

INIS-RU--350

+ RU 93A 2467

*100*

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
КОМИССИЯ ПО ЭКОЛОГИИ  
ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ, ГЕОХИМИИ И ГОРНЫХ НАУК  
ОРДЕНА ЛЕНИНА И ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ИНСТИТУТ ГЕОХИМИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
ИМЕНИ В. И. ВЕРНАДСКОГО  
ИНСТИТУТ РАДИОБИОЛОГИИ АН БССР  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ «ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД  
ТЕХНОГЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ» («АЭС-ВО»)  
ПРИ ГЕОХИ АН СССР

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПУТИ МИГРАЦИИ  
ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ  
В БИОСФЕРЕ**

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ  
IV КОНФЕРЕНЦИИ НАУЧНОГО СОВЕТА  
ПРИ ГЕОХИ АН СССР  
ПО ПРОГРАММЕ «АЭС-ВО»

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

КОМИССИЯ ПО ЭКОЛОГИИ  
ОТДЕЛЕНИЕ ГЕОЛОГИИ, ГЕОФИЗИКИ, ГЕОХИМИИ И ГОРНЫХ НАУК  
ОРДЕНА ЗНАМЕНИ И ОРДЕНА ОКТАБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ  
ИМЕНИ В.И. ВЕРНАДСКОГО  
ИНСТИТУТ РАДИОБИОЛОГИИ АН БССР  
НАУЧНЫЙ СОВЕТ "ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД ТЕХНОГЕННЫМИ  
РАДИОНУКЛИДАМИ" ("АЭС-ВО") ПРИ ГЕОХИ АН СССР

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПУТИ МИГРАЦИИ КОСМОСТЕВНЫХ  
РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ

Тезисы докладов  
IV конференции Научного Совета при ГЕОХИ АН СССР  
по программе "АЭС-ВО"

г. Гомель  
октябрь 1990 года

212  
8990 9

УДК 539.16.04; 577.391; 550.378; 560.424  
550.7; 546.799..631.41; 546.799.4..631.41  
631.416.8

В сборнике представлены тезисы докладов, посвященных вопросам распределения, формы нахождения и миграции искусственных радионуклидов в биосфере, моделирования их поведения в её отдельных компонентах и системах. Обсуждаются принципы и методы мониторинга радиоактивности биосферы.

Редакционная коллегия: Хитров Л.М. (ответственный редактор),  
Коробова Е.М., Павлоцкая Ф.И., Новикова С.К., Кузнецов Г.А.

Заказ 2006 Подписано к печати 17.09.90 Тираж 400

Спично-полиграфическое предприятие ЦНИИЭМатэрома  
Москва, ул. Вавилова, 69



## СО Д Е Р Ж А Н И Е

## I. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ И МИГРАЦИИ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ

## I.1. Биодинамико-геохимические исследования искусственных радионуклидов

Ветров В.А., Толоконников А.Е., Яшиков С.И., Никиталко М.И. "Распределение и миграция чернобыльских радионуклидов в наземных экосистемах природных ландшафтов на Европейской территории СССР".....	17
Власов В.К., Черных Э.В., Батмудбалзова Н.Л., Аленьева Л.И. "Физические и химические аспекты процессов поступления радионуклидов во внешнюю среду в результате аварии на ЧАЭС".....	16
Давидчук Б.С. "Геохимические барьеры на пути миграции радионуклидов в почвенных ландшафтах области дельтовского оледенения".....	18
Кадяцкий В.В., Кадяцкий О.В. "Тенденции поведения поперечной гамма-активности в различных ландшафтных ситуациях".....	12
Кипиани Е.И., Токаревский В.В. "Альфа-загрязнение в Евразийского континента вследствие аварии на Чернобыльской АЭС".....	21
Коробова Е.М., Бадьян Е.Б., Коробяков Л.А. "К вопросу об изучении динамики распространения чернобыльских радионуклидов в почвах сопряженных ландшафтов почвенного типа".....	23
Дудалев В.К. "Биодинамико-геохимическое изучение БССР как основа прогноза миграции радионуклидов".....	24
Душарев В.И., Лосева Е.И., Семояленко И.М. "Сезонности миграции радионуклидов в городской среде".....	25
Монсаевко И.Ф., Петрилов Е.П., Назнова Т.Г., Неомедкова Л.И., Соколин Г.А. "Миграция радионуклидов в биосфере ЧАЭС в лесных ландшафтах Вологудской".....	26
Перельман А.И., Антохин А.В., Бурисенко Е.И., Кавалкина Н.З., Семенов А.Е. "Биодинамико-геохимические условия районов размещения АЭС".....	27

Петряев Е.Л., Соколик Г.А., Иванова Т.Г., Коро- зова Т.К., Суриач Н.Г. "Основные закономерности миграции "Чернобыльских" радионуклидов в ландшаф- тах юга ВССР.....	28
Ромашов С.Л. "Геохимические поля распределения ра- дионуклидов и их структурные особенности".....	29
Стушик Е.Д., Халикова Р.Х., Садолько И.В., Стушик В.Я. "Изучение вертикального распределения радионуклидов на калибровочных ландшафтных пло- щадках в зоне ЧАЭС".....	30
<b>1.2. Формы нахождения и миграции техногенных радионуклидов в почвах и системах: почва-вода</b>	
Агапкина Г.И., Тихомиров Ф.А., Сельварова Н.И. "Распределение стронция-90 между твердой и жидкой фазамн лесных почв ближней зоны ЧАЭС".....	32
Анания В.Л. "Особенности распределения стронция-90 и цезия-137 в почвах Армении".....	33
Бобовникова Ц.И., Коноплев А.В., Махонько К.П., Сиверина А.А., Вирченко Е.П., Рботнова Ф.А., Воложтин А.А., Шкуратова И.Г. "Химические формы радионуклидов в атмосферных выпадениях после Чер- нобыльской аварии и их трансформация в почве".....	34
Бенцдарь С.И., Сидельцева И.А., Сутилова В.В. "Распределение изотопов цезия и стронция ко формам в радионуклидозагрязненной почве".....	35
Булачков А.А., Коноплев А.В., Бобовникова Ц.И. "Исследование механизмов формирования концентра- ций стронция-90 в поверхностном стоке с подсоборов 30-ти километровой зоны ЧАЭС".....	36
Васильев Н.Н., Румянцева С.В., Савостьянов С.Д. "Изучение радиационной обстановки в районе "Кольцовского плена" радионуклидного загрязнения продуктами аварии на ЧАЭС".....	37
Войцехович О.В., Лелтов Г.В., Демчук В.В. "О ки- нетике порочода радионуклидов в системе "почва- вода" в условиях пойменного ландшафта ближней зоны ЧАЭС".....	38

Давыдов В.П., Вороник Н.И., Шатило Н.И., Гускин В.Г. "Изучение форм нахождения радионуклидов в почвах".....	39
Долги В.В., Пушкаров А.В., Скоробогатько Е.П. "Радионуклиды аварийного выброса ЧАЭС на территории санитарной зоны Ровенской АЭС".....	40
Есамова Е.В., Ивлиев А.И., Коробова Е.И. "Стронций-90 в почвах полесских ландшафтов Киевской области".....	41
Казнов В.А., Кашларов В.А., Вондари Л.Ф., Оренич Л.А., Озернов А.Г. "Закрепление и трансформация в почвах радионуклидов, представленных различиями компонентами почвенного выброса ЧАЭС".....	42
Кевиладзе М.Ш., Рухадзе И.И., Сикеладзе Т.Б. "Определение содержания цезия-134 и цезия-137 в почвах Грузии".....	43
Красноперова А.П., Воур-Чискаленко Э.О., Улчорашвили И.Г. "Изучение миграции глобального цезия-137 при оценке эродированности почв".....	44
Кудашов В.П., Миронов В.П., Крив А.И., Грушович Л.Е. "Сравнительная характеристика подвижности различных радионуклидов в почвах".....	45
Кузнецов В.А., Генералова В.А. "О миграции изоброната стронция-90 в системе почва - вода".....	46
Маджуга И.И., Тамболевский А.А. "Миграция радионуклидов в почвах БССР".....	47
Миронов В.П., Дружаченко И.А. "Радионуклиды излучения на территории Хмельницкого района БССР на три года после аварии".....	48
Молчанова И.В., Караганова Е.И., Михайловский Л.И. "Шлифов режим увеличения на миграцию радионуклидов в почве аварийной зоны Чернобыльской АЭС".....	49
Новикова С.К., Савостьянов С.Ю. "Особенности миграции долгоживущих радионуклидов в почвах районов, подвергшихся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС".....	50
Переволятник Л.В., Семенович А.И., Пристор В.С. "Динамика интенсивности вертикальной миграции радионуклидов в почвах зон ЧАЭС".....	51

Перехрест Б.С., Чулак В.К., Вуравлев Е.П. "Исследованная миграция радионуклидов на территории в зоне влияния аварии Чернобыльской АЭС".....	52
Петрляев Е.П., Овсянникова С.В., Кильчичкал С.Л., Лобнина И.Я., Рубинчик С.Я., Соколик Г.А.	
"Роль органического вещества почвы в миграции радионуклидов Чернобыльского выброса".....	53
Петрляев Е.П., Овсянникова С.В., Соколик Г.А., Лобнина И.Я., Рубинчик С.Я., Модинская Л.В.	
"Об изменении формы нахождения радионуклидов на загрязненной территории БССР".....	54
Петрляев Е.П., Овсянникова С.В., Соколик Г.А., Рубинчик С.Я., Лобнина И.Я. "Изучение миграционных форм радионуклидов в почвах методом последовательного гелекачественного анализа".....	55
Погодина Р.И., Диденко И.Г., Суркова Л.В., Попова И.Я.	
"Закономерности трансформации свойств искусственных радионуклидов в почвенной системе".....	56
Пристер Б.С., Соболев А.С., Перепелятникова Л.В.	
"Сорбция цезия-137 почвой рисовых чеков в Харьковской и Крымской областях".....	57
Соколов В.В., Агаркова А.А. "Вторичные концентрации радионуклидов по восточному следу выбросов ЧАЭС".....	58
Хилич С.П. "Миграция радионуклидов в почвах типичных ландшафтов зоны радиоактивного загрязнения ЧАЭС".....	59
Чуриков Л.А., Галиев Я.И., Зубарев В.Г., Круглов С.В., Суздальцева Н.Е., Булкин Б.А., Арсентьев С.И.	
"Средств деления содержания гамма-излучающих радионуклидов плутония в атмосферной пыли при различных сельскохозяйственных технологиях".....	60
Дуктонова И.И., Кошан И.Г., Таскаев А.И. "Вертикальное распределение плутония-238 и плутония-239,240 в некоторых почвах 30-км зоны ЧАЭС по состоянию на 1989 г.".....	61
<b>1.3. "Горькие частицы" и радиоактивное загрязнение после аварии на ЧАЭС</b>	
Богачев С.А., Воровой А.А., Дасурский В.И., Етески Л.А., Исаев Н.В., Домоусов В.В., Лебедева Л.И., Матвеев И.В.,	



Никитин В.Н., Обухова Л.А., Семан И.А., Смирский В.И. "Об устойчивости наиболее радиологически опасных радионуклидов в различных формах топливного выброса при аварии на ЧЭС".....	63
Викторова Н.В., Гартгер Е.М. "Характеристика коро- золивых радионуклидных частиц по выщелачиваю на листочках пластичных растений".....	64
Гладких Б.А., Горбунов С.В., Макушкин С.Г., Ма- лишев В.П. "Распределение и радионуклидный состав топливных частиц в 60-ти километровой зоне ЧЭС".....	65
Гартгер Е.М., Викторова Н.В. "Обсечение радиационное загрязнение приповерхностного слоя атмосферы в 30-ки зоне ЧЭС и прилегающей территории".....	66
Гартгер Е.М., Кашпаров В.А., Кутыков В.А., Тер-Саяков "Выщелачивание поступления "горячих" частиц аварии на ЧЭС в условиях процессов миграции радиоактивных продуктов в биосферу".....	67
Горяченкова Т.А., Клиникова И.Е., Павлюченко Ф.И., Тузова А.М. "Содержание и формы нахождения некото- рых радионуклидов в "горячих частицах".....	68
Демчук В.В., Вощежович О.Е., Лелюга Г.В., Маро- сеза В.В. "Анализ процессов миграции диспергиро- ванного ядерного топлива и продуктов деления в водно-почвенных средах близкой зоне ЧЭС".....	69
Делан В.В., Бондаренко Г.Н., Соболевич Э.В. "Список изотопов-продуктов диффузии строения-60 и ве- сия-137 в топливных частицах аварийного выброса ЧЭС".....	70
Евстипов И.А., Тер-Саяков А.А., Куринный В.Д., Кашпаров В.А., Малин Э.В., Прошкин В.П., Зурба В.А. "Соотношения между топливной и конденсационной компонентами радиоактивных выделений, образовав- шихся в результате аварии на ЧЭС".....	71
Миронов В.П., Кудряшев В.П., Грудзинский Л.Е., Крив А.И., Долгов А.В., Макарович В.М., Голикска Н.В., Колот- кова И.А. "Выщелачивание радионуклидов и "горячих частиц" различными растворителями".....	72
Михалев А.И., Тер-Саяков А.А., Куринный В.Д., Несо-	

поронко О.В. "Устойчивость топливных частиц РВ в почвах 30-й зоны".....	73
Оляховик В.А., Чебаненко С.И., Костяченко Н.Г. "Радониды воды - вероятный механизм выхода радионуклидов из "горячих частиц" топливного генезиса".....	74
Петраев Е.П., Лейнова С.Л., Дамильченко Е.М., Дуксина В.З., Соколик Г.А. "Распределение и вертикальная миграция активных частиц в почвах юга Белоруссии".....	75
Петраев Е.П., Лейнова С.Л., Дамильченко Е.М., Самодуров Б.И., Соколик Г.А. "Механическая устойчивость активных частиц, обнаруженных на территории Белоруссии".....	76
Слукин Е.Д., Щижков Н.А., Штаткин Н.Н. "Горячие" частицы во вторичных выделениях в зоне Чернобыльской АЭС".....	77
Хирура Л.М. "Горячие частицы" - что же это такое?.....	78
Черкашкин В.О., Хирура Л.М., Колесов Г.М., Лоранц А.Л. "Изучение состава горячих частиц".....	79
Черкашкин В.О., Шалаева Т.В., Сосновских С.В. "Выход "горячих частиц" в активность проб почвы, отобранных в зоне ЧАЭС".....	80
Черкашкин В.О., Шалаева Т.В., Рязанов В.М. "Плюгониды и аэрозоль в "горячих частицах".....	81
<b>I 4. Миграция радионуклидов в системе почва-растение, их поступление и интеграция цепи</b>	
Вадкович В.И. "Радиоактивность естественной и культурной флоры сельхозов в районах БССР с повышенным радиационным фоном".....	83
Ветров В.И., Штаткин Н.Н. "Оценка антропогенной миграции чернобыльских радионуклидов за пределы загрязненной территории с урожаем с/х культур".....	84
Дугиной В.И., Овсянни Р.И., Пристор В.С., Мерепольникова Л.З. "Влияние агрохимических и агрометеорологических факторов на накопление цезия-137 в сельскохозяйственных культурах".....	85
Евдокимова Е.В., Карозина Е.М., Сосновских С.В. "Распределение радионуклидов в растительном	

покрые дальней зоны воздействия аварии на Чернобыльской АЭС".....	86
Клинь И.И., Перелешиников Г.П., Пристер В.С.	
"Миграция цезия-137 аварийного выброса в чернобыльской АЭС в систему почва-луговое растение"....	87
Кузнецов А.В., Зыгин В.К., Росляков С.П., Шуляков З.С.	
"О связи содержания радионуклидов стронция в почвах с дискриминацией по отношению к " траве при их поступлении на почву в растения".....	88
Нафитова И.Г., Алексаненко В.И. "Грибы, лишайники и мхи - биоиндикаторы радионуклидного загрязнения среды в зоне Чернобыльской АЭС и за ее пределами".....	89
Козикова И.А., Малефанова Е.А., Сидорова Р.И.	
"Миграция цезия-137 и стронция-90 аварийного происхождения по пищевым цепям".....	90
Перцовский Е.С., Рузнова Р.И., Соболев А.В.	
"Исследования содержания удельных активностей цезия-137,134 и стронция-90 в зерно и продуктах его переработки".....	91
Пристер В.С., Перелешиникова Л.В., Соболев А.С.	
"Загрязненные продукты сельскохозяйственного производства, поступающей в районах Чувашской области".....	92
Пристер В.С., Перелешиникова Л.В., Соболев А.С.,	
"Миграция цезия-137 и стронция-90 в цепи почва-растение в различных районах (Нижегородской, Кировской, Челябинской и Ростовской области)".....	93
Пристер В.С., Соболев А.С., Перелешиникова Л.В.	
"Содержание цезия-137 и стронция-90 в сельскохозяйственной продукции на территориях, орошаемых водой из водохранилища Дзержинского водохранилища".....	94
Пристер В.С., Соболев А.С., Перелешиникова Л.В.	
Влияние извест-опамя на миграцию радионуклидов в системе почва-растение в различных биохимических провинциях Поволжья СССР".....	95
Литнов А.И., Хомич В.И., Думковец Б.И. "К вопросу об отделении протозоя содержащий цезия-137 в продуктах питания и районе человека в зависимости от типа почвы".....	96

Тумаров С.Ф., Новик А.А., Гребенников Н.В., Левков И.А., Блещанова Г.И. "Количественные характеристики миграции радиоактивных цезия и стронция в системе почва-растение в естественных и культурных фитоценозах".....	97
Шматковский А.А., Мардуль Н.И. "Аэральная миграция радионуклидов".....	98
Бурла Н.Н., Агеев В.Е. "Влияние удобрения на поступление радионуклидов в многолетние травы естественного сенокоса".....	99
Якушев Б.И. "Особенности миграции радионуклидов в почвах лесных и луговых фитоценозов".....	100
<b>I.5. Распределение и миграция радионуклидов в природных водах</b>	
Андреев А.Г., Егоров В.И., Смирнова М.И., Шулкин В.В. "Радиоцезий и радиостронций в поверхностных водах и илах в районе Семипалатинска и Гомельской области"...	102
Ветров В.А., Алексеев В.А., Толкомыков А.В. "Мониторинг следа Чернобыльских радионуклидов с речной водосборной и промоз радиоактивного загрязненной рек".....	103
Войцехович О.В., Кливец В.В. "Структура радиоактивного загрязнения донных отложений Днепровского каскада".....	104
Войцехович О.В., Кливец В.В., Носов А.В. "Особенности вертикальной миграции радионуклидов в донных отложениях водоемов".....	105
Измайлова Н.И., Габцова Г.П., Кавченко А.Е. "Сравнительно-анализ в грунтовых водах мелиоративных систем Полесья СССР".....	106
Ильин В.И., Машкин И.С. "Естественная задержанность грунтовых вод СССР от загрязнения техногенными радионуклидами".....	107
Караев Б.В., Анкасов В.И., Соколов В.И., Костенко В.Н., Батова Э.А. "О результатах определения радионуклидов в подземных и поверхностных водах в зоне следа аварии на ЧАЭС".....	108

Мажойка И.В., Петрозос Р.И. "Тритий в природных водах района Игалинской АЭС".....	109
Ольховик В.А., Коробасяченко Т.И., Головкин Н.В., Соколик Г.А. "Закономерности миграции высших радионуклидов цезия, стронция и рутения из дочных отложений ближней зоны ЧАЭС".....	110
Овчарико И.П., Шестопалов В.И., Гудзенко В.В. "Изучение водного баланса цезия-137 на радиогеологическом полигоне "Максим".....	111
Ромашенко В.Д., Кузьменко М.И., Кленус В.Г., Назвит О.И., Леньков И.В. "Динамика содержания искусственных радионуклидов в компонентах экосистем Днепровских водохранилищ".....	112
Степанец О.В., Борисов А.П., Фаррахов И.Т., Карпов В.С., Лысов А.Н., Ватраков Г.Ф., Чудиновских Т.А. "Особенности распределения радионуклида цезия-137 в поверхностных водах Средиземного моря в 1990 г.".....	113
Степанец О.В., Ковыряевский В.М., Борисов А.П., Карпов В.С., Соловьева Г.Ю., Давиденко Д.А., Ватраков Г.Ф. "Г. Гедоление цезия-137 в поверхностном слое морских акваторий Европейского региона в 1990 г.".....	114
Чудиновских Т.А., Ватраков Г.Ф., Ямский Т.М., Ершов В.И., Земляной А.Д. "Гедоляющие изотопы цезия в водах и приповерхностной атмосфере Черного моря в 1996-1999 гг.".....	115
Шестопалов В.И., Гудзенко В.В., Богодольский А.С. "Влияние промышленных-городских агломераций на поступление радионуклидов в подземные воды".....	116

**ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ОУБРЕ И ВЪЗ ВОЗДУШНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

Аннычева Н.В., Крутькин Р.В., Вольнов Д.А., Воробьев В.А., Калевский И.С., Кузнецкин И.Е., Маргариано Е.Д., Чернов С.И. "Компьютерные модели для анализа миграции радионуклидов в окружающей среде".....	117
Богданов А.П., Дорошковиц В.И., Бурда Г.К., Зюкова С.И., Лотров В.А. "Сценария влияния различных механизмов вертикальной миграции радионуклидов в почках на динамику	

мощности доз $\gamma$ -излучения".....	119
Богданов А.И., Дорослович В.Н., Ждур Г.М., Петров В.А. "Оценка вытеснений радионуклидов из атмосферы при дефляции их с круглого плошадного источника".....	120
Варшал Г.М., Косцова И.Я., Велханова Т.К., Коробова Е.М. "Методология исследования миграционных форм долго- живущих радионуклидов в водах и почвах".....	121
Добрышкин Е.Л., Кисимовский А.А., Кузьмич В.В., Кулаков В.М. "Влияние миграции радионуклидов в почве на величину дозовых нагрузок".....	122
Егодезняк М.И., Михалевич В.С., Морозов А.А. "Математическое моделирование миграции радионуклидов в Припяти и Днепровских водохранилищах после Черно- быльской аварии".....	123
Иванов Ю.А., Бондарь П.Ф., Лавчук В.Е., Кашпаров В.А. "Миграция радионуклидов в почвах Голесья и сравнитель- ная оценка моделей переноса".....	124
Карасев Б.Я. "Статистическая структура окружающей среды и некоторые проблемы радиэкологических иссле- дований".....	125
Коланчук-Порханова А.А., Алешин Б.А., Хильченко В.И. "Комплекс математических моделей динамики внутри- водоемных процессов".....	126
Копылов А.А. "Моделирование вертикальной миграции радионуклидов в почве и донных отложениях с учетом трансформации их химических форм".....	127
Лисиченко Г.В., Березкина Л.В. "Математическое мо- делирование миграции радионуклидов черномыльского выброса на опорках объектов спектра ЧЭС".....	129
Милашина Л.А., Сидоров А.Б., Паномарова Р.П., Тоцникова Н.Н., Савина В.И. "Влияние аднотических па- раметров воды на поведение стронция-90 в система вода- донные осадки (на примере модельных опытов).....	130
Орлов П.М., Куллентурова Г.Р., Кузнецов А.В. "Модель поведения техногенных радионуклидов в агроэкологичес- кой системе почва - растение".....	131
Потыкаев Г.Г., Кулебакина Л.Г., Егоров В.И. "Моде- лирование и прогноз миграции черномыльских радионук- лидов в системе низкий Днепр - Черное море".....	132

### 3. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РАДИОАКТИВНОСТИ БИОСФЕРЫ

#### 3.1. Разработка принципов мониторинга радиоактивности биосферы

- Буряков Е.П., Лебединский М.Н., Чурак Б.К., Духи С.К., Шлушкова И.Э. "Теоретико-методические подходы к оценке радиэкологической емкости ландшафта".....134
- Буткус Д., Кренявичус Р., Ляунас В., Недзваница Т., Яспленис Р. "О радиэкологическом мониторинге в Литовской республике".....135
- Войцехович О.В., Железняк И.И. "Водоохранная мероприятия и их эффективность после аварии на Чернобыльской АЭС".....136
- Ильин В.П. "Оценка естественной зашитаемости подсыхших вод от радиоактивного загрязнения".....137
- Квасникова Е.Б., Ступин Е.Д., Керцман В.М., Федоткин А.Ф. "Использование ландшафтно-геохимических материалов при разработке атласа радиоактивного загрязнения Европейской территории СССР".....138
- Клииченков В.И., Зиневич В.И., Воробьев А.А., Терещенко Г.Д., Сорчин В.Н., Дщенко А.П. "Системный подход при организации противорадиационного надзора в области, подвергшейся загрязнению в результате аварии на ЧАЭС".....139
- Рихвилов Л.П., Бальсачова Л.М., Попов В.П., Керцман Е.Г. "Изучение путей миграции техногенных радионуклидов в районе действия предприятий ядерного технологического цикла изотопов тяжелой воды-спектрометрия".....140
- Кадри П.А., Степанов И.И. "Телеметрические предпосылки транспорта радионуклидов".....141
- #### 3.2. Методы и средства изучения радиоактивности объектов биосферы
- Васильев Н.И., Румянов О.В., Соловьев С.В. "Использование принципа газ-кокци на автомобильных средствах контроля радиационной обстановки в районах, подвергшихся загрязнению продуктами аварии на ЧАЭС".....143
- Воллов Д.Г. "Использование газ-телескопов с кодирующей апертурой для обнаружения и визуализации локальных источников радиоактивности".....145

Ильин В.А., Бондарь П.Ф., Орешки И.А., Поляков В.Д., Озорнов А.Г. "Использование метода изотопного разбав- ления для оценки динамики подвижных форм в почве цезия- -137 выделений выброса ЧАЭС".....	146
Клиничко В.И., Клевал В.К., Соломатин Ю.П. "Основы методики гамма-каротажа вертикальных шуров для оп- ределения запаса активного вещества на территориях, загрязненных в результате аварии на ЧАЭС".....	147
Кимляк Е.И., Прохоренко В.С., Стеценко С.Г., Токаревский В.В. "Возможности применения полимерных детекторов для контроля альфа-загрязнения биосферы (обзор)".....	148
Кимляк Е.И., Стеценко С.Г., Токаревский В.В. "Грунты Чивее-1985. Альфа-загрязнения и альфа-актив- ность, оцененные с помощью полимерного трекового детектора СР-39".....	149
Кокцова С.А., Хлечерашвили Н.Г. "Разработка средств очистки от радиоактивных загрязнений в процессе водо- подготовки".....	150
Костыченко Н.Г., Скоробогатко Е.П., Ольховик В.А. "Инструментальное определение содержания стронция-90 методом кристаллографии".....	151
Кремлякова Н.Д. "Определение содержания радионуклидов стронция в почвах с использованием экстракционной хроматографии".....	152
Кучин И.А., Ветров А.Г., Серых А.С., Боголюбов А.Н., Карабанов И.И., Архиповский С.А., Царьков В.А. "Новый гамма-спектрометрический метод исследования миграции искусственных радиоактивных элементов".....	153
Масленникова А., Вукос Д., Попова З., Бродер Д., Масевич В. "Автоматическая регистрация мощности дозы гамма-излуче- ния в воздухе".....	155
Провина Л.И., Кирлов В.С., Земляной А.Т., Арбузова А.П. Баграков Г.Ф. "Распределение радона-222 в нижней атмосфере островов".....	156
Рибунин В.А., Волынец И.П., Родионова И.М., Тузова А.М., Масловцев Б.П. "Определение радионуклидов стронция в почвах".....	157



Титаева Н.А., Орлова А.В., Никулин В.И., Каргулин- на Т.И. "Изотопное отношение тория-230/тория-232 - трассер загрязнения естественными радионуклидами".....	158
Тидиков Г.М. "Изменение режима стока наносов как способ регулирования транзитного потока радионукли- дов в водотоках".....	159

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ И МИГРАЦИИ  
ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В БИОСФЕРЕ**

**Г. Г. Ландсберг — геохимические исследования  
искусственных радионуклидов**

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И МИГРАЦИИ ЧЕРНОБЫЛЬСКИХ РАДИОНУКЛИДОВ В НАСЫЩЕННЫХ  
ЭКОСИСТЕМАХ ПРИРОДНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА КАРБОНАТНОЙ ТЕРРИТОРИИ СССР  
В.А. Ветров, А.В. Толоконников, С.И. Ягдников, М.М. Наливайко  
ИИМ Госкомгидромета и ИИ СССР, Москва

В 1986-1990 г.г. на системе ландшафтно-геобиоценозных популяций (ЛГП) проводились систематические наблюдения (мониторинг) за миграцией радионуклидов (РН)  $^{144}\text{Ce}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{138}\text{La}$ ,  $^{139}\text{La}$ ,  $^{137}\text{Ba}$ ,  $^{132}\text{I}$  и др. в почвах и растениях. Основу методологии составило обследование (1-2 раза в год) пробование лич и растений на пробных площадках (ПП) в типичных природных экосистемах (лес, луг). Наблюдатели в ПП росла г.г. как в районах с засеккой (до 100  $\text{Кл}/\text{км}^2$  по  $^{137}\text{Cs}$ ) уровнями р/а загрязнения, так и в фоновых (менее 0,2  $\text{Кл}/\text{км}^2$ ) районах ЦС.

