувствительность угловых характеристик к изменению энергетических. Спектральный состав характерен ярко выраженной линией на уровне 0,65-0,70 МэВ на всем временном интервале. Средняя энергия спектра зависит от состояния подстилающей поверхности.

Бир
68

- 112 -

664

ВОЗМОЖНОСТЬ ОЦЕНКИ ГЛУБИННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ПОЧВЕ ПО
СОВМЕСТНЫМ ПОКАЗАНИЯМ РАДИОМЕТРОВ РАЗНОГО ТИПА.

Силантьев А.Н., Шкуратова И.Г.

Институт экспериментальной метеорологии НПО "Тайфун", г.Обнинск

Проходя через поглотитель, гамма-излучение рассеивается. На выходе из поглотителя вместе с первичным гамма-излучением обнаруживается гамма-излучение более низких энергий, чем первичное. Этот эффект используется для определения толщины поглотителя. Этот же эффект может быть использован и для определения вертикального распределения гамма-излучателя по профилю почвы. При этом необходимо заранее знать характер распределения. Многочисленные исследования вертикальной миграции цезия-137 по профилю почвы, проведенные авторами работы, показали, что миграция может быть хорошо представлена квазидиффузионным процессом с учетом направленного переноса. А это позволяет оценить и характер глубинного распределения цезия-137 по профилю почвы.

В качестве показателя заглубления цезия-137 в почву может быть использовано соотношение между первоначальным и рассеянным гамма-излучениями выходящими из почвы. Если учесть тот факт, что радиометры разного типа по-разному реагируют на гамма-излучение различной энергии, то по соотношению, полученному по показаниям радиометров с разной чувствительностью к мягкому гамма-излучению, можно судить о соотношении рассеянного и нерассеянного гамма-излучений. В качестве радиометра с повышенной чувствительностью к мягкому гамма-излучению нами был использован СРМ-68 (аналогичными свойствами обладает и СРМ-88) а в качестве радиометра, у которого нет этой повышенной чувствительности - ДРГ-01Т.

Для проведения исследований в месте отбора проб были проведены измерения величин мощности дозы с помощью СРМ-68 и ДРГ-01. Глубина отбора проб составляла 10 см. В таблице приведена зависимость доли содержания цезия-137 в слое почвы 5-10 см от величины отношения показаний приборов СРМ и ДРГ (СРМ/ДРГ). Как видно из таблицы, увеличению доли содержания цезия-137 в слое 5-10 см соответствует увеличению отношения СРМ/ДРГ. Таким образом, по величине отношения СРМ/ДРГ можно судить о глубине проникновения цезия-137 в почву.

665



БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ РАДИАЦИОННО-ЗАГРЯЗНЕННЫХ ПОЧВ

Ефремов А.Л. Институт экспериментальной ботаники АН БССР, Минск

Компоненты радиоактивных выбросов, поступившие в почву в результате катастрофы на ЧАЭС, в первые годы активно сорбировались в поверхностном покрове и верхних слоях почвы. Высокой радиоактивностью обладают лесная подстилка, зеленые мхи и лишайники. Плотность радиоактивного загрязнения почвы варьирует от 0,3 до 40 Ки/км² территории. Наибольшая концентрация радионуклидов обнаружена в пятисантиметровом слое почвы, вертикальная миграция которых наблюдается на глубину почвенного профиля до 30 см, захватывая подстилку, гумусово-аккумулятивный, подзолистый, а в единичных случаях, иллювиальный горизонты серии авто- и полугидроморфных почв суходольных фитоценозов (сосняки, березняки, дубрава), более интенсивно загрязнены оторфованные горизонты гидроморфных почв (черноольшаники, пойменные луга).

В настоящее время основными радиационными компонентами загрязнения являются изотопы цезия и стронция, первые заметно связываются фракцией гуминовых, а вторые - фракцией фульвокислот, скорость миграции которых незначительна, а самоочистение почвы маловероятно. В связи с чем особый интерес представляет состояние почвенной биоты, как одного из действенных механизмов микробиологического самоочистения почв и тестирования почвенных биохимических процессов.

Исследования проводились прямыми микроскопическими методами учета длины гиф мицелия микроскопических грибов, актиномицетов и численности бактерий после окраски препаратов акридиновым оранжевым на микроскопах МБИ-15У и ЛОМАН-ИУФ-1. Длина мицелия учитывалась в метрах, а численность бактерий в миллиардах клеток на 1 г почвы.

Полученные результаты указывают на сотни метров на 1 г почвы в гумусово-аккумулятивных горизонтах лесных почв мицелия микроскопических грибов, актиномицетов не более 5-8% от массы микробиоты, численность бактерий до 5-6 млрд клеток на 1 г почвы. Наиболее четко заметна реакция численности бактерий к радиационному фону: при менее высоких дозах характерна высокая численность бактерий, относительно максимальные величины отмечают резкое снижение численности бактерий, низкий уровень соответствует бактериальной заселенности почв контрольно "чистых" фитоценозов. По длине гиф мицелия микроскопических грибов аналогичной зависимости выявить не удалось.

666
- 114 -

**РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛАНДШАФТНО - ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
МОДЕЛЬНОГО ПОЛИГОНА В 30-КМ ЗОНЕ ЧАЭС**

**ПОЛИКАРМОВ Г.Г., ЛАЗОРЕНКО Г.Е., ДАВИДЧУК В.С., РИСИК Н.С.,
КОРОТКОВ А.А., МИРЗОЕВА Н.Д.**

ИнБХМ АН УССР, г.Севастополь

Модельный полигон, расположенный на водосборе р.Сахан - одного из притоков р.Припять, выбран как базовый для исследования миграции радионуклидов ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu , ^{238}U в водных экосистемах. Полигон разбит на три участка с различными углами наклона водостока и разной степенью загрязненности радионуклидами черновыльского происхождения. Находясь в 30-км зоне ЧАЭС, данный полигон наименее подвержен хозяйственной деятельности. Р.Сахан имеет небольшую ширину, что способствует детальному исследованию поперечных разрезов, проводимых относительно ее течения.

Выбраны пять основных подполигонов изучения ландшафтно - геохимических параметров территории вдоль русла р.Сахан. На них проводили отбор проб воды, донных отложений и почв прилегающих к реке участков суши, расположенных на расстоянии 0 - 100 м от реки и являющихся продолжением поперечных разрезов на подполигонах, с целью определения концентраций в них ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{239}Pu и ^{238}U .

Предпринята попытка установить взаимосвязь ландшафтно - геохимических характеристик исследуемого полигона и содержания радионуклидов в воде, донных отложениях водной системы р.Сахан и почвах прилегающих территорий.

Дальнейшее изучение данного модельного полигона позволит определить вклад отмеченных выше радионуклидов, привносимых в р.Припять с отдельных районов, расположенных в пределах 30-км зоны ЧАЭС, в формируемые в ней уровни радиоактивного загрязнения воды и донных отложений.