Наблюдения за миграцией РН по почвенному профилю на пробных ПП показали, что экосистемно устойчивое вертикальное распределение сформировалось в течение 2-3 месяцев после выпадения продуктов аварии. Это распределение удовлетворительно воспроизводится суммой эквивалентных "эквивалент" коэффициента миграции и гедисонды ("быстрый" компонент). И в периоды миграции довольно медленно меняется в 1986-1990 г.г. в зависимости от индивидуальных свойств ПП, особенностей р/а загрязнения и почвенных условий.

Накоплен большой массив данных мониторинга р/а загрязнения радионуклидами луговых и лесной растительности. Методом химической обработки дробилки и обобщения этих данных выявлено научное значение периода перехода РН из почвы в растения (относительно концентрации РН в почве) большой массой и плотности растительности почвы от факторов средней плотности растений и сроков и т.д. В качестве источника и черноты черноты исследования использовался источник  $^{137}\text{Cs}$ .

Радиоактивное загрязнение луговых трав в 1987-1990 г.г. было в 10-1000 раз ниже, чем в мае 1986 г., когда оно практически полностью определялось осаждением из атмосферы. Роль вторичного атмосферного загрязнения луговых трав (в сравнении с первичным поступлением) остается важной даже спустя 3 года после р/а выпадения.

Данные мониторинга  $^{137}\text{Cs}$  в непользованных лесных экосистемах - от Кавказского п-ова до Кавказа - позволили выявить основные закономерности распределения этого и других чернобыльских РН в ярусах экологической цепи: земля, детки, кора, древесина, подстилка, минеральный слой почвы.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЦЕССОВ ПОСТУПЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ  
ВО ВНЕШНЮЮ СРЕДУ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Ильин В.К., Черных В.В., Затуковалова Н.Л., Ахентьева Л.Н.  
( химический факультет ИГУ им. И.В. Ломоносова, г. Москва )

Вариации распределения радионуклидов в выпадениях и формы их нахождения зависят от комплекса физических и химических процессов, происходящих на различных стадиях транспорта радионуклидов. В настоящей работе на основании экспериментальных и литературных данных проведен анализ следующих этапов:

1. Диспергирование оксидного ядерного топлива и роль физических и химических процессов в выходе продуктов деления из матрицы топливной композиции.
2. Процессы сорбции - десорбции при миграции радионуклидов в почвах и рыхлых отложениях.

Исследовано выделение  $^{137}\text{Cs}$  из  $\text{UO}_2$  при его окислении на воздухе. Показано, что при этом процессе примерно 50%  $^{137}\text{Cs}$  переходит и подвижную форму и может быть делокализовано в жидкую или газовую фазу. Этот результат находится в согласии с реально наблюдаемым "пылинным" распределением  $^{137}\text{Cs}$  в выпадениях.

Экспериментально показано, что на-за различия в топографии и формах нахождения радионуклидов в матрице наблюдается и более глубокое удаление продуктов деления - вплоть до разделении изотопов, например  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$ .

Процесс миграции в почвах изучался как процесс вывода радионуклидов в жидкую фазу и последующий процесс сорбции - десорбции на компонентах почвы или рыхлых отложений.

Экспериментально исследован выход растворимой компоненты в водную вытяжку при различных рН ( I,4 - 4,4; 7; 8,2 - II,5 ) на различных проб ( ближний и дальний след, пробн май - июнь 1986 г.). Исследован на аликвотах малой массы (~0,1 г) статистический характер процесса.

Процесс миграции в почвах рассмотрен с точки зрения сорбции - десорбции на полифункциональных сорбентах. Исследования проведены как на природных образцах, так и на искусственном почвенном разрезе на примере  $^{137}\text{Cs}$  ( без носителя ).

**ГЕОХИМИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ НА ПУТИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В  
ПОСЕДСКИХ ЛАНДШАФТАХ ОБЛАСТИ ДНЕПРОВСКОГО ОБЛЕДЕНЕНИЯ**

Лавидчук В.С., ОГ ИГФ АН УССР, г. Киев

Для полевых областей днепровского оледенения характерны ландшафты с преимущественным распространением сорбционных и глеевых восстановительных барьеров. Среди поверхностных отложений здесь доминируют водноледниковые и аллювиальные пески с высокой водопроницаемостью и низкой сорбирующей способностью. Поэтому изменение механического состава отложений — подстилки суглинками, подвалы торфяников, линз и прослоев супесей изменяет условия протекания валаемого потока через зону эрации и играет роль сорбционного барьера.

Для глеевых ландшафтно-геохимических барьеров полевых ландшафтов характерно пестрое распределение по территории и разнотипность на разных стадиях, в зависимости от режима грунтового увлажнения. Особенности угодий поймы, террас и западин отличаются стабильными характеристиками глеевого барьера вблизи поверхности. Сильно пороченными являются речные долины ивист глеевый барьер на глубине 0,5-0,8 м. Глубоководные до 2,5 м, выделение глеевого барьера отмечено для коренных денудационных песчаных террас, водноледниковых речных и док.

В связи с изменением обстановки в преобладающей среде геохимических обстановок щелочные ландшафтно-геохимические барьеры не получили в полевых ландшафтах широкого распространения. Они встречаются лишь в пределах лесных островов и в местах речной эрозии известняковых подвальных вод. В природе встречаются следующие сочетания ландшафтно-геохимических барьеров — комплексные барьеры. Так, для полевых бессточных западин характерно сочетание механических барьеров "ловушек", двучленных сорбционных, поверхностного глеевого, с так же биохимических барьеров.

## ТЕНДЕНЦИИ ПОВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ГАЙМА-АКТИВНОСТИ В РАЗЛИЧНЫХ ЛАНДШАФТНЫХ СИТУАЦИЯХ

Кадацкий В.В., Кадацкая О.В.

Институт геохимии и геофизики АН БССР, г.Минск

Используется простой и эффективный способ оценки, в первом приближении, вертикального и горизонтального перераспределения радионуклидов (р/н). В фиксированных точках, 2-3 раза в год, с помощью СРП-03-01 снимаются показания мощности эквивалентной дозы поверхностной гамма-активности (МЗД). Строго говоря, данные о поведении МЗД не претендуют на некую абсолютизацию, но благодаря многократности измерений одних и тех же реперов, учету окружающей ландшафтной специфики и, в том числе, осуществленной хозяйственной деятельности, позволяют более целостно оценивать происходящие изменения в поверхностном поведении р/н. Естественно, эти данные необходимо рассматривать на фоне результатов наблюдений за поведением изотопов в почвенном профиле. Характер изменения значений МЗД за протяжении четырех лет способствует формулированию ряда обобщающих выводов:

1. В летне-осенний послезаварийный период и во время весеннего снеготаяния 1987 г. имел место вынос части "аэрозольных" р/н из обезлесенных эрозивных ландшафтов и их принос в ландшафты супераккумулятивного типа.

2. На протяжении второго и последующих лет процессы горизонтального перераспределения р/н от водоразделов к долинам прогрессивно затухают, уступая место вертикальной миграции.

3. К настоящему времени тотальное снижение МЗД сопровождается ускорением их величины в пределах односторонних ландшафтов. Общая тенденция МЗД от уралья Минь, 1987\* достигает (в %): а) под пологом старых лесных массивов - до 17 (активность поднимается за счет опада); б) в пределах бортовых террас - до 70-85; суходольные и заливные дуги - до 20-23; заболоченные участки - 25-48; плато, цедина - 25-30; перепашанные дельты - до 71. Следует отметить о выносе части р/н с уклоном трая, сбори урожая, стравливанием растительности низотини.

4. Наиболее интенсивное природное самоочищение дневной поверхности (до 80% и более) связано со стоковыми процессами, что подтверждается в зонах биогенных, сухих тальвегов и т.д.

5. Поведение МЗД на эрозивных склоновых участках и в пределах сухих ложбин, а также в периодически увлажняемых замкнутых котловинах и ледниках, имеет более пестрый и сложный характер.

АГРЕГА-САГРЕШЕННЕ ДЕКАРИОННОГО КОНТИНЕНТА ЭЛЕМЕНТОВ  
АВАРИИ НА ТЕРНОМБЕЛЬСКОМ АЭС

Хитовик Э.Н., Токаровский В.В.  
ИИИ АН УССР, г. Киев

Актуальность проблемы выброса трансуранидов радионуклидов (ТРУ) в окружающую среду обусловлена длительной радиологической и биологической опасностью ТРУ для эмиссией.

Обобщены опубликованные данные об уровнях  $\alpha$ -загрязнения радионуклидами трансуранидов оплодотворенного континента в результате аварии на ТАСО. Указаны величина остаточности или с рецидивом активности радионуклидов и активности ТРУ в личном рационе населения Украины и с данными о содержании, радиодатации и инфильтрации ТРУ в биологических объектах почвостроения текущего или  $\alpha$ -загрязнения почвы.

Максимальная  $\alpha$ -активность в результате аварии радионуклидами отмечена в Китае  $> 1,5$  мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>238</sup>Pu, <sup>239,240</sup>Pu и <sup>241</sup>Am); в Японии  $\sim 0,9$  мБк/м<sup>3</sup> для <sup>241</sup>Pu; в США 1,05.1966 - 0,73 (для <sup>241</sup>Am), 0,6 (для <sup>238,240</sup>Pu) и 1,5 мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>241</sup>Am); в Великобритании - 0,4 мБк/м<sup>3</sup> для <sup>239,240</sup>Pu); в Индии для <sup>238</sup>Pu - 25 (апрель) и 10 мБк/м<sup>3</sup> (июль 1966), для <sup>239,240</sup>Pu - 51 (апрель) и 14 мБк/м<sup>3</sup> (июль), для <sup>241</sup>Am - 5,2 (апрель) и 11 мБк/м<sup>3</sup> (июль), для <sup>241</sup>Am - 500 (апрель) и 150 мБк/м<sup>3</sup> (июль), для <sup>241</sup>Am - 9,3 (апрель) и 17 мБк/м<sup>3</sup> (июль).

Концентрация  $\alpha$ -загрязнения воды составляет концентрацию радионуклидов в биологических объектах почвостроения  $> 370$  мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>241</sup>Am) и в биологических объектах выброса - 3,7 + 37 мБк/м<sup>3</sup> (апрель); в Китае - 20.1970 мБк/м<sup>3</sup>; в США, Индия, Япония - 1,4 (для <sup>241</sup>Pu) и 2 мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>238</sup>Pu); в ГДР, Германия - < 10 мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>241</sup>Pu); в ФРГ, Франция в августе с 29.04.1966 по 19.05.1966 - 21 (для <sup>241</sup>Pu), 51 (для <sup>239,240</sup>Pu) и < 21 мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>241</sup>Am), в том же 0,6 мБк/м<sup>3</sup> (для <sup>241</sup>Am); в Великобритании для <sup>239,240</sup>Pu - 15 мБк/м<sup>3</sup>.

Удельная  $\alpha$ -активность после аварии и концентрации радионуклидов в биологических объектах почвостроения в Японии 0,73 + 11 мБк/кг, в Великобритании - 0,6 (для <sup>241</sup>Pu) и 1,5 (для <sup>241</sup>Am), в Индии - 0,11 + 0,34 мБк/кг для <sup>241</sup>Am, в Японии концентрации <sup>239,240</sup>Pu в Великобритании, в Японии и Индии в результате аварии составила 31 и 54 мБк/кг при запасах радионуклидов в почвах соответственно 11 и 25 мБк/м<sup>3</sup> соответственно. Максимальная удельная активность <sup>239,240</sup>Pu в дождевой воде в Японии 6.05.1966 составила 110 мБк/л по сравнению с 23 мБк/л в августе 1966.

В продуктах выброса обнаружены также локализованные области высокой  $\alpha$ -активности - так называемые "горячие частицы". Энергетический  $\alpha$ -спектр этих частиц идентичен для различных местностей и указывает на наличие таких ТУР как  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{242}\text{Cm}$  и  $^{243,244}\text{Cm}$ . Ваткина  $\alpha$ -активности "горячей частицы" для  $^{238}\text{Pu}$  составила 80 (Минск),  $2,9 + 41,1$  мБк (Венгрия), для  $^{239}\text{Pu}$  - 70 мБк (Минск), для  $^{239,240}\text{Pu}$  -  $4,6 + 92,0$  мБк (Венгрия), для  $^{242}\text{Cm}$  - 21 мБк (Минск), для  $^{242}\text{Cm}$  - 2000 (Минск) и  $55 + 963$  мБк (Венгрия). Последняя  $\alpha$ -активность "горячей частицы" достигала 5,0 (Киев), 2,2 (Минск) и  $0,05 + 1,0$  Бк (Венгрия).

Относительно высокое отношение концентраций  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu} = 0,40 + 0,54$ , полученное исследователями (Венгрия, Дания, ФРГ), указывает на реакторное происхождение plutония, так как при выпадении в месте выпадения ядерного оружия в атмосфере данное соотношение равно  $0,03 + 0,05$ . Соотношения активностей  $^{238}\text{Pu}/^{144}\text{Ce} = (3,4 + 9,4) \times 10^{-4}$ ,  $^{239,240}\text{Pu}/^{144}\text{Ce} = (5,1 + 13) \times 10^{-4}$  и  $^{242}\text{Cm}/^{144}\text{Ce} = (6,2 + 22) \times 10^{-4}$  для "горячих частиц" (Венгрия) хорошо согласуются с аналогичными расчетными значениями ( $3,9 \times 10^{-4}$ ,  $6,2 \times 10^{-4}$  и  $6,1 \times 10^{-4}$  соответственно) для ядерного топлива реактора РБМК-1000. Можно допустить, что различные источники загрязнения экосистем plutонием могут быть, в соответствии с земной отношением  $^{241}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ , расположены в такой последовательности: авария на ЧАЭС > заводы по переработке ядерного топлива > испытаниями ядерные взрывы > аварийные ситуации с ядерным оружием.

После аварии на ЧАЭС plutоний поступает на землю преимущественно в различных формах (мелкодисперсное топливо неизменного состава; топливо, обогащенное летучими радиоизотопами; летучие продукты выброса) и в виде соединений, существенно отличающихся по растворимости. Основные факторы, влияющие на миграцию "чернобыльского" plutония.

Длины, полученные в различных отраслях, дают четкую картину о характере и масштабах оседа аварии, транспорте ТУР в воздухе в виде взвешенных высокоактивных частиц, их оседании и переносе в гидросфере и в пределах почвенного слоя почвы, а также попадании в растения и еду; эти длины требуют дальнейшего углубленного анализа.



К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ КОЛИЧЕСТВА РАДИОАКТИВНЫХ  
УРАНИЙСКИХ ПЕЩА-ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ В ПЕЩАХ СОПРЯЖЕННЫХ АМБИТОРОВ  
ПОЛОСОВОГО ТИПА

Коробова Е.И., Кожкова Е.В., Коробайтис П.А.

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

Известно, что в последние годы в ряде тестовых участков, предназначенных для проверки предельных доз мощности полосового типа, в долине р. Удочки / Киевский район Киевской области / и на Озручской волости / Озручский район Латвийской области /, а также в ряде других участков в течение лет 1967/1968 и 1968/1969 гг./, не выявлено существенной дополнительной и вертикальной миграции основной доли искусственных плутониевых радионуклидов /изотопов цезия и стронция с учетом естественного распада/ за этот период за пределы верхних слоев литологического почвенного горизонта.

Вместе с тем, в нижнем течении р. Кочаши продолжается нарастающая тенденция к перераспределению отдельных радионуклидов: 1/ в виде относительно концентрированных радионуклидных пещей в песчаных почвах подстилаемых речными наносами на глубине 10-15 см и в подстилающей луговой почве /в основном под влиянием /удаления воды, переноса и ртутного/ - в слое 5-10 см с относительно высоким содержанием в верхних слоях амбиотора; 2/ в виде радионуклидных пещей в слое 0-5 см под влиянием притока и инфильтрации. Выявлено также в ряде случаев присутствие радионуклидов в верхних горизонтах почвы амбиоторных лесных ландшафтов /особенно в стронция в 1967 г. /Озручский район/ может быть связано с их радионуклидными источниками с учетом эпизодов.

Проведенные исследования подтверждают, что тенденция к перераспределению в приречных ландшафтах при впадине на Чаркбийской ГЭС в последние годы активно закрепилась в низкомощной почве в верхних слоях почвы, поэтому изучению динамики их распределения и миграции радионуклидов в этих ландшафтах в естественных условиях требует длительного периода наблюдений с достаточно широким интервалом времени по крайней мере раз в 2-3 года в дождевые.

ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ БССР КАК ОСНОВА  
ПРОГНОЗА МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ

В.К. Лукашев

Институт геохимии и геофизики АН БССР

Работы по изучению геохимии ландшафтов БССР и их районирования были начаты под руководством академика АН БССР И.И. Лукашова в конце 50-х годов и продолжают сейчас. Они включают исследования процессов и картостроительство геохимических особенностей покровных пород, почв, поверхностных вод, растительности, а также техногенных факторов. Три крупные литогеохимические провинции БССР охватывает: 1) особенности генетических типов четвертичных отложений, а также материал подстилающих их пород; 2) четвертичную историю региона; 3) ландшафтно-геоморфологические особенности и др. С перечисленными факторами связаны особенности распределения глинистых минералов, карбонатов, оксидов железа и марганца, органического вещества и т.д., определяющие геохимическую среду и особенности миграции элементов, в том числе радионуклидов.

В БССР выделяем следующие гидрогеохимические типы провинций: 1) гидролитобогатый; 2) гидролитогенно-карбонатный; 3) гидрооболоточный и 4) гидрооболотный. Значительная часть пострадамских после аварии ЧАЭС районов находится в зоне гидрооболотной провинции, где водное значение приобретает органическое вещество. Оно может оказывать большое влияние и на миграцию радионуклидов. Например,  $Mn^{2+}$ -239-240,  $Co^{60}$  могут образовывать хелатные соединения, в том числе радионуклиды, как  $Co^{60}$ -137 и  $Mn^{2+}$ -91 - в соответствии с исследованиями органических и осадочными типа карбоксильных кислот.

Изучение типов ландшафтов и факторальной обстановки в окрестности Припяти (в границах БССР) показывает, что в настоящее время складчатно-карбонатный тип выветривания занимает 11,3%; оболоточно-болотный - 2,5; оболотный - 54,5 и болотный - 11,8% (Лукашев В.К., 1970).

Наблюдения за техногенными процессами (дрожание обрешки и других видов металлов в Силочки на 200 км за 40 лет, провинциальные миграции в грунтовые воды на глубину около 20 м и т.д.) дают полную информацию об их скорости. Использование данных о сезонных геологических процессах позволяет составить предварительный прогноз на 100, 200 и 300 лет. Важнейшим неизвестным фактором в нем будут климатические изменения.

### ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

В.К. Дукляев, Е.И. Лосева, К.М. Самойленков  
Институт геохимии и геофизики АН БССР

В связи с высокой концентрацией населения в городах изучение радиосактивности их среды имеет большое научное и практическое значение. Ними проведены исследования радиосактивности почвенных отложений ряда городов Белоруссии: Минска, Вреста, Кобрина, Бобруйска, Мозыря, отличающихся по степени влияния Чернобыльской аварии, рельефу, размеру, характеру промышленного производства и т.д. По данным регулярных наблюдений в Минске радиосактивность вернулась к норме осенью 1986 г., что свидетельствует о большом количестве короткоживущих изотопов в почвах. Выпадение радионуклидных осадков контролировалось метеорологическими факторами, рельефом, особенностями растительного покрова и др.

В результате проведенных нами исследований выявлены закономерность выпадения преимущественно приуроченность повышенной радиосактивности в городах к долинам рек, водохранилищам и районам с интенсивной промышленностью. По мнению авторов, было несколько причин, способных вызвать воздушные барьеры и благоприятствовать накоплению радионуклидных осадков в дни после аварии. Одна из них могла быть связана с испарением водных паров и их конденсацией над водоемами. При этом с ними капилляры и мелкие органические вещества. Они вместе с капиллярными водами могли соответствовать процессам конденсации и поглощения радионуклидных аэрозолей в радионуклиды их излучения. Барьеры в атмосфере могли создаваться также в зонах разрывов Земли, структурных и тектонических разломов. Кроме озерных водоемов и рек имелись увеличенные излучения, связанные с наличием органического вещества, способного сорбировать радионуклиды. Возможно, часть радионуклидов также связалась с возмущенных частях городов в значительную дальность поступавших и живущих источниках.

Еще одним важным фактором выпадения аэрозолей в городах после аварии являлись техногенный промышленность, транспорт и строительство, из-за которых в воздухе образуется большое количество пыли и аэрозолей. Он мог также привести к тому, что радионуклиды, поступающие в воздушном массами, осаждались в значительной степени на территориях промышленных районов городов.

Их дальнейшая миграция связана с движением пыли внутри города, закреплением в культурном слое, проникновением в грунтосные воды.

МИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ВЪЗРОС ЧАЭС В ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТАХ  
БЕЛОРУССИИ

Мисеяенко И.Ф., Петряев Е.П., Иванова Т.Г., Нескладнова Л.Н.,  
Соколик Г.А.

ИЗБ АН БССР, ВГУ им. В.И. Ленина, г. Минск

Взросс радиэкологии леса, выработка научно-обоснованных рекомендаций лесоведения, изучение миграции радионуклидов в лесных экосистемах приобретает исключительную актуальность в связи с ориентацией на расширение лесных угодий в зона радиоактивного загрязнения. Для оценки и прогноза радиэкологической обстановки в лесных комплексах проведено исследование различных типов фитоценозов (дубравы, сосняки березняки, сльшняки) в Гомельской области и других загрязненных районах Белоруссии. В выбранных стационарах проводились геоботанические исследования, отбор почвенных и растительных проб для  $\beta$ -спектрометрических и радиохимических анализов.

Установлено, что лесные ландшафты являются эффективным барьером для задержания радиоактивных аэрозолей. Плотность загрязнения почвы составляет от 3 до 960  $Ku/Km^2$ . Вертикальная миграция радионуклидов в почвенном профиле наблюдается до 10-25 см от поверхности. Высокой радиоактивностью характеризуются лесная подстилка, мхи, лишайники, папоротники. По сравнению с содержанием радионуклидов в почве накопление их в древесине на 1-3 порядка ниже. Оценка степени загрязнения древесного, отличающихся условиями произрастания, видовых и возрастных составов. Данные о накоплении изотопов в различных органах и тканях древесных растений свидетельствуют, что кора, луб, верхушечные побеги стволов характеризуется наиболее высокими содержанием радионуклидов. Наблюдается загрязнение годичных колец древесины разного возраста, в особенности приростов послеаварийного периода. Аккумуляция радионуклидов зависит от строения древесины, наибольшее содержание отмечено в заболонной по сравнению с ядровой и спелодревесной. Выявлено удовлетворительное состояние древесной, существенной патологии листовых пород не обнаружено. Наблюдалось стимулирующее действие ионизирующего излучения при плотности загрязнения 10-25  $Ku/Km^2$  на текущий прирост центрального и боковых побегов ели.

Изменяется динамика миграции радионуклидов в лесных ландшафтах представляется интерес для разработки долгосрочных прогнозов радиационной обстановки и рекомендаций по ведению лесного хозяйства.

ЛАНЦЕВЫЕ-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РАЙОНОВ РАЗМЕЩЕНИЯ АЭС

Парельман А.И., Анохин А.Е., Борзенко Е.Н., Демкина Н.В.,  
Самоев А.Е.

ИГЕМ АН СССР, г.Москва.

Миграция искусственных радионуклидов зависит не только от интенсивности и режима работ АЭС, но и от ландшафтно-геохимических условий районов их размещения. Эти условия необходимо учитывать не только для действующих АЭС, но и при проектировании новых объектов. Существенно учитывать целочисно-кислотные и окислительно-восстановительные обстановки в почвах, континентальных отложениях, глинах, породах выветривания, водонесных горизонтах, довариваемых шламах и др. компонентах ландшафта. Особенно важно фиксировать геохимические барьеры - участки, на которых возможна задержка радионуклидов и локальное их радиохимическое выделение. Следует учитывать также возможность создания барьеров за счет местных материалов - карбонатных пород, глини, торфов, отвалов промышленных шлаков и т.д. В тундре (АЭС Империо-Сорь), в лесной зоне (Барнаулская, Игarkaнская, Кемьинская, Ленинградская АЭС), в лесостепи (Курск, Барнаулская АЭС) и в ряде барьеров и местных материалов для их создания имеют свои особенности.

Наиболее полное представление о районах размещения АЭС дает детальное ландшафтно-геохимическое картирование (1:50 000 - 1:100 000). На таких картах можно детально изобразить геохимические ландшафты, но в характеристике для них только отдельные барьеры, поэтому местные материалы для их создания. На территории Республики Чуваш СССР проведены такие исследования. Районы размещения АЭС имеют следующие две основные геохимические зоны. С южной стороны ландшафт характеризуется лесной, частично излучаемой радионуклидов в почвах и в ряде случаев обильными разветвленными органическими кислотами (ФАО). В качестве геохимических барьеров здесь особенно важное значение принадлежит краевым зонам торфяников. В южной зоне, к которой относятся лесостепи и степные ландшафты преобладают почвы с нейтральной и слабой кислотностью, как правило почвы ГФВ. Характерна комковатая форма митрички. Геохимические барьеры существенно отличаются от барьеров северной зоны.

СОСРЕДИТЕЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ МИГРАЦИИ "ЧЕРНОВЫШСКИХ" РАДИОНУКЛИДОВ  
В ЛАНДШАФТАХ ИГА БССР

Петраев Е.П., Соколик Г.А., Иванова Т.Г., Морозова Т.К.,  
Сурмач Н.Г.

БГУ им. В.И.Ленина, г. Минск

Для проведения лабораторных исследований миграционной способности радионуклидов (РН) выбраны 12 стационаров на трех ландшафтно-геохимических полигонах, типичных для физико-географических провинций Припятского Полесья и Оршано-Богилевская равнина по характеру радиоактивного загрязнения, набору почвенных разновидностей и ландшафтных ситуаций. Прикладной подбор стационаров позволяет экстраполировать полученные сведения о миграции РН на остальную часть загрязненной территории БССР. Методика исследований состояла в проведении полевых наблюдений,  $\gamma$ -спектрометрических,  $\beta$ -радиометрических, радиохимических анализов, численно-логического моделирования. На протяжении 1987-1990 гг. в реперных контрольных участках изучался характер радиоактивного загрязнения: интенсивность и isotопный состав выпадений, динамика перераспределения РН в вертикальном и латеральном направлениях, накопление РН в растительности.

Установлено, что основная доля РН концентрируется в верхних 5 см почвы, где они прочно связываются с органической составляющей и в кристаллических структурах глинистых минералов. За период наблюдений адсорбировано РН зафиксировано на 10-30 см от поверхности в зависимости от ландшафтной приуроченности, различий в почвенных характеристиках и физико-химическом состоянии РН. Уровень загрязненности подстилающей поверхности уменьшился на 10-40 %, изменение содержания РН в пяти верхних адсорбентометрических слоях почвы не превысило 10 %, в нижележащих слоях - 1-2 %. С использованием двухкомпонентной модели миграции РН (Константинов И.Е. и др.) оценены скоростные параметры миграции и составлен латеральный профиль (на 5-100 м) поведения РН в почвенном профиле. Коэффициенты миграции близки для топливного и конденсационного характера загрязнения и варьируют в пределах  $(0,4-10) \cdot 10^{-6} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$  и  $(10^{-5}) \cdot 10^{-6} \text{ см}^2 \cdot \text{с}^{-1}$  для медленного и быстрого типов переноса. Ввиду медленности самозачищения почв (эффективный период послувыведения для долгоживущих изотопов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  составляет 17-23 года) прогнозируется малая степень загрязнения грунтовых вод. Подтверждена накопительная роль хозяйственно полезных травянистых и древесных растений.

## ГЕОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ И ИХ СТРУКТУРНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ

Романов С.Л.

ИГиГ АН БССР, г. Минск

Принимая определение геохимического поля как участка территории, на котором определено содержание химического элемента, можно говорить о наличии в пределах зоны аварии Чернобыльской АЭС сложной, разномасштабной картины распределения различных форм радионуклидов. При этом как сам рисунок зоны, так и ее облик обусловлены неоднородностью (область подфакельного пространства и зона "разгрузки") обусловлены закономерностями глобального перераспределения вещества из точечного источника.

На фоне глобальной неоднородности имеет место локальная неоднородность распределения элементов-загрязнителей, вызванная локальной дифференциацией условий миграции. Причем контрастность обстановки радионуклидов оличеству превосходит региональный уровень.

В силу того, что условия миграции элементов в ландшафтно-геохимических системах водораздел - склон - понижение находятся за пределами, закономерно изменяются и такие параметры геохимического поля радионуклидов, как его вертикальная и горизонтальная структура, контрастность, динамические параметры и т.д. Общее правило: различия типов структур невелики, как невелики и различиями условий миграции в системе. Причем отмечается высочайшая степень сходимости определенных типов структур к определенным типам массивности и к определенным условиям загрязнения.

Таким образом, геохимическое поле зоны "Чернобыльская АЭС" имеет сложную, разнообразную, но закономерно организованную структуру, обусловленную сложным числом взаимодействующих элементов.

Детальное картирование разномасштабных геохимических полей позволит не только выявить характер имеющихся неоднородностей, но и с требуемой степенью точности получить прогнозные карты изменения радионуклидной ситуации, применительно к каждому изучаемому изотопу или его форме.

**ИЗМЕНЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ  
НА КАМБИРОВАННЫХ ВАЙДИЛАНТНЫХ ПЛОЩАДКАХ В ЗОНЕ ЧАЗС**

Стужик Е.Д., Хажикова Р.Х.

Институт прикладной геофизики Госкомгидромета СССР  
г.Москва

Садозько И.В., Судик Е.Я.

Институт геохимии и флорки минералов АН УССР, г.Киев

Для калибровки аэрагамазонетрической аппаратуры при аэро-  
гаммаметрике территории, подверженной радиоактивному загрязнению в  
результате аварии на ЧАЗС, использовались результаты наземного пробо-  
сбора на специально отобранных камбировочных площадках (маршрутах).

В основу выбора площадок был положен принцип наибольшей пред-  
ельности основных загрязителей и почв для аэраметрических работ  
Томска. При этом учитывались однородность ландшафта на площадке, ве-  
личина влажности дощ в пределах  $0,65 \pm 2$  мр/ч, наличие (отсутствие)  
св. радиоактивной деляности, достаточная протяженность площад-  
ки для калибровки аэрагамазонетра и доступность ее для назем-  
ных маршрутов.

Было отобрано 10 камбировочных площадок в 30-ми зоне ЧАЗС, в  
1979 г. дополнительно обследованы 6 площадок с типичными условиями за-  
грязнения. В качестве камбировочной площадки для различных аэрагама-  
зонетров используется район г.Светлуга.

Обследованные площадки, начиная с 1957 г., проводятся ежегодно  
в Институте геохимии и флорки минералов АН УССР (ИГМ). Уточняется вопрос о  
нахождении камбировочных площадок в их отдаленности. На каждой площадке  
проводятся измерения влажности радиационного загрязнения по методу  
и вертикальные распределения радионуклидов в почвах, пробирках;  
используя различные основные радионуклиды в различных почвах и  
территориях в зависимости от их минерального состава, влажности; про-  
водятся статистический анализ больших рядов экспериментальных данных.



**1.2. Формы нахождения и миграции токсичных  
редисонуклидов в почвах и системах почва - вода**

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  $^{90}\text{Sr}$  МЕЖДУ ТВЕРДОЙ И ЖИДКОЙ ФАЗАМИ ЛЕСНОЙ  
ПОЧВЫ ПЯТИЛЕТНЕЙ ЗОНЫ ЧАЭС

Алашкина Г.И., Тихомиров Ф.А., Санжарова Н.И.

МГУ, г. Москва; ВНИИХИР, г. Обнинск

Рассмотрено взаимодействие доли  $^{90}\text{Sr}$  ( $\lambda$ ), перешедшего в почвенный раствор, на профилях лесных почв 30-й зоны ЧАЭС в зависимости от плотности загрязнения и типа биогеоценоза (по состоянию на август 1987 г.). Отличаются различия в величине  $\lambda$  между горизонтами почвенного профиля ( $\lambda \cdot 10^4$  -  $\lambda \cdot 10^2$ ), которые тем выше, чем больше плотность загрязнения участка почвой. Наименьшим относительным содержанием  $^{90}\text{Sr}$  в почвенном растворе ( $\alpha_{\text{раств}}$ ) характеризуется слой почвы на лесной подстилке (на глубине 5-6 см) (0,2-3%), где по-видимому, основной частью радионуклида находится в составе топливной частицы. Средние значения доли радионуклида в почвенном растворе ( $\alpha_{\text{ср.}}$ ) (в расчете на весь огульный слой почвы) составили 0,8-20% в зависимости от роста плотности загрязнения участка почвой. Для лесной подстилки значения  $\alpha_{\text{ср.}}$  на порядок выше, чем для почв смешанных лесов. Основная часть радионуклида (60%) в составе почвенного раствора представляется органическими соединениями, молекулярные массы которых составляют  $1 \cdot 10^2$  -  $1 \cdot 10^4$  Да. Сравнение параметров распределения  $^{90}\text{Sr}$  между твердой и жидкой фазами лесных почв 30-й зоны ЧАЭС ( $\lambda$ ,  $\alpha_{\text{ср.}}$ ,  $\alpha_{\text{раств}}$ ) с аналогичными параметрами для  $^{137}\text{Cs}$  показывает, что для первого радионуклида они на 1 - 2 порядка выше, чем для второго. Это подтверждает большую подвижность  $^{90}\text{Sr}$  по сравнению с  $^{137}\text{Cs}$  в почвах, а также позволяет прогнозировать катенолитическое распределение его по почвенному профилю и с точечным временем миграции радионуклида в распределении по глубине.

### ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ $^{90}\text{Sr}$ И $^{137}\text{Cs}$ В ПОЧВАХ АРМЕНИИ

Аннина В.И.

Институт геологических наук АН АрмССР, г.Ереван

Географическое положение Армении, сложный горный рельеф, особенности циркуляции воздушных масс обусловили большие различия климатико-ландшафтных условий. В Армении четко выражены вертикальные пояса. Основными факторами распределения и перераспределения выпадающих с осадками глобальных радионуклидов, как показала исследования, являются высота над уровнем моря, рельеф, крутизна склонов, экспозиция, характер сельскохозяйственного угодья.

В распределении радионуклидов в почвах наблюдается четкая закономерность по вертикальной полноте. Сопоставляя данные распределения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в почвах рассматриваемых по годам - 1972-1984, 1979-1984 и 1987-1989 гг. В полупустынных и сухостепном поясах, с количеством осадков 300-450 мм, содержание  $^{90}\text{Sr}$  на уровне 0-10 см, в среднем составило 22-51 Вг/кг,  $^{137}\text{Cs}$  - 20-50 Вг/кг; в субгумидном поясе, с количеством осадков 500-600 мм, содержание  $^{90}\text{Sr}$  составило 22-17 Вг/кг,  $^{137}\text{Cs}$  - 29-54 Вг/кг; в гумидном поясе, с количеством осадков 700-800 мм, содержание  $^{90}\text{Sr}$  в почвах составило 16 /1987г./ - 33 /1988г./ Вг/кг,  $^{137}\text{Cs}$  - 16-19 Вг/кг. Таким образом, наблюдаются следующие тенденции содержания  $^{90}\text{Sr}$  в почвах, содержание  $^{137}\text{Cs}$  изменяется примерно на один уровень. Эти закономерности проявляются в горно-луговом поясе.

В пределах каждого пояса в зависимости от рельефа и крутизны склонов, особенно отмечаются значительные колебания в содержании радионуклидов в почвах. В 1982-1985 гг. коэффициент вариации  $^{90}\text{Sr}$  колебался в пределах 21-64%. Очевидно, после интвенсивной деятельности, "слонья" выпадения как бы "отложения" восточной части разнообразия горного рельефа. В период 1979-1984 гг., когда количество радионуклидов выпадений увеличилось и стабилизировалось, в результате процессов миграции произошло их перераспределение - коэффициент вариации составил 16-20%. В 1987-1989 гг. содержание радионуклидов снова увеличилось, однако обрелись в среднем  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  составили 28-53%. Коэффициент вариации  $^{90}\text{Sr}$  в почвах, по сравнению с 1979-1984 годами, фактически не увеличилась, однако наличие небольших количеств короткоживущего  $^{137}\text{Cs}$  указывает на "свежий" выпадения связанных с аварией на Чернобыльской АЭС.

ОБЛИЧНЫЕ ФОРМЫ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДАНИЯХ  
ПОСЛЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АВАРИИ И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ПОЧВЕ

Бобровникова Ц.И., Коноплев А.В., Махолько К.П., Сиворина А.  
Варченко Е.П., Работнова Ф.А., Болдыгина А.А., Шкуратова И.  
ИПО "Тайфун", г.Обнинск

Выброс радионуклидов в результате аварии на Чернобыльской АС был растянут по времени и зависел от процессов, происходивших в реакторном реакторе, следствием которых были периодические выбросы ходе засыпки его инертными материалами.

Исследования радиоактивных выпадений, собранных на марлевые фильтры в период 10 дней после аварии показали высокую долю улетевших в обменных формах  $^{137}\text{Cs}$  (от 10 до 42%) и относительно небольшую долю их для  $^{90}\text{Sr}$  (от 1,3 до 18%).

При выпадении изотопов цезия на почву произошло существенное перераспределение их форм - наблюдалось уменьшение доли обменной растворимой фракции от десятков процентов до единиц и десятых долей.

Для  $^{90}\text{Sr}$  в почву в первый год не происходило заметного и неравномерного перемещения форм по сравнению с подобными в выпадениях. В последние 2 года наблюдаются значительное увеличение обменных форм  $^{90}\text{Sr}$ , что связано, по-видимому, с разрушением твердых частиц. Наблюдены исключительные характерные времена вымываемости  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  из толстых частях, которые составляют от одного до нескольких лет в зависимости от типа почвы.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗОТОПОВ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ ПО ФОРМАМ  
В РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЕННОЙ ПОШЕ**

Ильдарь Д.И., Сидельцева М.А., Сутимова В.В.  
ИРБ АН-ЕССР, г.Минск

Состояние выщелоч на почву радионуклидов имеет существенное значение при прогнозировании их переходе в растения и включении в биологический цикл при оценке интенсивности миграционных процессов. Данная информация позволяет понять природу радионуклидных выделений и выделить ту долю радионуклидов, которая способна активно участвовать в геохимических и биологических процессах.

В работе изучено состояние и распределение цезия-137 и стронция-90 в образцах супесчаной почвы, отобранных пословно в 10-ти километровой зоне ЧАЭС через три года после аварии. Установлено, что основная масса радионуклидов и стронция-90 сосредоточена в верхнем гумусовом слое почвы, содержащем значительное количество растительных компонентов. Доля водорастворимых форм радионуклидов в этом слое составляет всего лишь десятую долю процента. Содержание обменных форм радионуклидов в почве и какается в пределах 1,5-6,9%. Подвижных форм радионуклидов в  $Ca-Cl_2$  и  $Ca-Cl_2$  вытяжках из почвы остается 85-100% радионуклидов, а в присутствии органических веществ составляет 10-20%. В почвах с высоким содержанием гумуса в образцах, отобранных в 6-х км от ЧАЭС (г.п. Каленя), по сравнению с образцами, отобранными на расстоянии 10 км от источника загрязнения (г.п. Каленя), содержание подвижных форм радионуклидов в результате выщелачивания почвы в присутствии органических веществ выщелачивания радионуклидов и отщепления подвижных форм радионуклидов втяжках, непосредственно и удаленности от станции.

Исследования распределения  $Ca-90$  показали, что концентрации его в водорастворимой, обменной и подвижной форме на глубины 5-30 см по слоям 150, 25 и 50 раз соответственно. Вклад обменных форм радионуклидов в общее содержание его в верхнем слое составляет 1/3, а на глубине 5 см доля данного радионуклида в этой форме увеличивается до 50-60%. Из этого следует, что в корнеобитаемом слое значительное количество радионуклидов находится в доступной растению форме и может легко вовлекаться в различные миграционные процессы.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМА ФОРМИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ  $^{90}\text{Sr}$   
В ПОВЕРХНОСТНОМ СТОКЕ С ВОДОСБОРОВ 30-ТИ КИЛОМЕТРОВОЙ  
ЗОНЫ ЧАЭС

Булгаков А.А., Коноплев А.В., Бобовникова Ц.И.  
НПО "Тайфун", г. Обнинск

Методом искусственного дождевания сточных вод изучена взаимосвязь концентрации  $^{90}\text{Sr}$  в поверхностном дождевом стоке с характеристиками дождя и почвы. За время порядка нескольких минут в стоке устанавливается равновесная концентрация  $^{90}\text{Sr}$ , зависящая от катионного состава стока и ППК верхнего слоя почвы. Для почв, в ППК которых преобладает ионы Са выполняется соотношение:

$$[^{90}\text{Sr}]_{\text{ж}} = \frac{[\text{Ca}]_{\text{ж}} [^{90}\text{Sr}]_0}{K_{\text{Ca}}^{\text{Sr}} [\text{Ca}]_0}$$

где  $[^{90}\text{Sr}]_{\text{ж}}$  и  $[\text{Ca}]_{\text{ж}}$  - концентрации  $^{90}\text{Sr}$  и Са в стоке;  
 $[^{90}\text{Sr}]_0$  и  $[\text{Ca}]_0$  - концентрации обменных  $^{90}\text{Sr}$  и Са в верхнем слое почвы;

$K_{\text{Ca}}^{\text{Sr}}$  - коэффициент селективности ионного обмена.

Величина  $[\text{Ca}]_{\text{ж}}$  зависит от минерализации дождевой воды и почвенного раствора. На первом этапе дождя происходит вымывание растворимых соединений в нижние слои почвы и через некоторое время минерализация стока определяется минерализацией дождевой воды и от интенсивности дождя и стока не зависит. В экспериментах по доказательству это происходило еще до начала стока.

При предельно большом дождевании плошавки происходит заметное уменьшение концентраций  $^{90}\text{Sr}$  в стоке, причем зависимость  $\ln [^{90}\text{Sr}]_{\text{ж}}$  от времени линейна. Это позволяет использовать для прогнозирования "слоя дождевым стоком приближенно "слой полного перемешивания". Рассчитанная для разных плошавок толщина этого слоя составляла от 2 до 4 мм. Поскольку распределение реальной почвы на слое такой толщины не представляется возможным, определение обменных  $^{90}\text{Sr}$  и Са проводили в слое 0-0,5 см. Рассчитанные по этим данным значения  $K_{\text{Ca}}^{\text{Sr}}$  варьировали от 1 до 4.

ИЗУЧЕНИЕ РАДИОАКТИВНОЙ СРЕДОВОЙ В РАЙОНЕ  
"КАМЫШСКОГО ПЯТНА" РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ПРОДУКТАМИ АВАРИИ НА ЧАЭС

И.Н.Васильев, О.В.Румянцева, С.В.Савостьянов

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

Радионестабильное обследование радиационной обстановки в районе "Камышского пятна" загрязнения продуктами аварии на ЧАЭС с помощью автомобильного гамма-спектрометрического комплекса ГГДМ АН СССР позволило в себя: определить темпы миграции, уточнить границу "пятна" по выбранным уровням активности населения цезия-137 и оценить на структуру распределения изотопов цезия-137 в различных условиях.

Показано, что радионуклидный состав выпадений с апреля 1986 г. по 1989 году, в основном, долгоживущий цезий-137 и цезий-134, а также короткоживущий изотоп стронция-90 и йода-131.

Граница пятна загрязнения цезием-137 по численности  $0,2 \text{ Ки/км}^2$  на побережье дельты в районе н.п.Дудубе - г.Будубе. Изучением выяснена опасность глобальных выпадений на континенте в районе н.п.Горышки Ижма  $0,06 \text{ Ки/км}^2$ .

Распределение плотности выпадений радионуклидов по территории не является равномерным. Наибольшее значение отмечено в р.Берега н.п. Дубовое, Гудубе, Будубе ( $4,1 \pm 0,6 \text{ Ки/км}^2$ ).

Горный рельеф, а также атмосферные условия способствуют тому, что максимальная часть активности изотопов в широтной полосе, темпе в дельте между селами Камышского района (д.Будубе, Д.Б.И.И.) преимущественно приходится на дельту цезия-137 до Камышского лимана (район г.Будубе) по сравнению  $0,06 \text{ Ки/км}^2$ .

Отмечается наличие неравномерных явочек плотности радиоактивности в г. Соски (от 4 до  $18 \text{ Ки/км}^2$  по цезию-134, 137).

О КИНЕТИКЕ ПЕРЕХОДА РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ  
"ПОЧВА-ВОДА" В УСЛОВИЯХ ПОДЪЕМНОГО ДАВЛЕНИЯ  
БЛИЗКЕ ЗОНЫ ЧАЭС.

Войцехович О.В., Гаптер Г.В., Демчук В.В.  
Укр. НИИГА, г. Киев.

Кинетическими и временные характеристики перехода радионуклидов (Cs-137, Sr-90 и др.) в воду при затоплении пойменных территорий являются важнейшими параметрами при назначении и обосновании водоохранной мероприятия.

Работы по определению форм нахождения радионуклидов, проводимые в лабораторных условиях при полной гомогенизации проб верхнего слоя почвы в двифазной системе условия выщелачивания, позволяют получить абсолютные значения обменных и водорастворимых форм, которые в моделях миграции можно принять за максимум доступных к растворению при равновесии затопленного участка почвой водой. В реальных условиях эти процессы протекают существенно медленнее, и зависят от эффектов выщелачивания из почвенной толщи двух фаз "почва-вода", а так же от скорости диффузии элементов в почвенной толще. Ранее выполненные эксперименты по оценке скорости радионуклидов при затоплении почвой водой ( Павловский Ф.И., Колосовский А.В., Сельховик Ю.А. и др.) показали различные результаты, что обусловлено увеличением числа разграничения экспериментальных условий, условий и методикой исследований. Αναδεικνυται ранее полученные обобщающие данные.

Для моделирования кинетики перехода радионуклидов из почвы в воду при затоплении пойменных территорий в Припять в районе Красненского сельсовета, на участке с прослоянным толстым характером выщелачивания и количеством загрязнений по Cs-137 до 600 Ci/Lm<sup>2</sup>, была вырублена зеленая березовая посадка 1 м<sup>2</sup> и высотой 20-25 см. Импоненты в количестве 100 см<sup>3</sup> в секунду выливались в к заливались водой из Припять на 50 см. Моделировалась ситуация со стоками и проточной режимом вытока воды по пойму. С увеличением вертикальности отбывались пробы воды с выки 100 см<sup>3</sup> и в них определялось содержание радионуклидов. Однозначно определялся гидродинамический системы (стационарная и нестационарная) ток выщелачивания радионуклидов в почвах по стандартной методике. Варьировались отбирались почвенные колонки высотой 70 см тугоплатины приотборочными специальной конструкции для моделирования процессов участия и миграция радионуклидов сквозь почвенный профиль с адсорбционными потоком.

В результате эксперименталь оценки кинетики вытока радионуклидов в воду при затоплении пойменных массивов в условиях стоющего и слабопроточного режимов.



### ИЗМЕНЕНИЕ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ РАДИОЦЕЗИИДОВ В ПОЧВАХ

Давыдов В.Р., Вороник Н.И., Есипов Н.Н., Дучали В.Р.  
ИИЗ АН ВССР, г. Минск

Наибольшая часть радиоцезиеидов исследованной флоры находится в радионуклидах  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Cs}$ , попавших в почву в результате взрыва на Чернобыльской АЭС. Различия в сорбционных свойствах этих радионуклидов и тем же самым радионуклидов, но введенных в почву в виде нитрата цезия может служить основанием для заключения о факте нахождения радионуклидов в данной почве.

Для работы использовались пробы почвы, отобранные по стандарту у плугу в 5 см от поверхности, в 50 и 100 см в Гомельской и в 200 см в Могилевской областях БССР.

Изотопы цезия и доработки растворены раздельно с помощью последовательного воздействия азотной кислоты, соляной кислоты, концентрированной уксусной кислоты на осадочные и сорбционные свойства радионуклидов в почве.

Целью работы является получение данных по удельным концентрациям радионуклидов в почве в результате десорбции цезия и гетерогенных радионуклидов через апертурно-фильтры с диаметром пор 1; 0,5; 0,19; 0,1; 0,05 мкм и т.д.

В зависимости от полученных данных предполагается выделить радионуклиды  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Cs}$  поделенные в почве радионуклиды  $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{144}\text{Cs}$  в виде нитрата, соли и в виде частиц, размерами которых являются либо диаметры урана, либо графит.

РАДИОНУКЛИДЫ АВАРИЙНОГО ВЫБРОСА ЧАЭС НА ТЕРРИТОРИИ САНИТАРНОЙ ЗОНЫ  
РОБЕНСКИЙ АЭС

Долин В.В., Пушкарюв А.В., Скоробогатко Е.П.

ИГОМ АН УССР, г. Киев

Созданная сеть точек наблюдения (по радиально-лучевым профилям с центром непосредственно на территории станции) позволила установить распределение неравномерности в распределении радионуклидов в пределах зоны зоны РАЭС (табл. 1). Плотность загрязненной почвы радионуклидами повышается с Северо-востока к югу и западу.

Таблица 1. Плотности загрязнения территории санитарной зоны РАЭС радионуклидами, Ки/кг.

суммарная бета-активность	(3,5...59) x 10 <sup>-9</sup>
рутения-106	(0,2...16) x 10 <sup>-9</sup>
цезия-134	(0,5...13) x 10 <sup>-9</sup>
цезия-137	(0,8...76) x 10 <sup>-9</sup>
стронция-90	1,5 x 10 <sup>-13</sup> ... 1,4 x 10 <sup>-13</sup>

Послеименные концентрации рутения-106 обнаружены в дубовых грядках почвы в районе с. Б.Робенский, в дубовых грядках дубовых грядках (с. Белозирка), дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка), в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка), в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка), в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка). Статистически отличные концентрации изотопов цезия-137 и стронция-90 (1,5...2,8) позволяют предположить, что источником загрязнения почвы радионуклидами является выбросы ЧАЭС.

Установлено, что в дубовых грядках в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка) накапливаются радионуклиды в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка). Радионуклиды в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка) накапливаются радионуклиды в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка).

Плотности радионуклидов в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка) накапливаются радионуклиды в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка).

Результаты исследований радионуклидов в дубовых грядках почвы (с. Белозирка) и в дубовых грядках слабодобродности почвах (с. Белозирка) позволяют предположить, что источником загрязнения почвы радионуклидами является выбросы ЧАЭС.

Таблица 2. Выводы радионуклидов из почвы при среднегодовой норме осадков (500 мм), г.

тип почвы	суммарная бета-активность		
	рутения-106	цезия-137	стронция-90
дубовая слабодобродности	3,6	1,2	0,8
дубовая слабодобродности	2,1	10,2	0,7

### $^{90}\text{Sr}$ В ПОЧАХ ПОЛЕВЫХ МАССОВЫХ ЛАНШАФТОВ ИВАНСКОГО ОБЛАСТНОГО РАЙОНА

Белкина Е.В., Мильнов А.И., Коробова Е.И.  
Институт геологии и аналитической химии им. В.И.Вернадского  
АН СССР, г. Москва

Изучено распределение  $^{90}\text{Sr}$  в почвах солончатых залежных лугов казахстанского типа в 30 км южнее ЧАЭС (долина р. Жылыя, Ивановский район Новосибирской области).

Установлено, что содержание  $^{90}\text{Sr}$  в слое 0-5 см под слоем и луговой растительностью резко различается. Так, уровень концентрации радионуклида под солянками в 10 и более раз ниже, чем под злаково-луговой растительностью в поле. Это соответствует соотношению 1:5 и 22 Бк/кг. Это обусловлено различной способностью сорбции ионов удерживать нуклиды из атмосферы радионуклидов. Так, при удерживании 90 и более %  $^{90}\text{Sr}$ , нуклиды из атмосферы. В период дождевых периодов, прошедшем после аварии, и при сильной эрозии и интрузии радионуклидного следа, большая часть поступающего  $^{90}\text{Sr}$  сосредоточена до настоящего времени в почвенном покрове и лесной подстилке.

Трепетная различимость содержания нуклида в слое 0-5 см обусловлена до 100% различиями в уровне радионуклида в почвах под разными типами растительности. Это связано с тем, что при этом типе растительности в слое 0-5 см радионуклиды в основном сосредоточены в слое 0-5 см, а в слое 5-10 см их содержание в 2,5-10 раз ниже, чем в слое 0-5 см.

В почвах под злаками, так же, как и в почвах под солянками, содержание радионуклида в слое 0-5 см в 2-3 раза ниже, чем в слое 5-10 см. Это связано с тем, что в почвах под злаками радионуклиды в основном сосредоточены в слое 0-5 см, а в слое 5-10 см их содержание в 2,5-10 раз ниже, чем в слое 0-5 см. В почвах луговой растительности радионуклиды в основном сосредоточены в слое 0-5 см, а в слое 5-10 см их содержание в 2,5-10 раз ниже, чем в слое 0-5 см. Так, в почвах зерново-луговых почвах, содержание радионуклида в слое 0-5 см в 3,5 раза ниже, чем в зерновых почвах антропогенного ряда, расположенных на территории, глубиной 10 см уровень содержания  $^{90}\text{Sr}$  для всех изученных почв одинаков и составляет около  $10 \times 10^{-3}$  Бк/кг.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ В ДОМКАХ РАДИОНУКЛИДОВ, ПРЕСТАВЛЯЮЩИХ РАВНОВЕСИЕ КОМПОНЕНТ ВЫСОКОГО ЧАЭС  
Иванов В.А., Кисляков В.А., Бондарь П.Ф., Орельшч А.А., Озернов А.Г.  
Уральский филиал ЦБМССР, г.Ижевск

О возможности методов изотопного обмена, ультрафильтрации, диализа, электролиза и треновой радиотрихи изучали прочность закрепления радионуклидов в деструкции топливных частиц в почвах, заглуженных в результате выброса ЧАЭС с различным соотношением топливной (ТК) и коллекционной (ЖК) компонент выщелачивания. В качестве экстрагентов использовали растворы  $\text{CsCl}$ ,  $\text{CsCl} + \text{CsCl}_2$ ,  $\text{FeCl}_3$ , раствор Тамма и др. В зависимости от физико-химических свойств почвы и соотношения ТК:ЖК в км экстрагента последовательной экстракции растворяли  $\text{CsCl}$  и  $\text{CsCl}_2$  суммарное количество экстрагированных радионуклидов составляло:  $^{137}\text{Cs}$  - 17+45%,  $^{144}\text{Ce}$  - 0+6%,  $^{106}\text{Zr}$  - в экстрактах не обнаружен. Помимо  $^{137}\text{Cs}$  в ультрафильтрате и диализате, а также результаты треновой радиотрихи свидетельствуют о присутствии радионуклидов в экстракте в виде дисперсных частиц в ионной или молекулярных форм. Переход в раствор  $^{137}\text{Cs}$  отмечен при экстракции раствором Тамма. Отмечены различия в извлечении  $^{137}\text{Cs}$  в твердой фазе различных "деструктов, имеющих" разную почву (грунт). Частицы значительно обогащены частицами окисленного восстановленного материала. Как правило, количество  $^{137}\text{Cs}$  диспергированного из различных деструктивных фракций чистых образцов почвы не различается, однако после "аморфного" обжарки существенно возрастает ( $^{137}\text{Cs}$ ) количество экстрагированного  $^{137}\text{Cs}$  в 1,5-2 раза выше из фракции 0,25-0,5мм и в 2-3 раза выше из фракции 0,075мм по сравнению с фракцией < 0,075мм. Абсолютное отношение  $^{137}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  практически одинаково для всех фракций, хотя удельная активность радионуклидов в разных фракциях различается. По некоторым почвам отмечено статистически достоверное снижение изотопного отношения  $^{137}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  на 15-20% на почвах 0-5 стадий экстракции, затем это отношение приближается к значению того же для исходной почвы. Следовательно вследствие изотопных и расчетных по почвам доказано, что из образцов почвы с близкими значениями ТК и ЖК после серии последовательных экстракций удалено до 60-80%  $^{137}\text{Cs}$  аморфного в виде ЖК.

Обсуждается вопрос устойчивости топливных частиц с учетом различных типов геохимической обстановки в 30-км зоне.



ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ ГЛОБАЛЬНОГО ЦЕЗИЯ - 137 ПРИ ОЦЕНКЕ  
ЭРОДИРУЕМОСТИ ПОЧВ

Красноперова А. П., Боур-Москаленко З. О., Хачерашвили И. Г.,  
Харьковский государственный университет

Проблема миграции искусственных радионуклидов в биосфере в последние годы привлекает внимание специалистов в различных областях знаний в нашей стране и за рубежом. Особый интерес представляет изучение миграции цезия-137 - продукта деления ядерного горючего, образующегося при испытаниях ядерного оружия и при работе ядерных реакторов.

Авторами глобальный цезий-137 использован в качестве метки при исследовании интенсивности эрозии почв. Проведен анализ работ, посвященных проблемам миграции и накопления цезия-137 в различных видах почв. Проведены гамма-спектрометрические измерения образцов различных почв. Из проведенных измерений следует, что в среднем накопление на  $1 \text{ м}^2$  оказывается значительно выше в лесной почве, чем на лугу, и почвы полей и лугов практически не различаются между собой по содержанию радионуклида. Цезий-137 аккумуляруется в верхнем слое почвы на 15-20 см и практически не перемещается вниз по профилю, его концентрация достаточно но связана с типом почвы. Показано, что метод цазамерфического определения эрозии является простым, надежным и более быстрым по сравнению с традиционным. Он позволяет установить не только скорость эрозии почв и скорость процессов почвообразования, так как установлена зависимость между величиной смыва почвы и количеством элиминированного источника цезия - 137.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОДВИЖНОСТИ  
РАЗЛИЧНЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ

В. П. Кудряков, В. П. Миронов, А. И. Кряк, Л. Е. Труфанов

Институт радиобиологии АН БССР, г. Минск

В докладе приводятся результаты трехлетних наблюдений за миграцией радионуклидов по вертикальному профилю почвы в разных районах Польской области (Хойники, Мясаны, Новые Грошны, Момзин, Бурцево-селке и др.). Основная доля радионуклидов (до 90 %) находится в верхнем (0-5 см) слое почвы, и по мере заглубления ее содержание постоянно убывает. Однако замечены зоны с повышенным содержанием радионуклидов, которые со скоростью ~2 см в год передвигаются вниз по вертикали.

Исходом последовательного фракционирования определены доли подвижных и неподвижных форм радионуклидов. Основная часть плутония находится в нерастворимом негидролизуемом остатке, в то время как стронций проявляет высокую подвижность аналогично цезию-137. В почвах лесных долей подвижных форм плутония в 10 раз выше, чем в почвах с большим содержанием органических веществ (см. табл.).

ТАБЛИЦА. Доля подвижных форм плутония в различных типах почв.

Тип почвы	Доля подвижных форм, %		
	растворимых	обменная	поглощенная органикой
торфяная	0,9	0,4	1,3
цериново-под- золистая	0,1	0,4	2,0
песчаная	4,0	0,9	31,6

Доли растворимых форм радионуклидов возрастают по мере заглубления в почвенном профиле.

На основании полученных результатов приводятся возможные миграции радионуклидов.

## О МИГРАЦИИ КАРБОНАТА СТРОНЦИЯ-90 В СИСТЕМЕ ПОЧВА - ВОДА

Кузнецов В.А., Генералова В.А.

Институт геохимии и геофизики АИ БССР, г. Минск

Большое значение имеют формы нахождения радионуклидов при изучении их трансформации от техногенным и природным соединениям в различных фациональных обстановках, при прогнозировании перехода из почвы в поверхностные воды, выяснение особенностей миграции по почвенному профилю и формировании радионуклидного состава грунтовых вод, осадочники на геохимических барьерах. Несмотря на относительно большой фактический материал по формам нахождения стронция-90, поведение его карбонатных соединений остается пока мало исследованным, что требует изучения как в общетеоретическом, так и практическом отношении применительно к конкретным ландшафтно-геохимическим обстановкам.

Было изучено распределение карбоната стронция-90 в разных соединениях в различных типах почвенных почв при Белоруссии при глобальных выпадениях до 1966 г. и после аварии на Чернобыльской АЭС в первый год аварии содержание карбонатных соединений радиостронция достигало 10-30% его валового содержания и постепенно уменьшалось к 1968 г. в 1,5-2 раза. Растворимость карбонатов стронция была обобщена, исходя из термодинамических констант - произведения растворимости, величин рН, активности катионов, равновесных отношений катионных ионов и анионов состава природных вод. Статистический способ определения равновесных концентратов, особенно грунтовых, торфяных вод и геохимический расчет равновесных концентратов  $^{90}\text{Sr}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$  позволило определить, что при рН вод. с рН из ряда 7 и содержанием кальция не более 50 мг/л в растворяет ион стронция из кристаллической фазы  $\text{CO}_3$ .

Продуктивно исследована реакция: различия в характере состава глобальных и аварийных поступлений радионуклидов в окружающую среду, что имеет принципиальное значение для понимания их миграции в ландшафтах; начало трансформации техногенной (аварийной) карбонатами  $\text{CO}_3$  в природных условиях; одну из особенностей поведения карбонатов радиостронция после воздушного поступления в разные долины республик.





**РАДИОАКТИВНЫЕ ВЫПАДАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ХОЛМИЧСКОГО РАЙОНА БССР НА ТРЕТИЙ ГОД ПОСЛЕ АВАРИИ.**

Кирсанов Б.И., Другаченко М.А.,  
ИГБ АН БССР, г. Минск

Радиоактивность приземного слоя атмосферы на территории БССР в настоящее время определяется в основном процессами вторичного подъема и переноса радиоактивных частиц, выпавших на поверхность после взрыва и пожара на ЧАЭС в апреле - мае 1986 г. Значительное повышение радиоактивности воздуха может происходить во время пылевых бурь и лесных пожаров, в особенности в районах с высоким уровнем загрязнения.

Установлено, что во время лесного пожара в н.п. Долбны в конце апреля 1989 г. плотность радиоактивных выпадений повысилась в 5-10 раз на расстояниях до 40 км и более, что свидетельствует о сильном пространственном участии загрязнения атмосферы при пожарах на территориях с высокой плотностью загрязнения. При этом радионуклидный состав выпадений отличается от местного состава подстилки и поверхности в месте условной пробы.

При относительно высокой степени загрязнения ( $1-20 \text{ Ки/км}^2$ ) степень выпадения практически не зависит от степени загрязнения поверхности грунта, и линейно растет при значении выше  $100 \text{ Ки/км}^2$ .

Силки интенсивности ветрового подъема для территории естественного дуга летом 1989 г. дает значение  $\approx 2,4 \cdot 10^{-11} \text{ с}^{-1}$ .

**ВЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ УВЕЛИЧЕНИЯ НА УГЛЕРОД РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ  
ЗАРАЖЕННОЙ ЗОНЫ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС**

Мелещенко И.В., Караваев Е.Н., Чикайковский Л.Н.  
ИРЯЕ УрО АН СССР, г. Свердловск

Изучены условия развития почвенного увеличения на подзолах 90С<sub>2</sub> и 100-13<sup>1</sup>С<sub>2</sub> в системе почва-растение. Образцы почвы, собранные в 2-м км от ЧЭС, помещали в герметизированные пакеты, разбитые на равной емкости (от полного заполнения до емкости, приближенной к 50% от полной заполненности почвы) и выдерживали в темноте при 20°C. По окончании опыта определяли содержание радионуклидов в почве, растительной и сорбционно-лимонной матрицах почвы. В результате этого, на почвах образцы почвы незначительно обогащаются радионуклидами <sup>137</sup>Сs и <sup>134</sup>Сs, продолжалось обогащение почвы радионуклидами в течение вегетационного периода. Выводы: почва, незначительно обогащается радионуклидами, но сорбционно-лимонная матрица почвы обогащается радионуклидами.

Почвенное увеличение почвы почва, незначительно обогащается радионуклидами в течение вегетационного периода. Выводы: почва, незначительно обогащается радионуклидами, но сорбционно-лимонная матрица почвы обогащается радионуклидами. В результате этого, на почвах образцы почвы незначительно обогащаются радионуклидами <sup>137</sup>Сs и <sup>134</sup>Сs, продолжалось обогащение почвы радионуклидами в течение вегетационного периода. Выводы: почва, незначительно обогащается радионуклидами, но сорбционно-лимонная матрица почвы обогащается радионуклидами.

Выводы: почва, незначительно обогащается радионуклидами, но сорбционно-лимонная матрица почвы обогащается радионуклидами. В результате этого, на почвах образцы почвы незначительно обогащаются радионуклидами <sup>137</sup>Сs и <sup>134</sup>Сs, продолжалось обогащение почвы радионуклидами в течение вегетационного периода. Выводы: почва, незначительно обогащается радионуклидами, но сорбционно-лимонная матрица почвы обогащается радионуклидами.

**ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ ДОЛГОЖИВУХИХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ РАЙОНОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ЗАГРЯЗНЕНИЮ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС.**

**С. И. Новикова, С. Е. Состыляков**

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

Исследовались особенности миграции долгоживущих радионуклидов цезия-134, 137, церия-144 и рутения-106 в краях почв районов, подвергшихся загрязнению от Чернобыльской аварии. Пробы были отобраны в августе 1986 г. на градуировочных площадках трех типов загрязнения - технолитного (А), квазитопливного (В) и взрывоопасного (В) в стандартные кольца до глубины 5 см. Производилось послонное измерение радиоактивности проб с шагом 0,5 (I) см, а также измерение активности трех механических фракций образца 1+2 (>2) мм; 0,25+1,0 мм; < 0,25 мм.

Измерения радиоактивности образцов проводились на комплексе гамма-спектрометрической аппаратуры, включающей многоканальный программируемый анализатор АРОРА LP-4900В (Finland) и полупроводниковый детектор (германиевый) диффузионно-дрейфовый ДДУД-100В-3 (USSR). Для измерений и обработки результатов использовался автоматизированный программный комплекс АСПРОС (ГЕОХИ АН СССР).

Независимо от типа почв и ландшафтов основные массы цезия-134, 137, Се-144 и рутения-106 сосредоточены в верхних 0-2 (до 5) см в виде прочносвязанных соединений. В обедненных гумусом дерново-подзолистых и в глинистых почвах подраздела и почвах гидроморфного типа наблюдается высокая радионуклидная цезия и рутения до глубин 3,5-4,5 см. Максимальные концентрации радионуклидов цезия, церия и рутения (30-50 % от суммарной активности) найдены во фракциях 1-2 (>2) мм - траве, корнях и улах кукурузы в слое 0-1 (до 2) см, что свидетельствует о важной роли процессов биотической миграции в массовом переносе радионуклидов при их малодоступности в биосферах. Понизилась и единства: фракция (< 0,25 мм) почв способствует закреплению радионуклидов в кристаллических структурах почвенных минералов органической же природы. Соотношение цезия-134/цезия-137 в фракции 1-2 мм и < 0,25 мм, что, возможно, может свидетельствовать о различных топографиях и формах нахождения радионуклидов в матрице минералов вплоть до разделения изотопов.



ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ НА ТЕРРИТОРИИ  
В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Подкорост В.С., Чулки В.К., Буравлев Е.П.  
УД ЦЕНТРИЕР, ИИТ АН УССР, г. Киев

Исследования миграции радионуклидов со склоновым и инфильтрационным стоком проводились с 1986 г. в пределах пойменных земель г. Припять, Брагинка, Сахан, Илья.

Исследованиями включены вступивший эксперимент (дождевание, налив) и различные натурные наблюдения.

Научные миграционные характеристики изотопов цезия проводились на супесчаных и торфяных почвах, константы равновесия для которых определены равными соответственно 23 и 29.

Значение коэффициента диффузии изотопов цезия с внутрипочвенным стоком составило  $2 \cdot 10^{-11} \dots 5 \cdot 10^{-11}$  см<sup>2</sup>/с.

Относительное содержание Sr<sup>90</sup>/Cs<sup>137</sup> в пробках воды склонового стока и грунтовых водах уменьшается в пределах 1,2...1,9.

В условиях остоющегося травяного покрова на супесчаных, торфяных и луговых супесчаных почвах смеси радионуклидов Sr<sup>90</sup> и Cs<sup>137</sup> поперек стока стоком изменялся в пределах 0,0022...0,0073% от запаса в почве (в верхнем 5 см слое почвы) на 1 мм стока. Такая же величина смеси получена и на 1 мм инфильтрационного стока.

На супесчаных луговых почвах объем смеси Sr<sup>90</sup> инфильтрационным потоком изменялся в пределах 0,0006...0,0068% на 1 мм слоя проницаемого слоя в зону задури воды. В натуре усиленных установок факт наличия концентрированного потока воды вдоль односторонних борозд четвертьвековой выработки со скоростью в десятки раз превышающей скорость инфильтрации, характерной для данного типа почв, что может вызвать существенные коррективы в характеристиках локального радиационного загрязнения из пробки.

Уровень загрязнения в районе проведения исследований составлял по Sr<sup>90</sup> в пределах 100...600 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>, по Cs<sup>137</sup> - 50...700 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup> и по Cs<sup>137</sup> - 70...1000 км<sup>2</sup>/км<sup>2</sup>.

Полученные результаты исследования позволяют прогнозировать уровень загрязнения речного стока и грунто-грунтов зоны задури по глубине соответствия со складывающейся гидрометеорологической обстановкой.

## РОЛЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОЧВЫ В МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Петраев Е.П., Оволоникова С.В., Кильчицкая С.А., Лыжина И.Я.,  
Рубинчик С.Я., Соколик Г.А.

БИУ им. В.И.Ленина, г.Львовск

Представлены данные изучения взаимодействия радионуклидов природного происхождения ЧЭС с различными классами органического вещества дерново-подзолистых и торфяно-болотных почв загрязненной территории впа и юго-востока Белоруссии. В качестве модельных объектов использованы исследованные селективные выделываемые и экстракционные гумусовые вещества, выделенные из почвы 0,1н раствором  $H_2SO_4$  по методике Берна в модификации Коендерей-Ветниной, с последующим выделением гуминовых кислот 1н раствором этилового спирта при pH 1,5. Молекулярно-массовый состав радионуклид-органических соединений гуминовой и фульвокислотной фракций (основных компонентов в почвенном гумусе) определяли методом гели-хроматографии на СД-столбе. Содержание  $\beta$ -излучающих радионуклидов во фракциях оценивали с помощью  $\beta$ -спектрометра,  $St-90$  - радиоизотопным способом.

В исследованных образцах оценено содержание элементов калия, кальция, фосфора гумуса, емкости поглощения ионов аммония, сульфата,  $pH$  водной и слезной вытяжек.

Установлено, что в целом по территории Беларуси наиболее высокие количества радионуклидов (43%), причем особенно высокие выделены во фракции гуминовых кислот.

Известно, что  $St-90$  склонен к образованию органических и органико-минеральных соединений в водных растворах радионуклидов и кислот. До 40% радионуклидов переводят в доступную форму. Таким образом его количество содержится в фульвокислоте и ее фракции. Показано, что увеличение содержания почвенного гумуса и темная окраска способствует этому процессу. Органическое вещество оказывает существенное влияние на миграцию изотопа  $St-90$  в почве, его роль в миграции радионуклидов значительно выше.

Оценена миграционная способность радионуклидов в составе различных органических и органико-минеральных комплексов. Получены данные для прогнозирования их вертикальной миграции в почках, смываемых в речную и природную воды.

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ФОРМ НАХОЖДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ НА ЗАГРЯЗНЕННОЙ  
ТЕРРИТОРИИ БССР

Петряев Е.П., Овсянникова С.В., Соколяк Г.А., Лобкина И.Я.,  
Рубинчик С.Я., Мозинская С.В.

БГУ им. В.И.Ленина, г.Минск

Выделение радионуклидов в биогеохимические циклы миграции приводит к их перераспределению в ландшафте и почвенном покрове. Направление и интенсивность этого процесса в значительной мере определяют формы нахождения радионуклидов в почве.

В представленной работе изучено состояние радиоактивных изотопов цезия и стронция, выпадавших на территории Белоруссии в результате аварии на ЧАЭС. Методом последовательного выщелачивания определено соотношение водорастворимой, обменной, подвижной и "фиксированной" форм нахождения радионуклидов в почве контрольных участков, расположенных в Гомельской и Могилевской областях (40-250 км от ЧАЭС). Ландшафтно-геохимические особенности выбранных участков и характеристика исследуемых почвенных разновидностей типичны для загрязненной территории республики. Проведен анализ изменений состояния радионуклидов в почвах во времени (с июля 1987 по июль 1989 г.).

Установлено, что радионуклиды цезия присутствуют в почве в основном в "фиксированном" состоянии (от 40 до 99 %). Содержание водорастворимой, обменной и подвижной форм радионуклидов не превышает, соответственно, 1, 22 и 40 %. За указанный период значительных изменений в соотношении форм радиоактивных изотопов цезия в исследуемых почвах не обнаружено. Отмечено, что состояние радионуклидов в различных образцах почвы не зависит от расстояния до ЧАЭС.

Состояние изотопов Sr-90 в почвах отличается рядом особенностей. Для него характерно более высокое по сравнению с радионуклидом содержание в водорастворимой (до 16 %), обменной (до 91 %) и подвижной формах (до 90 %) и, следовательно, более низкое - в "фиксированной". Соотношение форм радионуклида в почвах существенно зависит от расстояния до места аварии. В ряде случаев относительно содержание обменного радионуклида в поверхностных слоях почвы увеличивается с течением времени. Особенно заметно это происходит на полигонах, расположенных ближе к реактору. Это может быть обусловлено частичным разрушением "фиксированной" формы под действием органических соединений почв, в том числе за счет ее распада в результате структурных изменений нерастворимых активных частиц выпадений.



## ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИОННЫХ СОР. РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ МЕЖДУ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВЫДЕЛЕНИЯМИ

Петраев Е. П., Васильчикова С. В., Соколик Г. А., Фубижки С. И.,  
Лобкина И. Р.

ВГУ им. В. И. Ленина, Гомельск

Методом последовательного селективного выщелачивания изучено соотношение различных форм радионуклидных комплексов цезия и стронция в слоях почвы толщиной 1 см на разной глубине от поверхности. Проанализировано 12 почвенных разрезов. Контрольные анализы, проведенные в Чериковском, Корытском и Хойникском районах, по характеру загрязнения и геоморфологическим особенностям представляются для загрязненной территории Белоруссии.

Приведен анализ изменения соотношения радионуклидов и физико-химических характеристик среды (дисперсность, минерализация, кислотность, содержание гумуса и обменных форм элементных комплексов, емкость поглощения почвенного комплекса) по глубине почвенного профиля.

Установлено, что "фиксированные" соединения радионуклидов преобладают по всему почвенному профилю и соотношение его различных форм в большинстве реперных точек практически не меняется с глубиной. Лишь в нескольких разрезах доля ионных форм в обменной форме в нижележащих слоях увеличивается по сравнению со слоем 0-1 см.

Результаты анализа свидетельствуют о том, что в значительной мере от горизонтальной разницы вертикальное неравномерное распределение могут определять процессы в обменной или "фиксированной" форме. В почвах наблюдается вертикальная миграция радионуклидов в обменной форме в основном в верхнем слое в виде малодисперсных анионных комплексов. Это соответствует их выщелачиванию до ионных в почвах, или в обменной форме в них в процессе взаимодействия с компонентами почвенного комплекса (напрямик, главным образом, минеральными).

Соотношение форм катиона  $Sr^{90}$  зависит от расстояния до источника. Соотношение в почве радионуклидов в обменной форме увеличивается с глубиной. Доля радиостронция в "фиксированной" состоянии, наоборот, уменьшается. Результаты исследования указывают на то, что миграция радионуклидов в почве осуществляется преимущественно в обменной форме. Полученные данные свидетельствуют о более высокой подвижности  $Sr^{90}$  по сравнению с радиоцезием.

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ СВОЙСТВ  
ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕННОЙ  
СИСТЕМЕ**

**Р.И.Погодин, Л.Г.Диденко, Л.В.Сурнова, И.Я.Попова**  
Институт биохимии ИЗ СССР, Москва

Большое значение в ликвидации последствий крупных радиационных аварий имеет грамотный долговременный прогноз доз внешнего и внутреннего облучения человека от выделяемой смеси радионуклидов. Основную роль в динамике формирования доз облучения, помимо проводимых защитных мероприятий, играет радионуклидный состав и физико-химическое состояние нуклидов в выбросе, а также свойства среды, в которую попали радиоактивные вещества.

В докладе приводятся результаты экспериментальных исследований физико-химического состояния радионуклидов, закономерностей изменения его во времени и влияния этих изменений на исход в растительность для почв различных типов и зон аварийного выброса  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ . Для характеристичности состояния стронция-90, цезия-137 и бария-139 были выбраны следующие параметры: растворимость в различных средах, способность к обмену, миграция, распределение по почвенным частицам различных размеров и различия в физике испускаемого излучения, скорость перемещения по почвенному профилю. Приведена сравнительная оценка активности отдельных изотопов и смеси нуклидов в почвенно-растительном покрове и влияния факторов окружающей среды и формы поступления радионуклидов на численные значения параметров миграции.

Полученные результаты позволили рассмотреть эволюцию поведения радионуклидов во внешней среде и сделать прогноз изменения некоторых параметров радиационной обстановки на загрязненных территориях:

**СОБРАНИЯ ЦЕЗИЯ-137 ПОЧВЫ РИСОВЫХ ЧЕКОВ В ХЕРСОНСКОЙ И  
КРИМСКОЙ ОБЛАСТЯХ**

Пристень В.С., Соболев А.С., Перопалатникова Е.В.  
Уф. ВНИИОХР, г. Киев

После аварии на ЧАЭС увеличилось содержание радионуклидов цезия-137 в воде реки Днепр. Это может оказать влияние на радиационную обстановку в районах рисосеяния Крымской и Херсонской областей, связанных по стечению с районом аварии.

В 1989-1990 гг. нами было проведено исследование содержания цезия-137 в почвах рисовых чеков. Опилки проводились в Скадовском районе Херсонской области. Почвы лугово-напашенные, солончаковые, дерново-глинистые. Для изучения собраний цезия-137 почвой рисовых чеков были заложены опилки со следующим чередованием культур: 1 - рисовые (оросительные почвы не производится); 2 - рис - люцерна - пар; 3 - рис - рис - люцерна; 4 - люцерна - пар - рис; 5 - рис - пар - рис; 6 - рис - пар - рис. В вариантах 4-6 чеки закладывались последний раз водой в 1989 г.

Прежде всего следует отметить следующую закономерность, характерную для всех вариантов опилок. На тех чеках, на которых происходило запыление в 1989 году, концентрации цезия-137 в слое 0-2 см были выше, чем на чеках с люцерной или находящейся под паром. На чеках, засаженных водой, существует gradient концентрации цезия-137 между слоями 0-0,5 и 0-2 см. Независимые закономерности имеют следующие выходы, а именно, что цезий-137, содержащийся в осадочных водах, сорбируется в первую очередь в верхнем слое почвы.

Средняя величина концентрации цезия-137 в слое 0-2 см рисовых чеков по сравнению с незапыленным, во время опилок, в 2-м слое почвы сорбируется около 20% радионуклидов, поступающих на рис с осадочной водой. При этом концентрация цезия-137 в верхнем 2-сантиметровом слое увеличивается на 30% в год.

Концентрация цезия-137 во всем пахотном слое толщиной 20 см увеличивается на 5% в год.

ВТОРИЧНЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ ПО  
ВОСТОЧНОМУ СЛЕДУ ВЫБРОСОВ ЧАЭС

В.В.Соколов, А.А.Агаркова МК ДОС Тульги, г.Тула

Восточный "след", обусловленный выбросами радионуклидов, вызванными аварией на Чернобыльской АЭС, изучен относительно слабо, как в части морфологии радиоактивного поля загрязненных зон, так и в отношении распределения активностей в областях с относительно низкой активностью, менее 15 Кв/км<sup>2</sup>.

В настоящее время широко распространено мнение, что выделено на почву радионуклиды прочно фиксируются почвенным комплексом и практически не мигрируют. Однако наши исследования проведенные на территории "Плавского пятна" в Тульской области и в районе "Добруш-Сняжковского пятна" на границе Брестской и Гомельской областей показали, что миграционные процессы развиваются достаточно активно, что приводит к образованию вторичных концентраций, где активность с учетом распада в 2-3 раза превышает начальную.

В докладе показаны результаты картирования в Плавском районе и в пределах Добруш-Сняжковского пятна.

Исследованиями миграционных процессов для радиоцезия, радиостронция и плутония должно проводиться раздельно с учетом их геохимических особенностей с одной стороны и экологической опасности с другой, что вытекает хотя-бы из соотношения их ПДК, которые относятся соответственно как 800:3:0,1 Бк/л.

Вторичные очаги радионуклидов формируются в результате сорбации в форме аэрозолей. Обросшими поверхностями ливневых потоков доказано, что на возвышенной территории с активностью 15...18 Кв/км<sup>2</sup> в отдельных пробах отмечалась активность 400...1200 Бк/л, что прогнозирует распространение верени с безопасностью для подземных вод радионуклидных выпадений. В Плавском районе Тульской области радионуклидами "пятно" лечит на возвышенной площади возвышения с инфильтрационным питанием через раскислованные известняки  $С_{12}Zv$ , выходящих в бортах овражно-балочной эрозии.

В докладе показано влияние животных и растений на образование водных миграционных потоков радионуклидов; миграционные процессы с учетом радиоцезия и радиостронция в системе "почва-растение"; вследствие органических кислот почв различного типа на процессах растворения и денатура радионуклидов; кинетика миграционных процессов в карбонатных породах тяжелых металлов и радиоцезия.

ИМИГРАЦИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ТИПОВЫХ  
ЛАНДШАФТОВ ЗОНЫ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧАЭС

Химич С.П.

Институт биохимии Минздрава СССР, г.Москва

В сообщении представлены результаты проведенного в мае-июне 1990 г. обследования 11 типовых площадок, в различной степени загрязненных аварийными выбросами ЧАЭС, и расположенных как в 50-ти км. зоне на территории Волеского радионуклеидного захоронения, так и в пределах зоны жесткого контроля.

При выборе площадок были использованы пункты отбора проб реперной сети Госкомгидромета СССР и МО СССР.

Пункты отбора вышлись исходя из ландшафтно-эколого-геохимической характеристики территории 50-ти км. зоны, в различных экологических, естественных лугах, в хвойных и смешанных лесах, а также в агроценозах.

В полевых условиях выделено 8 морфологических типов почвы. Пробы отбирались последовательно до глубины 20 см, для определения коэффициентов сорбции (КС) радионуклидов из почвы в растении с помощью пробы растительности.

Отмечена высокая подвижность изотопов-137 в вертикальном направлении, на что указывает наличие этого радионуклида в слое 10-20 см в 9 точках. От 79 до 94% изотоп-137 содержится в корневом слое почвы 0-8 см. Изотоп-144 обладает меньшей миграционной способностью и, в основном, также содержится в т.н. "зоне активных корней". Величины КС изотопов-137 имеют значительный разброс, от 0,6 до 10,0 Кг/кг, Кг/кг/км<sup>2</sup>, что в значительной степени связано с характером растительного покрова. Так, наибольшие КС отмечены для хвойного и смешанного лесов, наименьшие — для окультуренных пастбищ.

В сообщении представлены таблицы и рисунки вертикального распределения радионуклидов в почвенной толще.

СРЕДСТВЕННЫЕ СОДЕРЖАНИЯ АЛЬФА-ИЗЛУЧАЮЩИХ РАДИОНУКЛИДОВ  
ПЛУТОНИЯ В АТМОСФЕРНОЙ ПЫЛИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
ТЕХНОЛОГИЯХ

Чурихин Л.А., Газиев Я.И., Зубарев В.Г., Крутлов С.В.,  
Суздальцева К.Ю., Буминин В.А., Арсценко С.И.

Белорусский филиал ВНИИХР, г.Гомель

Проведено изучение свойств атмосферной пыли при 9 различных сельскохозяйственных технологиях в полевых условиях и на предприятиях переработки сельскохозяйственной продукции.

Исследования проводили при помощи высокопроизводительного каскадного импактора ИЭИ, изготовленного в передвижном и стационарном вариантах. Импактор может разделять отобранную пыль на шесть фракций (вплоть до легочной - до 3 мкм ) .

Показано, что доля активности, приходящаяся на фракцию менее 10 мкм в зависимости от технологии составляет 15-25% при среднем значении по всем экспериментам 20%.

Максимальное получение концентрации плутония в пыли, образующейся при различных сельскохозяйственных технологиях, в 10 раз превышает уровень ПДК для категории Б.

Отмечено, что атмосферная пыль обогащена альфа-излучающими плутониями по сравнению с почвой. Коэффициент обогащения зависит от конкретного вида работ и достигает величины 20. Кроме того, были получены значения скорости ветрового подъема пыли при различных видах сельскохозяйственных работ при одинаковых типах почв и метеоусловиях.

**БЕРИЛЛИЙСКОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ  $^{238}\text{U}$  И  $^{239,240}\text{Pu}$  В НЕКОТОРЫХ  
ПОЧВАХ ЗОНЫ ЧАЭС ПО СОСТОЯНИЮ НА 1969 г.**

Вукстнова И.И., Кочан И.Г., Таскеев А.И.  
Институт биологии ИЦ УрО АН СССР, г.Свердлов

Сообщил о динамике распределения радионуклидов в профиле почв  
кажется, впервые с информацией о формах нахождения, а также с инди-  
кентом оценки параметров миграции и перспектив поведения радионукли-  
дов элементов в биосфере.

Для получения соответствующих оценок применительно к ЧАЭС, по-  
ступившему на повзвешной почве в результате аварии, в апреле 1969  
слегачный отбор проб почв на 5 стационарных площадках (с площадками  
и торфяноболотными почвами), расположенных в северной части и  
от ЧАЭС. Кроме почв на содержание изотопов плутония анализируются  
лихнискрические воды из диаметров с площадью сбора 98 см<sup>2</sup>, взя-  
тых на глубину 5 см на тех же площадках.

Анализ проб почв, отобранных осенью 1969 г. показал, что в 10-сан-  
тиметровых почвах (четыре площадки на рассмотренном участке), как и ранее,  
более 90% гумуса приходится на слои 0-1 и 1-3 см. В то же время, в  
торфяно-болотной почве отмечен более существенный слой гумуса  
на верхней части почвенного профиля. Так, здесь на слои 0-1; 1-2;  
2-3; 3-4; 4-5 и 5-10 см приходится соответственно 23, 27, 15, 20  
5 и 0,3% гумуса.

В торфяно-болотной почве отмечено суммарное содержание плутония в верх-  
них слоях (0-1 см) почвенного профиля составляло от 1 до 100 Бк/г, а  
в среднем (5-10 см) от 0 до 3,3  $10^{-2}$  Бк/г. Выводимые  $^{238}\text{U}$  и  $^{239,240}\text{Pu}$   
для верхних слоев почв на всех площадках составили 0,45-0,55. Не-  
которые отклонения от этих величин, характерные для нижних слоев,  
могут быть объяснены сложением точности анализа при низких концентра-  
циях изотопов плутония в пробах.

В диаметрических водах, отбираемых 3 раза в год (май, июль и  
сентябрь) в 1969 году изотопы плутония не обнаружены.

1.3. "Горячие частицы" и радиоактивное загрязнение  
после аварии на Чернобыльской АЭС



Институт Атомной Энергии имени И. В. Курчатова

Об устойчивости набухлов радионуклидами  
опасных радионуклидов в различных формах топливного  
выброса при авариях на АЭС.

С. А. Богатов, А. А. Сарова, В. И. Дворовкин, Л. А. Давыдов,  
Н. Б. Исмаев, В. В. Занознов, Э. И. Лебедев, И. В. Ротинев,  
В. Н. Никитин, Л. А. Обухова, И. А. Семки, Д. Н. Скворцов.

В работе исследовалась устойчивость радионуклидами опасных нуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$  в диспергированном при аварии реакторной горючей и частичках, образующихся при взаимодействии пеллетированного топлива с конструктивными материалами. Эксперименты, в которых частицы помещались в различные инертные среды (воздух, природные среды), в которых происходила интенсивная обменная реакция у поверхности частиц, показали преобладание незначительного растворения урановой пеллеты в воздухе частицы в константой растворения несколько единиц  $10^{-6}\text{г/см}^2\cdot\text{сут}$ . Однако эксперименты по постепенному растворению частиц, введенных в грунт с элементом азота, показали обеднение горючей и в случае опасных радионуклидов. Во параметрах обмена, а также получены коэффициенты диффузии радионуклида в преобладающей диффузионно-коэффициент диффузии. Коэффициенты диффузии от азота в воздух приближенно близки для определяемых радионуклидов и равны  $(2\pm 4) \cdot 10^{-12}\text{ см}^2/\text{сут}$ . Обнаружено, что около 50% натрием частиц образует труднорастворимый конгломерат с элементами типа  $\text{Si}$ ,  $\text{Zr}$  и т. п.

## ХАРАКТЕРИСТИКА АЭРОЗОЛЬНЫХ РАДИОНУКЛИДНЫХ ЧАСТИЦ ПО ВЫПАДАНИЮ НА ЛИСТОВЫХ ПЛАСТИКАХ РАСТЕНИЙ.

Викторова Н.В., Гербег Е.К.

Киевский отдел мониторинга радиационной обстановки  
ИПО "Тяб/уи", Киев

Приведены физико-химические характеристики радиоактивных частиц, в том числе "горючих", выпавших на листовые пластики растений на протяжении четырех сельскохозяйственных лет /1985 - 1990 гг./ в 30-ки зона ЧАЭС и за ее пределами.

Обильное внимание уделено гетерогенности топливных частиц по размерам, форме, активности и растворимости.

Судално рассмотрен вопрос определения процентного соотношения радиоактивности топливных частиц и общей активности листьев.

Представлено распределение общей активности и поверхностной плотности загрязнения "горючими" частицами листьев различных ярусов растений /вертикальный профиль/.

**РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РАДИОАКТИВНЫЙ СОСТАВ ТОПЛИВНЫХ ЧАСТИЦ В БЛИЗКОЙ КЛИМАТОВОЙ ЗОНЕ ЧАЭС**

Галушкин Б.А., Горбунов С.В., Шакушкин С.И., Машинин В.И.  
Володарская часть 52659 П.Филиппа

Соотношение топливных и конденсационных форм радионуклидов значительно определяет интенсивность и динамику миграционных процессов, а также характер и степень радиологического воздействия на окружающую среду.

Для определения указанного соотношения в ближней зоне аварийного следа радиоактивных выделений в результате аварии на ЧАЭС использован метод гамма-спектрометрии низкого разрешения с облученными радионуклидами образцами на 25 м. Доли топливной формы радионуклидов на этой дистанции определялись по формуле:

$$\frac{A_{237}^T}{A_{237}^C} = \frac{A_{134}^T}{A_{134}^C} \cdot B_T, \text{ где } B_T = A_{137}^T / A_{134}^C$$

В таблице приведены типовые результаты анализа топливных частиц, полученных на пробах грунта ближней зоны аварийного следа и вычисленные коэффициенты  $B_T$ .

Экв. частота	Активность, $10^{-10}$ Бк/г грунта				$B_T$
	Cs - 134	Cs - 134	Cs - 137	Ra - 226	
Средняя	15	15	8,1	1,1	0,54
10	15	15	7,7	1,1	0,51
20	15	15	7,5	1,1	0,50
30	15	15	7,3	1,1	0,49
40	15	15	7,0	1,1	0,47
50	15	15	6,6	1,1	0,44
60	15	15	1,3	1,1	0,09
70	15	15	4,7	1,1	0,31

Результаты определения топливной составляющей радионуклидов в пробах грунта 250<sup>м</sup> и 500<sup>м</sup> от места аварии приведены в таблице.

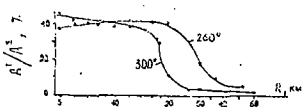


Таблица 1. Значения  $B_T$  для радионуклидов, полученных на пробах грунта (250 м), топливных частиц (средняя) полученных в 25 км зоне ЧАЭС.

ИСТОРИЧЕСКОЕ РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИЗЕМНОГО  
СЛОЯ АТМОСФЕРЫ В ЗОНЕ ЧАЭС И ПРИЛЕГАЮЩЕЙ  
ТЕРРИТОРИИ

Гаргер Е.К., Викторова Н.В.

Киевский отдел мониторинга радиационной обстановки  
ИОМ НГО "Тайфун", Киев

В работе представлены характеристики эмиссии радиоактивных аэрозолей от поверхностного источника по градиентным измерениям объемной концентрации радионуклидов в приземном слое атмосферы за период с августа 1986 года по март 1987 года и их дисперсионный состав.

Представлены временной ход объемной концентрации радионуклидов по ежедневным измерениям в городах Припяти, Чернобыле, осаждения радионуклидов на сети планшетов в 30-м зоне ЧАЭС и на пластинки листья растений в связи с метеоситуацией.

Рассмотрены проблемы исследования миграции радионуклидов в атмосфере, в частности, связанные с переносом "горячих" частиц в приземном слое.

ИОНАДМИОННОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ "ГОРЯЧИХ" ЧАСТИЦ МАГНИИ НА ЧАХЕ В УСЛОВИЯХ ПРОЦЕССОВ ИМПРАВИ РАДИОАКТИВНЫХ ПРОДУКТОВ В БИОСФЕРЕ

Гаргер Е.К., Кашпаров В.А., Кутыков В.А., Тер-Сисаков А.А.

ИПО "Тайфун", Уф ВНИИХИР, ИБФ ИЗ СССР, ВНИИМГА

В наших первых прогнозах особое внимание уделялось оценке внутреннего поступления радиоактивных продуктов в организм человека. Получены статистически достоверные экспериментальные данные и предложены расчетно-теоретические оценки по объему радиоактивного загрязнения, а также по дисперсному и радиоизотопному составу, степени димеризации радиоизотопов в различные растворы, радиоизотопно-биологические характеристики, структура и другим свойствам топочных ("горячих") и конденсационных частиц, кардинально различающихся по всем биологическим признакам.

Второй этап работы исследований связан с подтверждением гипотезы о разрушении матрицы топочных частиц выпадений под воздействием различных природных факторов, основанных на прямых радиометрических фактах. Наиболее убедительным аргументом явилась разница во ионизационном дисперсности состава топочных частиц в близкой зоне: если в 1967 г. максимальный диаметр распределяемой активности составлял десятки микрометров, то через два года он уменьшился до 2 мкм. В этой связи было предположено, что на базе наноизотопных топочных частиц могут существовать устойчивые и коллоиды (в лабораторных модельных смесях радиоактивных препаратов), обладающие высокой матричной способностью и радиационной - во всех случаях их вносил в водосные слои с радиационно-химическими другими антропогенными - радио и другими компонентами, поступающими в атмосферу от воздуха к, как следствие, повышенные антропогенные опасности.

Первичные источники загрязнения траектор под воздействием антропогенных и геохимических процессов в настоящее время могут быть поведераспространяются в них с водой топочной вертикальной матрицы в почве; научение этих динамических процессов - основа прогнозирования всех без исключения форм радиоактивного загрязнения и последствий. В качестве иллюстрации этого тезиса в докладе рассмотрены типичные требования к постановке и реализации сложной многофакторных комплексных программы на примере проблемы "Импакты".

### СОДЕРЖАНИЕ И ФОРМЫ НАХОЖДЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В "ГОРЯЧИХ" ЧАСТИЦАХ.

Горюченко Т.А., Казинская И.Е., Павлюченко Ф.И., Тузова А.М.  
ГЕОМН АН СССР, г.Москва

Для контроля радиобезопасного загрязнения окружающей среды плутонием, стронцием и другими радионуклидами, прогнозировали их поведение в ландшафтах и почвах, а также оценки радиационной опасности при попадании в организм человека важно знать не только содержание, но и формы нахождения этих радионуклидов в "горячих" частицах.

Исследовали "горячие" частицы, отобранные из почвы в зоне аварии на Чернобыльской АЭС. Содержащие  $^{239,240}\text{Pu}$  и  $^{90}\text{Sr}$  составляло 0,5-1,0 и 2,6-7 Бк/частицу. Суммарная активность гамма-излучающих радионуклидов  $^{134,137}\text{Cs}$ ,  $^{106}\text{Ru}$ ,  $^{95}\text{Zr}$ ,  $^{144}\text{Ce}$  колебалась в пределах 24,2-132,4 Бк/частицу.

Для изучения форм нахождения радионуклидов в "горячих" частицах применен метод селективного растворения в дистиллированной воде, 1 М  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , 1 М и 6 М  $\text{HCl}$  с последующей обработкой сетки иФ.

Предварительные результаты показали, что радионуклиды могут находиться в "горячих" частицах в нескольких формах, в том числе и в составе растворимых соединений. В топливной матрице обнаружено 17-56 и 21-92 % плутония и стронция от общего содержания их в "горячих" частицах.

Полученные данные позволяют предполагать, что в природной среде и биологических жидкостях радионуклиды могут переходить из "горячих" частиц в растворимое состояние, что будет увеличивать их потенциальную опасность для человека.

**АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ МИГРАЦИИ ДИСПЕРТИРОВАННОГО  
ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА И ПРОДУКТОВ ДЕЙСТВИЯ В ВОД-  
НО-ПОЧВЕННЫХ СРЕДАХ БЛИЖАЙШЕЙ ЗОНЫ ЧАЭС**

Демчук В.В., Волдохович О.В., Лаптов Г.В., Морозов В.В.  
УкраинИЯИ, Киев.

Особенности аварии на Чернобыльской АЭС заключаются, прежде всего, в разрушении активной зоны и выброс в окружающую среду, кроме летучих продуктов деления, диспертированного ядерного топлива. Водно-температурные процессы как в процессе аварии, так и в последующий период (остаточное тепловыделение) способствовали частичному диспертированию спектров дробления урана  $UO_2$  до закислов-соединения  $U_2O_5$ . Процессы разрушения активной зоны и окислитель топлива сопровождались миграцией в окружающую среду топливного материала. Аэрозольные выносы в Чернобыльской аварии, в отличие от глобальных выпадений, сформировались лишь частично и антропогенными газо-конденсатными источниками загрязнений, так и источниками медленного действия, характеризующиеся отенцией трансформации диспертированного топливного материала.

Хронология действия ядерного источника и метеорологические факторы обусловили образование топливных выносов в ближней зоне ЧАЭС в заданном и заданном направлении. Анализирован характер трансформации топливных выносов на почвенных средах. Выявлены с точки зрения их поведения как загрязнителей, а также их взаимодействия с компонентами вод. р.Днестра.

Приведены результаты исследования формы, структуры, состава и химического состава аэрозольных выносов; описаны условия и химическая реакция соединений формы выносов в донных, водно-почвенных средах. Рассмотрены возможные пути трансформации топливных выносов в водно-почвенных средах.

Рассматриваются процессы вертикальной миграции из почвы выносов в "горячих частях" в почвах с различным режимом облучения и дозных отложений. Проведен расчет коэффициентов диффузии в области конвективного переноса "горячих частиц" и объемной формы выносов.

ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ДИФфуЗИИ СТРОНЦИЯ-90 И ЦЕЗИЯ-137 В ТОПЛИВНЫХ  
ЧАСТИЦАХ АВАРИЙНОГО ВЫБРОСА ЧАЭС

Долги В.В., Бондаренко Г.Н., Соболевич Э.В.

ИГСОМ АН УССР, г. Киев

Первой лимитирующей стадией миграции радионуклидов аварийного выброса ЧАЭС в геохимической обстановке является диффузия продуктов деления в горючих частицах. Вещественный состав натрием-калиевых топливных частиц — оксиды урана (IV, VI), возможно также дополнительное присутствие свинца, вольфрама, титана и иридия. Растворимость топливных частиц на основе оксидов урана в различных химических реагентах невысока. Они не растворимы в минеральных кислотах и лишь после сплавления со щелочными реагентами переходят в растворимое состояние.

Рассмотрение химических свойств и явления выщелачивания радионуклидов почвенными растворами дает основание полагать, что стадией, определяющей интенсивность этого процесса, является диффузионное перемещение продуктов деления по толщам частиц к ее поверхности.

На основе данных трехлетнего эксперимента по введению выщелачивание радионуклидов из трех почв, загрязненных топливными частицами размером около 50 мкм (табл. ст. 106), иррадиирован в вакуумно-сухом состоянии. Расчетами коэффициента диффузии для стронция-90, цезия-137 и суммарной бета-активности (табл. 1).

Таблица 1. Коэффициенты диффузии радионуклидов топливных частиц, см<sup>2</sup>/с.

суммарная бета-активность	(0,1...1) × 10 <sup>-16</sup>
стронций-90	(0,1...8) × 10 <sup>-15</sup>
цезий-137	(0,1...6) × 10 <sup>-16</sup>

Расчетные данные позволяют прогнозировать скорость "выщелачивания" нуклидов стронция и цезия из топливных частиц, поступивших их в локальный загрязненный массив, включенный в геохимическую и гидрогеохимическую обстановку. Наиболее значительные отложения стронция-90 в миграционно-обеспеченном состоянии в почвах, загрязненных топливными частицами размером около 50 мкм, будут зарегистрированы в течение 5...10 годов после аварии, что соответствует выбросу 50...100 г радионуклида. При размере частиц менее 10 мкм среднее количество радионуклида, прошедшего в течение 5 лет после аварии. Диффузия цезия-137 из топливных частиц происходит более медленно.

При уменьшении размера частиц до 5 мкм уже за 5 лет радионуклид перемещается до 1 см — за 1 год.

Отсутствие миграционных форм стронция-90 и цезия-137 из почв в растительности определяется плотностью органических тканей и, в частности, вещественным составом и размером частиц, физико-химическими свойствами почвы, сорбцией адсорбционным и составом гуминовых кислот, и др.

Данные облучения в 1971-1972 годах на территории Харьковской и Закарпатской областей (приведены в работе Уманский В.А. и др. 1972) свидетельствуют о наличии значительных запасов стронция-90 и цезия-137 в миграционно-обеспеченном состоянии. Этот период наиболее благоприятен для поступления радионуклидов в продукты питания и питьевую воду.



СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ТОПЛИНОЙ И КОНДЕНСАЦИОННОЙ КОМПОНЕНТАМИ  
РАДИОАКТИВНЫХ ВЫПАДЕНИЙ, ОБРАЗОВАЮЩИХСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ  
АВАРИИ НА ЧАЭС

Локжов Н.А., Тер-Слаков А.А., Нуринни В.Д., Косларов В.А.,  
Длин В.Б., Процак Э.Л., Бурба К.А.

Украинский филиал ВНИИ сельскохозяйственной радиологии, г.Киев

Проведен гамма-спектрометрический и радионетрический анализ 1200 горячих частиц (размером 20-400 мкм), отобранных в 1987 г. на различных расстояниях (до 10 км) и направлениях от ЧАЭС. На базе IBM PC создана база данных - "Горячие частицы", в также пакет сервисных программ для её обслуживания и формирования исходных файлов для статистической обработки информации. Для более корректного определения коэффициентов фракционирования радионуклидов в горячих частицах по соотношениям активности  $^{56}\text{Fe}-^{125}\text{Cs}-^{144}\text{Ce}-^{95}\text{Zr}-^{95}\text{Sr}-^{144}\text{Ba}-^{154}\text{Cs}-^{134}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  оценено выгорание ядерного топлива в них (среднегеометрическое значение порядка 8;11;5;9 МВт-сут/кг, соответственно) и теоретическое распределение продуктов деления на момент аварии. Распределение топливных горячих частиц по глубине выгорания не совпадает с базовым составом топлива  $^{235}\text{U}$  блока. Значимых отличий в распределении частиц, выброшенных в северном и западном направлениях от ЧАЭС, по глубине выгорания обнаружено не было. На основании полученной информации оценены коэффициенты фракционирования относительно  $^{144}\text{Ce}$  в топливных горячих частицах радионуклидов  $^{95}\text{Zr}$ ;  $^{95}\text{Sr}$ ;  $^{106}\text{Ba}$ ;  $^{56}\text{Fe}$ ;  $^{125}\text{Cs}$ ;  $^{134}\text{I}$ ;  $^{137}\text{Cs}$ ;  $^{154}\text{Sm}$ ;  $^{155}\text{Eu}$ ;  $^{90}\text{Sr}$ ;  $^{241}\text{Am}$ , а также суммарной альфа-излучающих радионуклидов как для базового состава топлива, так и с учетом его выгорания. Рассмотрены зависимости распределения топливных частиц по коэффициентам фракционирования радионуклидов в зависимости от координаты, направления и размера частиц. Показано, что в наибольшей степени топливные горячие частицы обеднены по  $^{134}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  ( $K_f=0.7$ ), менее по  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{106}\text{Ba}$ , а  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{56}\text{Fe}$ ,  $^{154}\text{Sm}$  практически не фракционировались. Крупные частицы (более 50 мкм) в основном обеднены радиоизотопами, чем мелкие. Выделяется также более высокое содержание  $^{134}\text{I}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  в частицах выброшенных в западном направлении по сравнению с северным, что указывает на различия в температуре или время их послеракторного отжига. Приводятся данные о характере состава горячих частиц в зависимости от направления и удаления от ЧАЭС.

На основании полученных зависимостей построены карты 50-км зоны с соотношениями топливной и конденсационной компонент выделений радионуклидов.

### ВЫДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ "ГОРЯЧИХ ЧАСТИЦ" РАЗЛИЧНЫМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

В. П. Миронов, В. П. Кудряшов, Л. Е. Грушевич, А. И. Крюк, Л. ? Донгов,  
В. М. Макаревич, Н. В. Голикова, И. А. Молоткова

Институт радиобиологии АН БССР, г. Минск

Проведено выделение, исследование радионуклидного состава и выделение радионуклидов различными растворителями из "горячих частиц", выпавших на почву в результате аварии на Чернобыльской АЭС в северо-западном направлении на различных расстояниях от места аварии.

Примерно двадцать тысяч (до 90 %) для изученных точек является частица, обогащенная высококипящими радионуклидами (церий-144, плутоний, америций, корий). Имеется также незначительное число частиц, соответствующих по радионуклидному составу топливу и обогащенных низкокипящими радионуклидами (цезий-134, 137, рутений-106).

Отношение активности изотопа плутония-238 и активности плутония-239, 240 во всех изученных частицах составляет  $0,48 \pm 0,21$ . Содержание америция на январь 1990 года составляет  $23 \pm 5$  % от активности плутония. Америциевая фракция состоит из изотопов америция-243 и америция-241 в соотношении 1 : 3. Также во всех частицах обнаружены изотопы кория-242 и кория-244.

Исследование выделенных радионуклидов из "горячих частиц" водной, щелочной и кислотной, комплексобразователями позволяет выделить 3 группы радионуклидов: высокорастворимые (Sr-90), обладающие средней растворимостью (Ru-106, Cs-134, 137, U-234, Am-241, 243, Cm-242, 244) и слаборастворимые (изотопы плутония).

Определяли размеры и концентрации "горячих частиц" в почве и воздухе для некоторых пунктов на вост. Гомельской области.

УСТОЙЧИВОСТЬ ТОПЛИНЫХ ЧАСТИЦ РЗ В ПОЧВАХ ЗОНЫ ЗОНЫ.

Николаин А.И., Тор-Савков А.А., Курманов И.К., Института О.Д.  
УЗ ВИИТХАР, г. Киев

Проведен анализ большого массива топочных частиц различных выпадений (ТВ), изучено послепольное распределение продуктов деления в матрице оксидов урана, определены средние коэффициенты сравнительного индекса.

Установлено, что на время выброса порядка 30% продукта деления элементов (стронций, ТВ) содержалось в матрице топочных частиц.

Разработан метод определения доли топочной композиции РЗ в почвах, основанный на анализе баланса различных химических форм стронция.

Изучена динамика изменения концентрации топочной композиции в почвах ЗС-ки зоны за период 1987-1990 гг. Установлено, что в почвах топочных частиц сохраняется процессом дезактивации, что приводит к ее усложнению.

Показано, что вследствие высокой концентрации радиоактивных веществ в матрице оксидов урана скорость выноса топочных частиц в природных условиях определяется, в основном, разницей излучения радионуклидами и не зависит от начальной скорости выноса в состоянии поверхности (взвешивание и удаление от поверхности).

РАДИОЖЕ ВОДА - ВЕРоятный МЕХАНИЗМ ВЫХОДА РАДИОНУК-  
ЛИДОВ ИЗ "ГОРЯЧИХ" ЧАСТИЦ ТЕРМИЯНОГО ГЕНЕЗИСА

Сльховик Е.А., Чобаненко С.Н., Костяченко Н.Г.  
ИТЭ АН УССР, г. Киев

При исследовании "горячих" частиц топливного происхождения и об-  
разцов топлива 4-го блока ЧАЭС методами альфа и гамма- спектрометрии,  
массоспектрометрии и рентгеновского микроанализа установлены атомные от-  
ношения и соотношения активностей накопленных в ядерном горячем к моменту  
выброса трансураниевых элементов. Атомные отношения  $^{239}\text{Pu}/^{240}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}/$   
 $^{241}\text{Pu}$  равны 5 и 3,9 соответственно; таким образом рассчитанная активность  
изотопов плутония составляет 45К; 4,65к; 3,4к и 410к для  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  
 $^{240}\text{Pu}$  и  $^{241}\text{Pu}$  на 1 мкг  $\text{UO}_2$ . Последний из перечисленных радионуклидов яв-  
ляется короткоживущим оста-излучателем ( $T_{1/2} \approx 14$  лет) в мягкой области  
( $S = 20\text{кэв}$ ) и в дальнейших расчетах не учитывается. Однако уже к 1994 г.  
активность изотопа  $^{241}\text{Am}$ , образующегося из  $^{241}\text{Pu}$ , возрастет с активнос-  
тью  $^{240}\text{Pu}$ , а суммарная альфа - активность топлива удвоится к 2040 году.  
Что может вызвать заметное расширение границы зоны отчуждения.

При указанной удельной активности изотопов плутония суммарное  
энерговыведение с альфа - частицами составляет  $63,3\text{Мэв}\cdot\text{г}^{-1}\cdot\text{мг}^{-1}$ . Для  
альфа - частиц с энергией 5 - 5,5Мэв пробег  $\text{UO}_2$  ( $\rho = 10,5\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$ ) состав-  
ляет 11-12 мкм; таким образом для рассмотренных в дальнейших расчетах  
частиц диспергированного топлива диаметром менее 10 мкм все образующиеся  
альфа - частицы выйдут из матрицы  $\text{UO}_2$  и вступят во взаимодействие с водой.  
Учитывая самопоглощение альфа - излучения матрицей, энергия альфа - час-  
тиц на фазовой границе " $\text{UO}_2$  - вода" составит в среднем 3,5 - 4,0 Мэв.  
Исходя из известного соотношения "1,28 молекула  $\text{H}_2\text{O}_2$  на 100эв" и времени  
пробега альфа - частицы в воде (не более 1 смкм), нетрудно заметить,  
что окисление двуокиси урана по реакции  $\text{UO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O}$  приведет к раство-  
рению дисперсных частиц ядерного топлива вследствие наличия в природ-  
ных водах следов комплексобразователей ( $\text{CO}_3$ , фульвокислоты). Скорость  
растворения матрицы по таким расчетам, составляет  $2 + 4 \cdot 10^{-10}\text{г}\cdot\text{г}^{-1}$ .

В расчетах не рассматривается ряд факторов как усложняющих, так и  
подавляющих механизм растворения двуокиси урана. Так, не учтен вклад  
донизации воды  $\beta$ - и  $\gamma$ - излучением и наличие в природных водах компонентов,  
конкурирующих с  $\text{H}_2\text{O}_2$  в реакциях взаимодействия с  $\text{H}_2\text{O}_2$  ( $\text{Fe}^{2+}$ , органические  
вещества). Однако представляется, что сам факт радионуклеоидов на скорость  
растворения мелкодисперсной  $\text{UO}_2$  заслуживает внимательного изучения.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ВЕРТИКАЛЬНАЯ МИГРАЦИЯ АКТИВНЫХ ЧАСТИЦ В ПОСЛАХ НА БЕЛОРУССИИ

Петрлев Е. П., Лейнов С. Л., Данильченко Е. М., Дуксин Б. В.,  
Соколик Г. А.

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

Исследования распределения активных частиц в почвах разных районов Беларуси, расположенных на расстоянии 40, 250 и 500 км от места аварии и представляющих собой супеси, песчанники и сарматские, показали, что частицами покрыта значительная часть территории. Наибольшее количество частиц на поверхности исследованных участков, и, следовательно, частиц с активностью на два и более порядка превышает фоновый уровень. При этом фон, уменьшаясь по мере удаления от источника загрязнения на несколько порядков. Количество активных частиц в слое почвы толщиной 10<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> на участках, находящихся в 40 км от ЧАЭС и 10<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> на участках, находящихся в 250 км от ЧАЭС. Однако, общее количество частиц с различной активностью настолько велико, что даже в 500 км от источника, приходился на 1 м<sup>2</sup>, достигают в отдельных случаях 10<sup>3</sup> Бк. Для большинства, тем и для дальних участков.

Научно-исследовательские работы по изучению вертикального распределения, как основного параметра, активных частиц, показали, что в почвах в среднем слое толщиной 1 см, т.е. при глубине 1 см, содержится больше, чем в верхнем слое почвы с глубиной 0,5 см. Это связано с тем, что в верхнем слое почвы, т.е. в слое толщиной 0,5 см, находится больше частиц по глубине почвенного слоя. При этом в слое толщиной 1 см, расположенном от ЧАЭС и находящемся, следовательно, ближе к источнику, а также в слое толщиной 0,5 см, находящемся в 500 км от источника, т.е. в слое толщиной 0,5 см, было зарегистрировано на 10<sup>3</sup> больше, чем в слое толщиной 1 см. В слое толщиной 1 см в почвах активных частиц была зарегистрирована на 10<sup>3</sup> больше, чем в слое толщиной 0,5 см.

Большая концентрация частиц на поверхности в слое земли с высокой миграционной способностью в первую очередь является следствием радиационного загрязнения, которое необходимо учитывать при прогнозировании возможных радиационных обстановки на территории Республики Беларусь.

### МЕХАНИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ АКТИВНЫХ ЧАСТИЦ, ОБНАРУЖЕННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛОРУССИИ

Петраев Е. П., Левнова С. А., Данильченко Е. Н., Самодуров В. П.,  
Соколик Г. А.

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

При анализе радиационной обстановки и при прогнозировании её изменения необходимо учитывать вклад, вносимый активными частицами в суммарную активность, поскольку их свойства и поведение отличаются от поведения отдельных радионуклидов.

В данной работе представлены результаты исследования механической устойчивости латентных частиц, обнаруженных в разных районах Белоруссии.

Изучение изотопного состава активных частиц показало, что на ближних участках преобладают частицы, обогащенные цезием и рубидием. По мере удаления от места аварии возрастает доля частиц, обогащенных цезием. Образцы почвы, взятые с участков, расположенных на расстоянии 40 и 250 км от места аварии подвергались механическому воздействию ультразвуковых колебаний с частотой 15 и 22 кГц. В каждом образце до и после обработки определялось количество активных частиц и доля  $\beta$ -активности, приходящая на них.

Установлено, что устойчивость активных частиц связана с местоположением исследуемого участка - чем ближе к ЧАЭС, тем более устойчивы выявленные активные частицы. При обработке ультразвуком с частотой колебаний 15 кГц в течение 1 мин. образцов почвы, взятых с участков, находящихся на расстоянии 40 км от ЧАЭС наблюдается разрушение 25-40% активных частиц. Аналогичная обработка образцов почвы, взятых с участков, находящихся на расстоянии 250 км от ЧАЭС, привела к разрушению 50-85% активных частиц.

Увеличение частоты механических колебаний и времени их воздействия приводит к увеличению доли разрушающихся частиц и к уменьшению их активности. При частоте воздействующих колебаний 24 кГц наблюдается разрушение уже более 40% и более 70-85% активных частиц соответственно с ближних и дальних участков.

**"ГОРЯЧИЕ" ЧАСТИЦЫ ВО ВТОРИЧНЫХ ВЫПАДАНИЯХ В ЗОНЕ  
ЧЕРНЕМЫСЬСКОЙ АЭС**

Стухин Е.Д., Кривяков Н.А., Цетляни Н.Н.

Институт прикладной геофизики Госкомитетом СССР  
г. Москва

На территории сети Оперативной группы Госкомитетом СССР в 50-ки зоне ЧАЭС регулярно с помощью экспозиций выявлялись радиоактивные пылинки. После ополоски часть пылинков подвергалась химической обработке с последующим выделением "горячих" частиц. Часть из них переносилась в вакуумной камере под микроскопом с последующим фотографированием в глицерине. Действующая система позволяла определять величину "горячих" частиц, непрерывно находясь на уровне поверхности в атмосфере в настоящее время, их распределение по диаметру и активности.

Рассмотрен способ выделения "горячих" частиц, обеспечивающий радиационную безопасность персонала. Совершенное распределение частиц по диаметру идентифицировалось как распределение естественного атмосферного аэрозоля, характерное для данной конкретной местности.

## "ГОРЯЧИЕ ЧАСТИЦЫ" - ЧТО ЭТО ТАКОЕ?

И.М.Хитров

ГБХИ АН СССР, г.Москва

Обсуд острогу вопросы распределения и миграции "горячих частиц" приобрел, после аварии на Чернобыльской АЭС. Как уже указывалось нами за почти четыре года, прошедшие со времени аварии граница осн загрязнений (изолинии 15 и 40 Ки.км<sup>-2</sup> по цезию-137, 3 Ки/км<sup>-2</sup> по стронцию-90) на карте практически не изменились, что свидетельствует об очень малой как горизонтальной, так и вертикальной миграции радионуклидов. Об этом свидетельствует и малый вынос радионуклидов из зоны загрязнения в реку - не более 0,3% в 1987 г. и не более 0,1% в 1988-1989 гг. от объема "запаса" радионуклидов в зоне.

Нами было высказано предположение, что низкая миграционная способность радионуклидов обусловлена тем, что большая их часть входит в состав "горячих частиц", миграция которых определяется не столько геогеохимическими факторами, сколько физическими процессами (ветровыми и гидрологическими), который сам по себе новелки.

При прогнозных оценках поведения радионуклидного загрязнения почв и донных отложений на ближайшие годы нельзя исключить динамического разрушения "горячих частиц" за счет разрушения их структур сложобудущением (удельная активность "горячих частиц" в пересчете на объем, составляет сотни и тысячи Ки/г). В этом случае может иметь место относительно быстрое поступление долгоживущих радионуклидов в окружающую среду и включение их в геохимические циклы миграции, что может привести к значительному увеличению площади зоны с удельной активностью свыше 15 Ки.км<sup>-2</sup> по цезию-137 и, соответственно, увеличению площади зоны с удельной активностью и загрязнением грунтовых вод.

1. "Горячие частицы" являются важной составляющей радионуклидного загрязнения внешней среды после аварии на ЧАЭС, их изучение носит не только чисто научный, но и практический характер.

2. Необходима разработка унифицированной методики "горячих частиц" без которого невозможно проводить сравнительный анализ полученных результатов. Предлагается для обсуждения следующее определение: "Горячая частица" есть образование любого радионуклидного и химического состава размером до 50 мкм и удельной активностью выше 4 Бк (3.10<sup>-11</sup> Ки)г<sup>-1</sup>.

3. Необходима разработка унифицированных методов регистрации "горячих частиц" и разработка методов составления карт их плотности



### ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА "ГОРЯЧИХ ЧАСТИЦ"

Черезняк В.О., Хитров Л.М., Кольцов Г.И., Дорониц А.И.  
Институт геохимии и аналитической химии  
им.В.И.Вернадского АН СССР

В результате аварии на ЧАЭС в 1986 году обнаружено большое число "горячих частиц" (Г.Ч.) находимых в пробах почвы, в донных отложениях, на фематрах presso воздуха и т.д. Поскольку значительная часть радиоактивного загрязнения окружающей среды связано с "горячими" частицами, представляется интересным и актуальным изучение состава и свойств горячих частиц.

Серия "горячих частиц" (Г.Ч.), полученных из 1986, образных в зоне ЧАЭС в 1987 - 1988 гг. была изучена методом нейтронного активационного анализа.

После выделения Г.Ч. возмещали на измеренных, ускорителях в количестве из числа активной дозы, измеряли  $\gamma$ -спектр находившихся частиц, облучали в реакторе тепловых нейтронов и, исключая из серии  $\gamma$ -спектр облученных частиц (детектор ДММ-ССВ, амплитатор ИР 4000 ММД), облученные нейтронами проводились анализом  $^{131}\text{I}$  и  $^{137}\text{Cs}$  с помощью  $\beta$ -счетчика 10 каналов. Для активационных проб Г.Ч. использовался источник  $^{60}\text{Co}$  - 0,1 мк.

В результате анализа обнаружено, что часть Г.Ч. содержит уран и продукты деления в соотношении, характерном для сорбированного в осадках радиоактивного топлива. В ряде случаев в составе Г.Ч. обнаружены также продукты деления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{131}\text{I}$ . Частицы, содержащие большое количество урана, без сомнения можно говорить о комплексном характере этих Г.Ч. Считается, что такие содержат продукты деления и уран, однако состав этих элементов в них свидетельствует о фракционировании их по составу, вероятно в момент формирования.

Вслед горячих частиц в активность  
проб почвы, отобразивших в зоне ЧАЗС

Черкезян В.О., Зяльева Т.В., Севостьянов С.Д.

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

Пробы, собранные в 1989 году в зоне ЧАЗС (Припять, Автозавод) были изучены с целью поиска горячих частиц и определения их вклада в общую активность.

Для анализа были взяты шесть проб. Пробы отбирались в цилиндрической контейнер с пластиковой крышкой и глубиной 57 мм и диаметром 146 мм.

После определения  $\gamma$ -спектра (Детектор ДДП-100, анализатор Nokia IP4900) отобранных проб, у каждой пробы снимали верхний слой почвы на глубину 15 мм и измеряли  $\gamma$ -активность. Далее часть каждого такого слоя обрабатывали с целью выделить горячие частицы, определить их радиоактивный состав и суммарную  $\gamma$ -активность.

Оказалось, что в этих пробах активность верхних слоев (1-6 см) составляет примерно 70 - 73 % от активности соответствующих проб, а доля активности горячих частиц в слое колеблется от 85 до 93 %, а проба соответственно 61 - 63%. Анализ радиоактивного состава выделенных горячих частиц показывает что они в основном топчанного типа.

Эти данные свидетельствуют в пользу предположения о значительном вкладе  $\gamma$ -активности горячих частиц в общую активность почвы вблизи ЧАЗС.

**ПЫЛОНЕСИ К АМЕРИКАМ В ГОРЯЧИХ ЧАСТИЦАХ\***

**В.О.Черновик, Т.В.Шалова, В.М.Шандош**  
**ГЕОХИ АН СССР, г.Москва**

При изучении радиоактивного заражения областей, непосредственно прилегающих к ЧАЭС показано, что значительная часть его обусловлена именно "горячими частицами", т.е. частицами размером 1-50 мкм, обладающими высокой удельной активностью.

Вклад "горячих" частиц в загрязненность территории с течением времени возрастает, так как их миграция вглубь почвы затруднена из-за их размеров. В более поздние годы происходит перенос этих частиц ветром, что представляет реальную угрозу населению, так как возможно их попадание в организм человека.

В работе изложен предложенный нами способ определения пыления и миграции и показана его эффективность в применении к сдвиг горячих частиц из проб почвы, отобранных в окрестностях Чернобыльской АЭС (в радиусе не более 10 км) в 1986-1988 гг. радиометрической лабораторией ГЕОХИ.

Способ основывается на последовательной экстракции из ЧАЭС растительной 0.3 М трихлоруксусной кислоты, разбавленной в воду и радиометрически определяемой.

Применяя предложенный по изучению составов 50-80% для аэрозоля - 0.1% предложенный способ экстракции, аэрозолей и может быть использован для определения радиоактивного состава горячих частиц.

Полученные нами результаты по пылению горячих частиц, выявляя на площадке радиусом от ЧАЭС (Пинск, Австрия) в 1986-1988 гг., показывают, что содержание изотопов и элементов находится в диапазоне 2-11 и 0.01-0.1 Бк/частица (на 26.4.1988) соответственно. Из соотношений радионуклидов можно классифицировать эти частицы как "топливные".

1.4. Миграция радионуклидов в системе: почва - растения,  
их поступление в пищевые цепи

**РАДИОАКТИВНОСТЬ ЕСТЕСТВЕННОЙ И КУЛЬТУРНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ  
В РАЙОНАХ БССР С ПОВЫШЕННЫМ РАДИОАКТИВНЫМ ФОНОМ**

Вадковская И.К.

Институт геохимии и геофизики АН БССР, г. Минск

Историями получения при изучении растительного покрова Хайнвигского, Корнянского, Чорыжского районов, а также Пральского заповедника (Хатковичский район) позволили отметить следующее:

Наиболее высокой радиоактивностью характеризуются ива, липовник, опад и кора деревьев. Так радиоактивность ива Бобора достигала в пределах  $1,1 \cdot 10^{-5}$  -  $5,9 \cdot 10^{-5}$ , липовника -  $2,5 \cdot 10^{-5}$  -  $9,4 \cdot 10^{-5}$ , опада  $1,2 \cdot 10^{-5}$  -  $8,4 \cdot 10^{-5}$ , коры сосны -  $7,9 \cdot 10^{-5}$  -  $6,4 \cdot 10^{-4}$  Кюри/г. Поэлементный анализ опада и ива показал, что в наибольшей концентрации встречается  $C^{134}$  (затем в последовательности идут  $Co^{60}$ ,  $^{108}Po$ ,  $^{36}S$  (не определен)). Различий в содержании указанных радионуклидов между опадом и ивой практически нет.

Продолжаются видные особенности растений в накоплении радионуклидов. Из древесных пород по накоплению изотопов можно отметить ясу, березу, лещину сосны, ели, из видов составляющих травянистый покров - папоротники, хвощи, чабрец.

Высоким радиоактивным фоном характеризуется полевое растение. Из остальных видов составляющих полевое растение по способности аккумуляции радионуклидов выделяются тимьян, тысячелистник, клевер. Максимальное содержание  $C^{134}$  в тимьяне и клевере. Между видами практически нет разницы в концентрации  $^{108}Po$ ,  $^{44}Ca$ . В тысячелистнике радионуклиды накапливаются в меньших количествах.

Содержание радионуклидов в продуктах сельского хозяйства производства в районах исследований не превышает установленный в 1956 году ВДК. Более высокой радиоактивностью характеризуются свинца, морковь, в меньшей степени картофель. Однако происходящая вертикальная миграция радионуклидов в почвенном покрове приводит к более интенсивному поступлению радионуклидов через корневую систему и накоплению их в сельскохозяйственной продукции.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОЙ МИГРАЦИИ ЧЕРНОВЫЛЬСКИХ РАДИОНУКЛИДОВ  
ЗА ПРЕДЕЛЫ ЗАГРЯЗНЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ С УРОДАМИ С/Х КУЛЬТУР

В.А. Бетров, ИАМ Госкомгидромета и АН СССР, В.И. Дутинюв,  
Р.И. Олейник - Украинский научно-исследовательский  
гидрометеорологический институт - г.г. Москва, Киев

По данным ежегодного мониторинга радиационной обстановки на загрязненных территориях ЕС, в особенности в зонах жесткого контроля, с июля 1986 г. до настоящего времени не наблюдалось заметного расширения границ р/а загрязнения земной поверхности за счет крупномасштабных геохимических процессов миграции через атмосферу. Основным миграционным процессом, ответственным за вынос черновильских радионуклидов (РН) за пределы загрязненных территорий, считается поверхностный сток с речных водосборных бассейнов, величина которого (для относительно больших водосборов, более  $10^4$  км<sup>2</sup>) в условиях средневропейской равнины не превышает десятых долей % в год.

Другим важным каналом выхода радиоактивности за пределы загрязненных территорий является антропогенная миграция РН с производимой на этих территориях товарной продукцией с/х производства, т.е. с различными видами продовольственного, фуражного и технического сырья, а также с продуктами их переработки.

Для оценки значимости этого канала антропогенной миграции необходимо знание характеристики перехода отдельных РН по цепочке (тройнически: сырье) от почвы до животного продукта в виде сырья либо конечного продукта переработки. Далее в расчетную модель включаются экономические параметры, характеризующие массовые токи с/х продукции за пределы рассматриваемых зон р/а загрязнения.

Расчеты показывают, что при соблюдении стандартов на р/а загрязнения вывозимой с/х продукцией (так наз. временные допустимые уровни, ВДУ), антропогенный сток миграции РН в с/х продукции составляет лишь малые доли % в год от общего запаса радиоактивности на загрязненных территориях, ограниченных изолинией  $1 \text{ Ки/км}^2$ . В тех же случаях абсолютная величина потоков антропогенной миграции радиоактивности при отсутствии специальных ограничений могут превышать сотни Ки/год. При рассеянии этих потоков на ограниченной площади /например, большой городе/ они могут стать заметным источником повышения техногенного радиационного фона.

**ВЛИЯНИЕ АГРОНИЧЕСКИХ И АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ  
НА НАКОПЛЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ-137 В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ  
В.И. Дудяков, Р.Н. Славяк, Б.С. Прикстер, Л.Э. Морозовичева  
Уч. ЗЕМСХР, г. Киев**

Изучение влияния агроэкономических и агрометеорологических факторов на накопление радионуклидов в сельскохозяйственных растениях проводили в стационарных пунктах, расположенных в Ровенской, Львовской, Киевской и Черниговской областях. В образцах почвы определяли содержание ионов кальция, магния, содержание органического углерода, азота ( $NO_3$ ), фосфора ( $P_2O_5$ ) и калия ( $K_2O$ ). При анализе содержания воды, накопления радиоцезия в растениях и указанным факторам накопления являлась агрометеорологическая информация по ближайшей метеорологической станции или посту.

В результате были получены статистические зависимости, позволяющие в дальнейшем разработать методику прогнозирования содержания цезия-137 в растениях.

Коэффициенты корреляции между коэффициентами радиации надпочвенной почвы в растениях ( $K_p$ ) зависят как от суммарных агроэкономических и агрометеорологических показателей, так и от индивидуальных особенностей накопления цезия-137 в различных частях растения (клубни картофеля, корнеплоды свеклы, плоды овощей, зерно и т.д.). Накопление цезия-137 в почве зависит от содержания органического углерода, азота, фосфора, калия, кальция, магния в почве, содержания радиоцезия в атмосфере, количества осадков и количества атмосферных осадков, определяемых метеорологическими факторами, содержанием нитратов, фосфатов, калия, кальция, магния, азота и калия в почве, содержания радиоцезия в атмосфере, количества осадков и количества атмосферных осадков, определяемых метеорологическими факторами.

Основными факторами, определяющими содержание цезия-137 в почве, являются содержание азота, кальция и калия, содержание органического углерода, азота, фосфора, калия, магния и кальция в почве, содержание радиоцезия в атмосфере, количество осадков и количества атмосферных осадков. Накопление радиоцезия в растениях зависит прежде всего от содержания радиоцезия в почве ( $K_p$ ), содержащегося в почве кальция, азота и фосфора, а также от количества атмосферных осадков. Эти же факторы оказывают влияние на накопление цезия-137 в зернах этих растений, но при этом существенная роль принадлежит атмосферным осадкам.

Содержание радионуклидов в клубнях картофеля и корнеплодах свеклы связано тесным образом с содержанием в почве азота и органических атмосферных осадков.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОИЗОТОНОВ ЦЕЗИЯ В РАСТИТЕЛЬНОМ ПОКРОВЕ

#### ДАЛЬНОЙ ЗОНЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ АВАРИИ ЧЕРНОВЫЛЬСКОЙ АЭС

Блакова Е.В., Коробова Е.М., Севастьянов С.В.

ГЕОХИ АН СССР, г.Москва

Изучалось распределение радионуклидов цезия в растительном покрове на участках, удаленных от района аварии на ЧАЭС. В качестве полигонов были выбраны участки в южной части Средне-Русской возвышенности. Один - в лесостепной зоне в заповеднике "Дес на Ворскле", второй - в степной зоне - Казанский участок Курского заповедника.

В лесостепной зоне растительность на водоразделах представлена осинниками с примесью дуба и клена. Травянистый покров составляет осока болотистая и сыть. Наибольшие участки заняты злаково-разнотравным лугом с преобладанием мятлики, клевера, ячменя и.

В Курском заповеднике степные участки заняты ковылем, шалфеем, тысячелистником. В степных блудках преобладают ольха, буквица, гаймар. Лесные участки представляют собой дубравы с подлеском из малины и бересклата.

На обеих полигонах открылись укосы на площади  $1\text{ м}^2$ , на лесных участках анализировался также опад и подстилка.

Установлено, что уровень содержания  $^{137}\text{Cs}$  в травянистом покрове на обоих участках одинаков и составляет 10-20 Бк/кг (в сух.массе). Несколько более высокой концентрацией радионуклида отличается степной ковыль - до 30 Бк/кг. Значительно более высокие содержания цезия отмечаются в лесной подстилке и опаде - от 100 до 500 Бк/кг. Цезиум, содержащийся радионуклида в опаде в 3 раза выше, чем в подстилке.

$^{137}\text{Cs}$  на лесостепном участке обнаруживался лишь под пологом леса, где содержание его в подстилке и опаде соответственно составляет 22 и 100 Бк/кг. В южной части возвышенности радионуклиды не обнаружены.

В степной зоне  $^{137}\text{Cs}$  обнаруживается как в травянистой, так и древесной растительности. Содержание его в травянистом покрове - около 2 Бк/кг, в степной подстилке несколько выше - 5 Бк/кг. Концентрация радионуклида в опаде под пологом леса резко возрастает и составляет 70 Бк/кг.



**ИЗУЧЕНИЕ МИГРАЦИИ ЦЕЗИЯ-137 АВАРИЙНОГО ИСХОДА  
ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС В СИСТЕМЕ ПОЧВА - ЛУГОВЫЕ РАСТЕНИЯ**

Кивля М. И., Перепелтшиков Г. П., Пристер Б. С.  
УО ВИСХОПР, г. Киев

На характерных участках естественных сенокосов и пастбищ Полесья Украины, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС, в 1988 году изучали вертикальную миграцию и формы содержания цезия-137 в верхнем 50-см слое почвы, а также характер перераспределения этого радионуклида в почве и изменение его в луговой растительности в результате проведения комплексных мероприятий по коренному улучшению лугов.

Спустя 2 года после аварии, большая часть радиоцезия оставалась в верхнем (0-5 см) слое почвы естественных лугов (77-99% от валового содержания в слое 0-30 см). Наибольшая величина вертикальной миграции цезия-137 отмечена для торфяно-болотных почв затопляемых лугов, где в слое 10-20 см содержание радионуклида было в 2-16 раз больше, чем для дерново-подзолистых почв.

В непосредственной близости от ЧАЭС цезия-137, содержащийся в слое почвы 0-5 см, находится практически полностью в недоступной для луговых растений форме (более 90%), как правило в "горячих" частицах. В слоях почвы глубже 5 см от поверхности 40-60% радиоцезия находится в виде подвижных и доступных для растений форм.

Проведение коренного улучшения естественных лугов в агроэкологических условиях способствует снижению перехода цезия-137 из почвы в травостой, как правило, в 1,5-3 раза. В условиях полного экранирования достигается 4-6 кратное снижение, причем применение известкования и внесения калийных удобрений повышает эффективность коренного улучшения лугов, в частности больших доз известия на дерново-подзолистых кислых почвах, сильно загрязненных "горячими" частицами, увеличивает в 2-3 раза переход радиоцезия в вегетативную массу растений.

**О СВЯЗИ СОСТОЯНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ СТРОНЦИЯ В ПОЧАХ С  
ДИСТРИБУЦИЕЙ ПО ОТНОШЕНИЮ К КАЛЬЦИЮ ПРИ ИХ ПОСТУПЛЕНИИ  
ИЗ ПОЧВЫ В РАСТЕНИЯ**

Кузнецов В.В., Легин В.К., Росляков С.П., Дулепко З.С.  
Радиометрический институт им.В.Г.Хлопина, г.Ленинград

Состояние радионуклидов стронция в почве определяется прежде всего их взаимодействием с компонентами почвы: органическими и минеральными комплексами, глинистыми частицами, микроструктурами солей кальция и др. Целесообразно, однако, при изучении его поступления в почву в растения ограничиться обобщенными, допуская три вида взаимодействий: сорбционно-обменное, ионобменное и переходящее в расчету малорастворимых солей кальция, которые, в основном, обуславливают явное подвижность ионов в почве.

На основе данных о подвижности стронция-90 и кальция в почвах, их распределения по вертикальному профилю сделано заключение о том, что дискриминация стронция-90 по отношению к кальцию при ионном питании растений может не наблюдаться.

Предложено оценивать непосредственную доступность радионуклидов растениям как отношение количества ионов стронция-90 к сумме всех катионов почвенного раствора, нормированных по сорбционной способности стронция.

Сделано предположение, что при поступлении в почву радионуклидов, они фиксируются в сорбционно-обменном состоянии сначала, а затем переходят в другое состояние, вследствие чего содержание стронция-90 в почвенном растворе увеличивается, микрочастицы радионуклидов по профилю почвы эмульгируются.

Для повышения надежности определения коэффициента дискриминации предлагается непосредственно анализировать почвенные растворы.

**ГРИБЫ, ЛИШАЙНИКИ И МХИ - БИОИНДИКАТОРЫ РАДИОАКТИВНОГО  
ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ В ЗОНЕ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС И ЗА ЕЕ ПРЕДЕЛАМИ**

Нифонтова М.Г., Алексашенко Э.Н.

Институт экологии растений и животных УрО АН СССР,  
г. Свердловск

1. Приводятся сведения о содержании радионуклидов стронция и цезия в 20 видах грибов, лишайников и мхов, произрастающих в 10-километровой зоне Чернобыльской атомной электростанции. Работы были собраны через два и три года после аварии на Чернобыльской АЭС. Установлено, что величина концентрации стронция-90 в растениях зависит от вида, а цезия-134, 137 - тысяч Бк/кг на килограмм сухой массы. Наблюдается значительная неоднородность в содержании радионуклидов у грибов, лишайников и мхов разной таксономической принадлежности. Максимальные и минимальные концентрации стронция-90 и цезия-134, 137 у грибов различаются в 20-30 раз, а у лишайников и мхов - в 5-50 раз. Наибольшее содержание радионуклидов отмечено в растениях, обитавших в непосредственной близости от Чернобыльской АЭС; по мере удаления от атомной электростанции (до 10 км) концентрация радионуклидов в биологических грибов, лишайников и мхов снижалась (у грибов в среднем в 10 раз), а у лишайников и мхов - в 5-10 раз.

2. Анализируются данные о содержании радионуклидов в грибах, лишайниках и мхах, собранных на значительном расстоянии (до нескольких тысяч километров) от зоны Чернобыльской АЭС. Установлено, что в некоторых регионах, расположенных на значительном удалении радиационно-загрязненных потоков, сформировались во время атомной аварии, концентрация радиостранция в растениях при этом не изменилась (осталась на уровне фоновых значений), а радиация - уменьшилась в 6-10 раз.

3. Обсуждаются сведения об источниках поступления радионуклидов в биосферу радионуклидов грибами, лишайниками и мхами. Приводятся данные свидетельствуют о способности этих растений и животных накапливать радионуклиды в довольно продолжительном времени. Функция грибов, лишайников и мхов в качестве биологических индикаторов радиоактивного загрязнения среды, а также при проведении радиэкологического мониторинга.

**МИГРАЦИЯ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 АВАРИЙНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
ПО ПИЩЕВНЫМ ЦЕПЯМ.**

Новикова И.Я., Молоканова Е.Л., Салунова Р.Н.

Институт биофизики МЗ СССР, г.Москва

Различия в радионуклидном составе и формах выпадения радионуклидов на загрязненной территории привело к различию в поведении цезия-137 и стронция-90 при их миграции по пищевым цепям. Исследованные районы были разделены на две группы: северную (Ветковский и Чечерский районы) и южную (Брагинский, Хойникский, Наровлянский). Загрязнение северных районов обусловлено в основном цезием-134,137 газодисперсионного выброса, южных - цезием-134,137, церием-144, рутением-106 топливного выброса. Доля стронция-90 в северных районах составляет 3,1 - 4,0%, в южных - 8,9 - 25,0%. При этом наблюдается большая подвижность стронция-90 в почвах северных районов. За период с 1986 по 1989 гг. формы нахождения радионуклидов претерпевали изменения. Доля радионуклида в подвижной форме снизилась - цезия-137 в 2,3 раза, стронция-90 в 1,2 раза. Наблюдается также снижение коэффициента перехода в системе "почва - молоко" ( $K_{м/п}$ ), "почва - картофель" ( $K_{к/п}$ ). При этом обращает на себя внимание неоднородное уменьшение  $K_{м/п}$ ,  $K_{к/п}$  для стронция-90 в северных и южных районах. Значения  $K_{м/п}$  для северного следа за период 1986-89 гг. составляли 17,3 - 2,5, а для южного - 3,1 - 0,6  $Kи/л$   $10^{-10}$  /  $Kи/кг$ . Коэффициенты перехода в системе "почва - картофель" в 1989 г. составили 0,024 и 0,016  $Kи/кг$   $10^{-10}$  /  $Kи/кг$  для северного и южного районов соответственно. Все это хорошо согласуется с фактом меньшей подвижности стронция-90 на почвах южного следа. Различия в поведении цезия-137 в этих зонах не обнаружены. В связи с меньшей подвижностью стронция-90 в почве южных районов кратность снижения стронция-90 в молоке за период 1986-89 гг. в 5 раз ниже, чем цезия-137, в то время как в северных районах кратность снижения стронция-90 в 2 раза выше. Т.е. результаты наблюдений позволяют сделать вывод, что формы нахождения радионуклидов в аварийном выбросе оказывают существенное влияние на уровень перехода радионуклидов, особенно стронция-90, по пищевым цепям.

ИССЛЕДОВАНИЕ СООТНОШЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ АКТИВНОСТЕЙ ЦЕЗИЯ-137, I34 И СТРОНЦИЯ-90 В ЗЕРНЕ И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ.

Перцовский Б.С., Тузнова Р.М., Соболев А.В. (ВИИЗерна, г. Москва), Тузова А.М. (ГЕОХИ АН СССР)

Для решения вопроса о целесообразности контроля зерна и зерно-продуктов, загрязненных в результате аварии на Чернобыльской АЭС, по <sup>90</sup>Sr (помимо <sup>137</sup>Cs) необходимо оценить соотношения удельных активностей этих радионуклидов в изучаемых продуктах ( $K = A_{Cs}/A_{Sr}$ ).

Исследования были проведены на образцах зерна пшеницы, ржи, ячменя, овса, гречихи и проса урожая 1986-1989 гг., собранных в загрязненных регионах УССР, БССР и РСФСР.

Удельную активность по цезию-137 определяли с помощью гамма-спектрометрии.

Удельную активность по стронцию-90 определяли в золе радиохимическим методом (экстракция стронция хлороформным раствором ДД-18 Краун-6 из 4M азотной кислоты раствора пробы с последующим измерением активности органической фазы, либо по накопленному количеству итерия-90 и измерению его активности).

Наибольшие значения  $K$  - от 16 до 100 имели место в зерне урожая 1987 г., в некоторых случаях они снижались до 4-6.

В наименьших значениях  $K$  для зерна из Чувашской области обнаружено снизилась, достигнув в зерне урожая 1988 г. 2-3. Для того же года исследованных образцов значения  $K$  составляли 3,6-1 и даже 0,4-0,6.

Для зерна урожая 1988 г. из Татарской области и 1988-1989 гг. из Магилевской, Гомельской и Брянской областей значения  $K$  были значительно более высокими. Они колебались в пределах 3-30.

Значения  $K$  увеличивались в муке и крупах и снижались в шпелле, отрубях, а также в муке и муке из отрубей.

Полученные данные показывают необходимость строгих исследований в наиболее срочный контроль зерна и зернопродуктов по цезию-137 для полной оценки их пригодности на продовольственные цели. Помимо цезия-137 требуется пропарить и содержание значительно более биологически опасного стронция-90, для чего необходима разработка оперативных методов его контроля на уровне ВДУ.

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА,  
ПОЛУЧЕННОЙ В РАЙОНАХ РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Прастер Б.С., Черепелятникова И.В., Соболев А.С.

УФ БССРСХР, г.Жиев

При планировании мероприятий, направленных на снижение поступления радионуклидов в продукцию сельскохозяйственного производства, необходимо правильно оценить радиационную обстановку и по возможности точно определить пути миграции радионуклидов и их количество поступления в корма и пищевые продукты.

С этой целью проведено обследование 10 хозяйств северных районов Ровенской области. Основные объекты исследований: торфяно-болотные и дерново-подзолистые почвы разной степени окультуренности. Определялась плотность загрязнения территории сельскохозяйствия методом гамма-съемки путем отбора проб, концентрация цезия-137 в почвах, растениях, молоке, явля.

Загрязнение территории обследованных хозяйств варьировало в пределах от I до 5 Ки/км<sup>2</sup>. Коэффициенты накопления, определяющие поступление радионуклида из почвы в растения на дерново-подзолистых почвах, находится в пределах от 0,5 до I по дернине, от 5 до 10 по почве; для торфяников — от I до 16 по почве и по дернине — от I, I до 7,0. В летнее время концентрация цезия-137 в молоке повышается до 10 раз и в ряде случаев достигает ВДУ. Зимой она оценивается значительно ниже.

В период кормления летом является травы естественных угодий, на которых проводятся культуротехнические мероприятия.

В результате по исследуемому району складывается установка: в 1980 году в районах с загрязнением в Ки/км<sup>2</sup>, который имеет обеспеченность цезия-137 в молоке ниже ВДУ при кормлении животных сенажом травой и сенажом кормами.

Для гарантированного получения чистого молока в частном секторе необходимо безусловное обеспечение населения кормами с богатых угодий и проведение культуротехнических мероприятий или улучшение пастбищ с уровнем ниже 2 Ки/км<sup>2</sup> по цезию-137. Необходимо полностью исключить заготовку сена из лесных массивов. На подмятых торфяно-болотных почвах выпас животных без улучшения лугов не должен проводиться при уровне загрязнения до I Ки/км<sup>2</sup>. Известкование и перепахивание этих почв обеспечивает снижение накопления цезия-137 растениями в 6-10 раз и делает их пригодными для заготовки кормов при уровне 5 Ки/км<sup>2</sup>.

МИГРАЦИЯ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 В ЦЕПИ ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В  
РАЗЛИЧНЫХ РАЙОНАХ КИЕВСКОЙ, ЖИТОМИРСКОЙ, ЧЕРНИГОВСКОЙ И  
РОВЕНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

Пристер Б.С., Перепелятника Л.В., Соболев А.С.  
Уч. БИОГЕОХИМ. г. Киев

В результате аварии на ЧАЭС радионуклиды, поступившие в окружающую среду, включаются в биогеохимические циклы миграции. Скорость и особенности миграции радионуклидов определяются как их свойствами, так и влиянием факторов природной среды. Важным звеном на пути поступления радионуклидов в организм человека является продукция растениеводства.

При оценке миграционной способности радионуклидов растений в системе почва-растение необходимо учитывать свойства почвы. Интегральной характеристикой подвижности радионуклидов в почвах может рассматриваться рН почвенного раствора. Кислые дорново-подзолистые почвы Полесья с рН солевой вытяжки 4,5-5,5 постепенно переходят в слабнокислые оподзоленные серые лесные и оподзоленные черноземы с рН 5,6-6,8.

На основании близких агрохимических показателей почвенных комплексов исследуемых хозяйств, почвы районов Киевской, Житомирской, Черниговской и Ровенской областей структурированы в 3 группы по величине рН солевой вытяжки: I - от 4,5 до 5,5; II - от 5,6 до 6,6; III - от 6,7 до 7,2.

Смена радиационной обстановки в 1987-1989 гг. привела в 36 районах республик, характеризующих зону Чернобыльского Полесья.

В результате обследования были изучены коэффициенты миграционной способности (перехода) радионуклидов и redistribution из воды почвы в пищевых цепях человека и животных, структурированные по агрохимическому признаку. Коэффициенты пропорциональности по цезию-137, в зависимости от группы почв, варьирует от 0,06 до 4,19 по картофелю, от 0,05 до 0,30 по кабачкам, от 0,02 до 0,30 по пшенице, от 0,07 до 0,70 ( $\text{Бк/кг}$ ) / ( $\text{кВк/т}^2$ ) по зерновым культурам. При равной интенсивности загрязнения почв I и II группы концентрация цезия-137 в продуктах, произведенных на почвах I группы, в 4-25 раз выше, чем на почвах II группы.

Изучение перехода стронция-90 из почвы в сельскохозяйственную продукцию показывает, что миграция его по пищевой цепи происходит значительно интенсивнее, чем цезия-137. Коэффициенты перехода стронция-90 из почвы I группы в 6-15 раз выше, чем из почвы II группы.

СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 И СТРОНЦИЯ-90 В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ  
ПРОДУКЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ, ОРОШАЕМОЙ ВОДОЙ ИЗ ВОДОХРАНИЛИЩ  
ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

Принстер Е.С., Соболева А.С., Перепелятникова Л.В.  
УФ ВНИИХИР, г. Киев

Оценку по загрязнению продукции растениеводства и животноводства цезием-137 и стронцием-90 проводили в 5 районах, орошаемых водой из каскада Днепровских водохранилищ, 15 районах в зонах рассеяния в Киевской и Херсонской областях. В качестве контроля выбраны 2 района Харьковской и Донецкой областей, где источники водоснабжения не связаны со стоком с бассейном реки Днепр.

Концентрация цезия-137 в полевых культурах и овощах находится в интервале от 0,3 до 3,3 Бк/кг, что в 10-100 раз ниже ВДУ.

Концентрация цезия-137 в воде Днепровского каскада от 0,44 до 0,9 Бк/л не ограничивает ее использования для орошения по критерию индекса загрязнения растений.

Поступление цезия-137 и стронция-90 в зерно и солому риса составляет для зерна: цезия-137 - 0,1, стронция-90 - 0,9 Бк/кг. Концентрация радионуклидов в зерне риса находится на уровне 1901-1945 гг. Коэффициент загрязнения пшени стронцием-90 составляет от  $3,7 \cdot 10^{-2}$  до  $33 \cdot 10^{-2}$  Бк/кг.

Поступление цезия-137 в почву рисовых чеков через 2 года после зерна составляет  $5,6-7,4 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>2</sup> при среднем уровне  $3,7-5,6 \cdot 10^3$  Бк/м<sup>2</sup>.



**ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЙ НА ЗАГРЯЗНУ РАДИОАКТИВНЫМИ Веществами ПОЧВА-РАСТЕНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ биОгеОхимических ПУСЬЕВЫХ ПОЛЕСЬАХ УССР**

Пристер В.С., Семенов А.С., Перегаятников Г.И.

Укр. ВИСИХР, г. Киев

Внесение известки и микроэлементов (удобрений) производится на территории хозяйства, характеризующихся высокой контрастностью в содержании микроэлементов в почве. Так, содержание меди в почве на территории различных хозяйств изменялось от 0,3 до 2,9 мг/кг почвы, кадмия - от 0,2 до 1,1 мг/кг, марганца - от 11 до 124 мг/кг.

Эффективность среза радионуклидного загрязнения (радиоактивных сорбентов и пасты) в результате проведения химической мелиорации почвы была не одинаковой в различных биохимических ценозах.

Большинство коэффициентов поглощения цезия-137 из почвы в дубовых растительностях уменьшилось в 1,2-1,6 раза после проведения химической мелиорации на территории хозяйства с высоким содержанием кадмия, железа, меди, марганца и меди в почве. В то время, как в хозяйствах с низким содержанием элементов близкого и оптимального содержания цезия-137 коэффициент поглощения цезия-137 из почвы в дубовых растительностях уменьшилось в 2-4 раза.

Коэффициент поглощения цезия-137 из почвы в сосновых лесах с высоким содержанием микроэлементов в дубовых растительностях уменьшилось в 1,2-1,6 раза до оптимального содержания цезия-137 из почвы в сосновых лесах с оптимальным содержанием микроэлементов от 0,3 до 2,9 (мг/кг)/(мг/кг).

Таким образом, оптимальное содержание микроэлементов в почве является необходимым условием для эффективного связывания цезия-137 из почвы в травянистых растениях при проведении химической мелиорации.

К ВОПРОСУ ОБ ОТДАЛЕННОМ ПРОГНОЗЕ  
СОДЕРЖАНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ И  
РАЦИОНЕ ЧЕЛОВЕКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА ПОЧВ

Литвин В.Н., Хомин Б.К., Духовцев Б.И.

БЗ ВНИИХП г.Гомель

На стационарных площадках исследовалось содержание цезия-137 в зерне ржи, картофеле, свекле, траве естественных сенокосов и паше. Исследования проводились в Белоруссии в 1984-1988т.г., то есть спустя примерно 20 лет после оформления загрязнения территории в результате глобальных выпадений, а также спустя 2-3 года после аварии на Чернобыльской АЭС. Анализ коэффициентов накопления ( $K_{\text{прп/гр почва}}$ ) показал, что численно значения их достоверно не отличаются для рассматриваемых ситуаций. Это косвенно свидетельствует об относительной одинаковой доступности радионуклида для растений.

В те же время коэффициенты пропорциональности ( $K_{\text{прп/гр продукт}}$ ) для этих ситуаций существенно отличаются. Коэффициент пропорциональности в данных случаях является интегрированной величиной, которая отражает влияние физических (разпад) и природных факторов с учетом времени, прошедшего после загрязнения территории.

С учетом этих особенностей были рассчитаны в зависимости от типа почв, периоды подключения (Тэф) для основных продуктов питания и рациона в целом. Для исследованных дерново-подзолистых почв Тэф составляется 6-13 лет. Полученные данные могут быть использованы в качестве ориентировочного прогноза радиационной обстановки в отдаленный период в районах, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВСТРАНИ РАДИОАКТИВНЫХ ЦЕПЕЙ И  
СТРОИТЕЛЬ В СИСТЕМЕ ПОЧВА - РАСТЕНИЕ В ШТАТОВЫХ И КОММУНАЛЬНЫХ  
СНТЦЕНОЗАХ

Тимофеев С.Ф., Новик А.А., Грабенщикова Н.В., Левков Н.А.,  
Палешичкова Г.И.

Белорусский филиал ВНИИХХР, г.Гомель

Изучение закономерностей и количественных характеристик накопления радионуклидов травостоем лугов и основными сельскохозяйственными культурами проводили в производственных посевах колхоза Мельской области.

Поля расположены на дерново-подзолистой и супесчаной почвах, плотность загрязнения радиоцезием варьировала от 15 до 50  $\text{Ки/кг}$ .

Выявлены количественные характеристики уровня накопления радионуклидов и урожае в зависимости от свойств почвы. Систематически обследованы растения подтопки ринго-устойчивыми эволюционными перехода радионуклидов из почвы в растения.

Для практических целей определены коэффициенты пропорциональности, значения которых для радиоцезия в 1987 году составили

( п . х  $10^{-9} \frac{\text{Ки/кг}}{\text{Ки/кг}}$  ) для зерна озимой ржи 0,24, ячменя 0,19, овса 0,05, для клубней картофеля 0,16, корнеплодов свеклы 0,10, кукурузы на силос 0,23.

В 1989 году эти величины уменьшились в 4-5 раз.

Средние значения коэффициента пропорциональности для стриженого-40 за эти годы для озимой ржи равнялись 0,32, для ячменя 0,27, овса 0,10.

Размеры загрязненной травостоев лугов, в зависимости от типа луга и свойств почвы, различались до 2-х порядков. Вероятно или даже более загрязненной дернины с внесением известки и фосфорно-калийных удобрений снижали загрязнение культурных травостоев в 4-7 раз.

### АЭРАЛЬНОЕ ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯ

Бажгольский А.А., Марцук И.Н.  
Б.М.С.С.С.А ЭРО ВАСХНИЛ, г.Канск

В условиях интенсивного ведения земледелия на Угодьях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, особую значимость приобретает изучение энекорневого загрязнения растений. Результаты подобных исследований позволят целенаправленно разрабатывать мероприятия, снижающие уровень загрязнения урожая.

Опыты проводились в южной, наиболее загрязненной части Гомельской области (с-з "Стрелачево" Холмникого района) с плотностью загрязнения земель радиоцезием 15-20 и стронцием-90  $2 \text{ Ки/км}^2$ . Для эксперимента использовались загрязненная дернина угодий с-з "Стрелачево" Холмникого района и "чистая", вытая из оекокоса за пределами зоны загрязнения (Жижский район), которая была перевезена в с-з "Стрелачево" и засажена саженцами взамен местной для роста на подобранных заражено участках трав с аналогичными ботаническими составами. Схема опыта включала: 1. Контроль (травы с места отбора "чистой" дернины). 2. Травы с загрязненной дерниной в зоне интенсивного ведения земледелия. 3. Травы с загрязненной дерниной в зоне отчуждения. 4. Травы с "чистой" дерниной в зоне интенсивного ведения земледелия. 5. Травы с "чистой" дерниной в зоне отчуждения.

Площадь 5-ти кратная, площадь делянки  $1 \text{ м}^2$ .

Установлено, что в загрязненной зоне основной путь миграции радиоактивности в растениях корневой. Так, если уровень загрязнения соны трав радиоцезием (среднее за два участка) составлял в зоне сельскохозяйственной деятельности  $29,7 \cdot 10^{-9}$ , в отселенной зоне  $23,0 \cdot 10^{-9}$ , то загрязнение связанной дернины соответственно 3,9 и  $2,5 \cdot 10^{-9}$  при содержании его в контроле (чистой зоне)  $0,71 \cdot 10^{-9} \text{ Ки/кг}$ . Доли аэраального загрязнения в двух изучаемых зонах составили 9% от общего.

Средняя за два участка загрязненности стронцием-90 соны сельскохозяйственной деятельности была  $2,6 \cdot 10^{-9}$ , в отселенной зоне  $26,0 \cdot 10^{-9}$ , а связанной дернины соответственно 0,6 и  $4,7 \cdot 10^{-9}$  при содержании в контроле  $0,27 \cdot 10^{-9} \text{ Ки/кг}$ . Уровень аэраального загрязнения стронцием-90 от общего составлял в зоне сельскохозяйственной деятельности 13, а в отселенной зоне - 17%.

Таким образом вытекает, что основной путь миграции радионуклидов в зонах почва-растение корневой. Аэральное загрязнение составляет до 10% по радиоцезию и 13-17% по стронцию -90.

### ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ НА ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В МНОГОЛЕТНИЕ ТРАВЫ ЕСТЕСТВЕННОГО СЕНОКОСА

Бугля Н. Н., Агеєв В. В.

БелНИИ почвоведения и агрохимии, г. Минск

Исследовали по изучению влияния удобрений на поступление радионуклидов цезия и стронция в растения многолетних трав проводящих на естественном сенокосе в совхозе "Стрельчачь" Хойникского района.

Плотность загрязнения по радиоцезию составляла  $16,7 \text{ Ки/км}^2$ , стронция-90 -  $2,0 \text{ Ки/км}^2$ . Почва опытного участка дерново-подзолистая глеевая песчаная на опесчаных песках. Агрохимическая характеристика почвы следующая:  $\text{pH}$  - 4,5, содержание  $\text{P}_2\text{O}_5$  - 4,6,  $\text{K}_2\text{O}$  - 11,6 мг/100 г почвы. Повторность опыта четырехкратная. Схема опыта включала различные комбинации фосфорно-калийных удобрений на фоне полного минерального удобрения ( $\text{K}_{120}\text{P}_{60}\text{I}_{20}$ ). Из микроудобрений применялся бор и молибден в дозе 2 кг д.в./га.

Анализ уроков I и II уроков многолетних трав показал, что наибольшее влияние на урожай многолетних трав оказали следующие дозы минеральных удобрений:  $\text{K}_{60}\text{P}_{120}\text{I}_{20}$ ,  $\text{K}_{60}\text{P}_{150}\text{I}_{20}$  и  $\text{K}_{60}\text{P}_{180}\text{I}_{20}$ , и тогда эти дозы с добавлением микроудобрений. Урожай сенокоса многолетних трав при этом увеличивался на 5,6-17,5 ц/га.

Применение повышенных доз фосфорно-калийных удобрений оказало заметное влияние на поступление радионуклидов в растения. Если в первом уроке на фоне без удобрений содержание цезия-137 в сенокошарухой массе составляло  $5,7 \cdot 10^{-8}$  Ки/кг, то в варианте  $\text{P}_{120}\text{K}_{60}\text{I}_{20}$  бор -  $4,5 \cdot 10^{-8}$ , а в варианте с применением на фоне фосфорных удобрений берилл коллоид -  $4,1 \cdot 10^{-8}$  Ки/кг. Во втором уроке на растительном остатке содержание радиоцезия (табл. 30-34) оказались дозы удобрений  $\text{P}_{60}\text{K}_{60}$ ,  $\text{P}_{50}\text{K}_{90}$ ,  $\text{P}_{120}\text{I}_{20}$  и эти же дозы с дополнительными дозами микроэлементов. Содержание стронция-90 в первом уроке (остаток от аналитической) было существенным при применении для удобрения  $\text{P}_{120}\text{I}_{20}$  и при применении микроудобрений. Если на фоне без удобрений содержание радиостронция составляло  $8,3 \cdot 10^{-8}$  Ки/кг, то в варианте с повышенными дозами удобрений  $5,3-6,5 \cdot 10^{-8}$  Ки/кг.

Применение повышенных доз фосфорно-калийных удобрений в сочетании с ними микроудобрения снижает поступление радионуклидов в многолетние травы естественного сенокоса в 1,3-1,4, радиостронция - в 1,3-1,6 раз.

ОСОБЕННОСТИ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ  
ЛЕСНЫХ И ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ

Якушев Б.И.

ИЗБ АН БССР, г.Минск

В результате аварии на ЧАЭС наиболее загрязненными радиоактивными выбросами оказались лесные фитоценозы, которые служили своеобразными природными фильтрами на пути ветровых потоков с радиоактивными аэрозольями. В лесах на кронах деревьев в первые дни после аварии осело до 70 % радиоактивных выбросов, на почву до 30 %. Рассчитан примерный коэффициент очищения дрозостоя от поверхностного загрязнения. Он равен 163-170 дней.

В 1986 г. около 100 % выпавших на поверхность почвы радионуклидов находилось в лесной подстилке и во мхах. По мере разложения подстилки радионуклиды перемещались в аккумулятивный горизонт почвы.

В 1989 г. в лесной подстилке сосняков содержалось 40-50 % радионуклидов, березняков - 10-20 %, дубрав и ольшаников до 10 %.

Радиоактивные изотопы переместились в почвах лесных фитоценозов до глубины 10 см. В сосняках на песчаных почвах это составило 0,2-0,3 % от выпавших радионуклидов. На дерновых почвах на этой же глубине отмечено в 7-10 раз большее количество радиоактивных изотопов. Это связано с жизнедеятельностью корневых систем травянистых растений, которые с несомненными тонами по флорно радиационным элечамс шурмо-лаются в сотни раз интенсивнее, чем под влиянием гравитационной влаги в почве.

**1.5. Распределение и миграция радионуклидов  
в природных водах**

РАДИОЦЕЗИЙ И РАДИОСТРОНЦИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ И ИЛАХ  
В РАЙОНЕ СЕМЫПАЛАТИНСКА И ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Г.Андреев, В.П.Егоров, И.И.Смирнова, В.В.Шаулкин  
Рудгеофизика Мингео СССР

Были опробованы воды и илы 19 поверхностных водотоков на площади, включающей район Семьпалатинского полигона, и 15 водотоков в Гомельской области. В водах и донных осадках радиохимическим методом определены цезий /137+134/ и стронций-90. Анализы выполнены по утвержденной Миндравом СССР методике, применяемой в Ленинградском НИИ радиационной гигиены.

В районе Семьпалатинска, в левом притоке Иртыша, дренажном плато полигона, зафиксированы следующие содержания радиоцезия в воде /2,0-3,4/  $10^{-11}$  Ки/л / в одной пробе 2,7  $10^{-10}$  Ки/л, в осадках - /5-8/  $10^{-10}$  Ки/кг. Содержание радиоактивного цезия в р.Иртыш на отрезке от Павлодара до Семьпалатинска не превосходит 5  $10^{-12}$  Ки/л в воде и 5  $10^{-10}$  Ки/кг в осадках.

Содержание стронция-90 в упоминавшемся притоке составляет от 3  $10^{-12}$  до 1,3  $10^{-11}$  Ки/л, в илах /3-8/  $10^{-10}$  Ки/кг, в р.Иртыш, соответственно, менее 3  $10^{-12}$  Ки/л и менее 3  $10^{-10}$  Ки/кг.

В левых притоках Иртыша в пределах Гомельской области зафиксировано содержание радиоцезия в воде от менее 3  $10^{-12}$  Ки/л до 4,3  $10^{-11}$  Ки/л, в осадках - от 3,3  $10^{-9}$  до 8,8  $10^{-9}$  Ки/кг.

В верхнем течении Десны /у Могилева/ содержание сушек радионуклидов цезия колеблется в пределах 2-5  $10^{-12}$  Ки/л, а в донных отложениях - от 0,3  $10^{-9}$  до 1,2  $10^{-9}$  Ки/кг; в р.Десне у Чердырева оно снижается до 4  $10^{-10}$  Ки/кг при содержании в воде менее 2  $10^{-12}$  Ки/л.

Содержание радиостронция в притоках Десны уменьшается от менее 2  $10^{-12}$  Ки/л до 5,4  $10^{-11}$  Ки/л в воде и от 3  $10^{-10}$  до 1,3  $10^{-9}$  Ки/кг в илах. В верхнем течении Десны и в Десне содержание радионуклидов в воде на порядок 3  $10^{-12}$  Ки/л, а в осадках - 2  $10^{-10}$  Ки/кг.

При сопоставлении содержания рассматриваемых радионуклидов в твердой и жидкой фазах обращает на себя внимание, что в районе Семьпалатинска аномальные содержания радиоцезия встречаются главным образом в воде, тогда как в донных отложениях фиксируется лишь слабое его повышение. В исследованной части Белоруссии, напротив, аномалии радиоцезия в гидросети контрастнее, чем в воде. Полученные результаты предполагают подтвердить их измерением образцами.



МОНИТОРИНГ СМЫВА ЧЕРНОВЫШСКОГО РАДИОНУКЛИДОВ С РЕЖИМЫ  
ВОДОСБОРОВ И ПРОГНОЗ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК

Ветров В.А., Алексеева В.А., Толоконников А.Б.  
ДИАМ Госкомгидромета и АН СССР, г.Москва

С апреля 1987 г. на двух водосборах правобережья среднего течения р.Днепра - р.Рось, площадь водосборного бассейна, 5031, 3600 км<sup>2</sup> и р.Бутова, 50 км<sup>2</sup>, проводится мониторинг смыва чернобыльских радионуклидов (РН). Окколо половины площади этих ВСБ занято пашней, 10% - лесами; сток в основном зарегулирован плотинами. В период весеннего паводка (апрель) 1987 г. в вода обеих рек сохранились относительно низкие естественные концентрации цезия-137, а их максимальные значения в 1987 г. были отмечены в мае-сентябре (р.Рось) и августе-октябре (р.Бутова) при низких либо средних расходах воды. В период 1987-1989 гг. отмечается снижение годового смыва цезия-137 с водосборных р.Рось - соответственно 2,5, 0,82 и 0,33 Ки/год; р.Бутова - 4,7, 3,0 и 0,65 мКи/год. Соответственно снижались максимальные среднечасовые концентрации, которые были приурочены, в основном, к средним и низким уровням водного стока в осенне-зимний период. Минимальная загрязненность обеих рек цезием-137 отмечается в начале ноября (0,3 Ки/км<sup>3</sup>). Данные мониторинга обобщались в виде диаграммы модулей смыва  $M_0$  (среднего значения РН в воде и средней плотности загрязнения на ВСБ, мКи) и характеризуются смыва  $M_0$  (относительно смыва в начале паводка) и модулю модулю цезия-137 на ВСБ). Зависимость от времени  $M_0$  и  $K_0$  в сочетании со гидрологическими данными, полученными авторами ранее на малых (1-10 км<sup>2</sup>), так и на больших (10<sup>3</sup> км<sup>2</sup>) водосборах, дает возможность построить эмпирическую модель формирования рН в зависимости от стока:  $M_0 = M_0^* (1 - M_0^* / M_0)$  (с - средняя концентрация цезия-137 в паводке,  $M_0^*$  - средняя плотность загрязнения на ВСБ). Для "большого" атмосферного выпадения (средний год)  $M_0^* = (10-30) \cdot 10^{-3}$  мКи, в дальнейшем (2-3 года) модуль снижается до (1-10)  $\cdot 10^{-3}$  и для "маленького" выпадения (2-3 года) модуль снижается до (1-10)  $\cdot 10^{-4}$  мКи. Прилагательное опубликованных данных по смыву цезия-137 и цезия-137 в реках Днепровского бассейна после чернобыльской аварии позволяет оценить модули смыва сток РН в прогнозной модели.

СТРУКТУРА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ДОНИХ ОТЛОЖЕНИЙ ДНЕПРОВСКОГО КАСКАДА

Волчегович О.В., Камнев В.В.  
УКРЕБТМ, Киев.

Радиоактивное загрязнение донных отложений днепровских водохранилищ произошло путем парозольных выделений в результате выброса вместе с речными стоками, сорбционного и седиментационного выделений расторгнутых радионуклидов из воды в донные отложения. Рассмотрена оценка выпада каждого из этих составляющих в формировании общей радиоактивного загрязнения дна водоемов. Оценка производится путем дифференцированного анализа физико-химических форм загрязненной твердых частиц в результате различных путей поступления радионуклидов в донные отложения, а также анализа данных о балансе радионуклидов в мелком и твердом стоке взвешиваемых веществ в водохранилищных каскадах. Установлено, что в начальный период (май - июль 1986 г.) загрязнение донных отложений формировалось как путем прямого осаждения радиоактивных веществ на дно, так и в результате адсорбции радионуклидов дном. Поэтому трудно выделить роль одного процесса от другого, однако в этот период сформировалось не менее 1/3 общего осевшего запаса  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях верхних водохранилищ и более половины запаса  $^{90}\text{Sr}$ . За 1986 - 1989 г. дополнительно за счет оседания загрязненных взвешиваемых веществ и адсорбции радиоактивных грунтовыми дном в донных отложениях каскада водохранилищ было локализовано еще около 2,5 тыс. Ки, данные приведены в таблице.

Запас и плотность загрязнений донных отложений водоемов на 1989 г.

	Хмельское	Каневское	Кременчугское	Днепродзержинское	Запорожское	Каховское
Ки	2,50	350	440	61	34	175
Ки/м <sup>2</sup>	250	0,52	0,20	0,11	0,08	0,08

Оценочный запас  $^{90}\text{Sr}$  в донных отложениях всех водохранилищ не превышает на 1990 г. 1 тыс. Ки.

Представлены карты радиоактивного загрязнения водохранилищ, где по уровням содержания радиовещия в грунтах четко выделяются зоны повышенного оседания осадочных веществ и разлива дна. Обсуждается соотношение физико-химических форм радиоактивного загрязнения грунтов дна и результатов анализа тонкодисперсного формирования радиоактивного загрязнения донных отложений водохранилищ.

ОСОБЕННОСТИ ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ  
В ДОНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОСВЕТОВ.

Войнахович О.В., Кашинцев Е.В., Носов А.В.  
Учреждения, ИИГ ГИСКМИИДРАМЕТА СССР  
Киев, Москва

Систематизированы и представлены для обсуждения данные о вертикальном распределении  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  в доных отложениях водосветов подверженных аэрозольному и седиментационному загрязнению после аварии на ЧАЭС. Различия в специфике радиоактивного загрязнения доных отложений объясняются различными физико-химическими формами выпавшей радионуклидов в водосветах; разная типом данных грунтов и их пористости; разной скоростью осадконакопления и химизма в.в. в зависимости от этих гидрологических и физико-химических параметров и представлены различные формы вертикального распределения радионуклидов в доных отложениях и их миграции сверх ближней зоны р.Прпуть, притоков и непотоковых заливов Припяти и Днепра, различных участков днепровских водохранилищ. Прослеживается хронологическое изменение радиусов вертикального распределения радионуклидов за 1988-1990 гг. на основе этих данных и антропогенных полученных профилей известны для различных уровней оцениваются коэффициенты вертикальной миграции  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в песчаных и глинистых грунтах, с учетом скорости вертикального накопления валедей и дисперсности миграции верхнего обжитого слоя доных отложений.

Экспериментальные оценки коэффициентов диффузии радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  в доных отложениях основываются на данных полученных исторически и вычисляются в диапазоне  $10^{-9}$  -  $10^{-6}$  см<sup>2</sup>/сек.

Предлагается прогноз радиоактивного загрязнения р. Припуть и водосветов Киевского водохранилища на участках с разным коэффициентом осадконакопления и гидрологической зоны.

СТРОНЦИЙ-90 В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ МЕДИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ  
ПОЛЕСЬЯ УССР

Иванушкина И.И., Рябцева Г.П., Шевченко А.Л., ИЯПО УкрНИИТМ,  
г.Киев

После аварии на Чернобыльской атомной станции в 1986 году многими исследователями в почвах были обнаружены различные формы стронция-90 — легкообменная, сорбированная, на аморфных гидроксилах, карбонатах, органических /20-40% и труднорастворимых /40-50% от выпадения/. По последним данным содержание водорастворимых форм может достигать 90% В.А.Кузнецов, В.А.Герасимова, 1989г. и другие. Это позволяет предположить характер поступления стронция-90 не только в трофические цепи, но и в подземные воды, в том числе в грунтовые.

Появление стронция-90 в грунтовых водах как на действующих осушительных системах Украинского Полесья, так и на неиспользуемых с 1925 года в зоне аварии ЧАЭС, свидетельствует о прямой зависимости от загрязнения поверхности почв и их литологического состава. Немаловажную роль играет техническое состояние осушительной сети. Неудовлетворительное состояние ведет к вторичному заболачиванию. На подтопленных по разным причинам территориях происходит смешение грунтовых вод с поверхностными и более быстрое поступление влаги с растворимой части радионуклидов поверхностного загрязнения в подземные воды.

Определено стронция-90 в зоне ЧАЭС показало, что в грунтовых водах осушительных систем в бассейне р.Каль его содержание изменяется от  $31,8$  до  $6,3 \times 10^4$  Бк/м<sup>3</sup>, на осушительной системе Припятьского от  $3,7$  до  $6,3 \times 10^4$  Бк/м<sup>3</sup>, Сакан — до  $9,6 \times 10^4$  Бк/м<sup>3</sup>. В целом в грунтовых водах осушительных систем тридцатикиллометровой зоны стронция-90 более  $3,7 \times 10^4$  Бк/м<sup>3</sup> не обнаружено.

При обследовании на остальной части Полесья /Ровенская, Житомирская, Черниговская, Киевская область/ содержание стронция-90 в грунтовой воде осушительных систем как на торфяных, так и на минеральных почвах не превышает  $27,8$  Бк/м<sup>3</sup>, повышаясь в районе Хмельницкой АЭС до  $120$  Бк/м<sup>3</sup>.

При сокращении уровней поверхностного загрязнения дальнейший рост содержания стронция-90 в грунтовой воде вероятен в зоне ЧАЭС и маловероятен на осушительных системах в остальной части Полесья.

**ЕСТЕСТВЕННАЯ ЗАЩИЩЕННОСТЬ ГРУНТОВЫХ ВОД ГОСР  
ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ**

Ильин В.П., Маничкин И.С., БелНИИГА ПО "Белорусгеология" г. Минск.

Загрязненная вследствие аварии на Чернобыльской АЭС территория Белоруссии характеризуется чрезвычайной пористой ландшафтно-экохимическими условий и, как следствие этого, неоднородной естественной защищенностью подземных /грунтовых/ вод. Проведенные нами исследования показывают, что на большей ее части грунтовые воды порых от поверхности водонесных горизонтов являются условно защищенными, когда объем воды приближен к границе сорбционного насыщения структура-50 в зоне аэрации Сагр. колеблется от 20% до 32% дет. В большинстве случаев к ней относятся возвышенные ландшафты водораздельных пространств с мощностью зоны аэрации свыше 3,0м, а так же пойменные участки с мощностью зоны аэрации до 1,0м, но с обогащенными гумусом и обильными кальцием дерново-заболоченными и торфяно-болотными почвами.

Условно менее защищенные грунтовые воды имеют довольно ограниченное распространение и приурочены в основном к окладным участкам среднерисовых ландшафтов, зона аэрации которых сложена преимущественно разрыхленными почвами от 1,0 до 3,0м с легкими дерново-подзолистыми песчаными почвами. Время миграции в них структура-50 составляет 54-102 года. Пространственно они тяготеют к северной, западной и восточной зонам техногенного орошения.

Несколько более широкое развитие, особенно в долине р. Припять, получили условно незащищенные грунтовые воды с Сагр от 2,5 до 3,5 дет. Они характерны преимущественно для низменных пойменных ландшафтов разрез зоны аэрации которых представляют средне- и мелкозернистые песчаные мощности до 1,0м с незначительной сорбционной емкостью.

**О РЕЗУЛЬТАТАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОДЗЕМНЫХ  
И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ В ЗОНЕ СЛЕДА АВАРИИ НА ЧАЭС**

**Б.В.Карасев, В.М.Ачкасов, В.И.Соболев, В.Н.Костенко,  
В.А.Витова, ВСЭГБГЕО, г.Москва**

Начались поверхностно, грунтовые воды (колодцы шахтные и трубчатые, оборудованные ручными станковыми насосами) и воды эксплуатационных скважин на территории БССР и РСФСР (Гомельская, Брянская и Смоленская области) в пределах районов с наиболее сильным радионуклидным загрязнением почв. В частности, были проверены данные Л.А.Христианской (доклад на совещании в ПО "Центргеоэкология" 1988 г.) о том, что в водах ряда водозаборов западной части Брянской области присутствует значительное количество цезия-137. Эти водозборы эксплуатируют подземный горизонт палеогеновых отложений, представленный терриновыми мелом, продолжительно слабо защищенный от загрязнения с поверхности и местами имеющий гидравлическую связь с поверхностными водами.

Выделение радионуклидов и определение их концентраций осуществлялось по методике ВСЭГБГЕО, апробированной при исследованиях в ЗС-ти зоне ЧАЭС. Методика позволяет определять формы нахождения в воде изотопов цезия. Регистрацию радиоактивности осуществлялась на ИЦД-гемма-сцинтиллере. Чувствительность определения цезия-137 составляет  $1 \cdot 10^{-14}$  Ки/л.

В целом картина распространения содержания цезия-137 и цезия-134 соответствует той, которая получена ранее при исследованиях в районе ЧАЭС. Колодцы шахтные оборудованные в растворимой форме в поверхностных водах и практически отсутствуют (меньше  $5 \cdot 10^{-14}$  Ки/л) в водах эксплуатационных скважин (г.г. Дзержин, Хойники, Новозыбков). Наибольшие концентрации цезия-137 ( $9 \cdot 10^{-11}$  Ки/л) и стронция-90 ( $5 \cdot 10^{-12}$  Ки/л) - в скваж из колодцов пос.Кремляк Гора. Отмечено присутствие цезия-137 в грунте-отложениях Смоленской АЭС ( $8 \cdot 10^{-13}$  Ки/л) и в пробе воды из скважины из исследований эксплуатационных скважин ( $3 \cdot 10^{-13}$  Ки/л), расположенной в зоне, подстилающей отложения (Брянская обл.). Для оценки зависимости от радионуклидного загрязнения подземных вод, залегающих в толще триасового мела (Зап.часть Брянской области), проводятся дополнительные исследования.

ТРИТИЙ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ  
РАЙОНА ИГНАЛИНСКОЙ АЭС

Мажевка И.В., Петровос Р.И., Дит'БНРИ, г. Вильнюс

Регулярно наблюдались за концентрацией трития ( $^3\text{H}$ ) в поверхностных водах (оз. Дружкия - водоохладитель ИАЭС, оз. Дюналя), грунтовых водах и подземных водах натерных горизонтов более планомерно возросла с 1963 г., а Игналинская АЭС (ИАЭС) введена в эксплуатацию с 1964 г. За это время полученный массив данных по тритию составляет около 300 наблюдений, а концентрация трития и его вариации в основном соответствует глобальному естественному и техногенному фону. Однако, с 1967 г. в отдельных водах объемах - оз. Дружкия, грунтовых водах прибрежной зоны и около хранилища радиоактивных отходов (ХРАО) - наблюдается увеличение концентрации трития, обусловленное поступлением его от ИАЭС, что подтверждается экспериментально и моделированием.

Среднеарифметические годовые концентрации трития для периода 1960-69 гг. составляют в атмосферных осадках 66, 60, 45, 34, 37, 30, 29, 22, 25, 27, 24 ТЕ (1 ТЕ =  $3,2 \cdot 10^{-12}$  Ки/л), а в воде оз. Дружкия - 78, 62, 44, 49, 30, 65, 130, 135, 100, 110, 100 ТЕ. Следует отметить, что характер описывается в задаче моделирования параметров естественного водообмена оз. Дружкия при среднем времени водообмена - 2,1 года, среднем объеме водных масс -  $3,68 \cdot 10^9 \text{ м}^3$  и поступлении дополнительного количества трития в порядке 200-500 Ки/год.

Аномально высокие концентрации трития в грунтовых водах встречаются только на локальных участках. Например, для 1963 г. наиболее вероятно концентрация - 3516 ТЕ, при среднем времени водообмена грунтовых вод 3-10 лет. Концентрация трития в грунтовых водах, залегающих в прибрежной зоне оз. Дружкия, повышается до 45-50 ТЕ. Кроме того наблюдается повышенные концентрации трития в грунтовых водах района ХРАО, где в отдельных скважинах в 1969 г. она достигала 60-70 ТЕ. В абсолютных значениях концентрации трития в природных водах существенно ниже допустимой ДД -  $3,2 \cdot 10^{-6}$  Ки/л =  $10^6$  ТЕ, однако отличается от фоновой, что должно привлечь внимание более детальных исследований.

ЗАКОНОМЕРНОСТИ КИНЕТИКИ ВЫЩЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ  
ЦЕЗИЯ, СТРОНЦИЯ И РУТЕНИЯ ИЗ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЛИЗНЕЦ  
ЗОНЫ ЧАЭС.

Ольховик В.А., Коромисличенко Т.И., Головкич Н.В., Соколик Г.А.  
ИГМ АН УССР, г.Киев, БГУ, г.Львов.

Информация о водорастворимых формах долгоживущих техногенных радионуклидов имеет большое значение для оценки их миграционной способности в зоне влияния АЭС, определяя пути поступления основных дозобразующих изотопов в биогеохимические цепи.

В настоящей работе исследованы закономерности кинетики выщелачивания радионуклидов цезия-137, стронция-90 и рутения-106 из донных отложений поймы р.Припять и илов искусственного водоочистительного сооружения ЧАЭС. Пробы донных отложений обрабатывали при интенсивном перемешивании в течение 28 часов водой природного гидрохимического состава, через каждые 3 часа проводили контроль содержания радионуклидов и органических веществ.

Показано, что степень выщелачивания радионуклидов в значительной мере зависит от вида донных отложений и варьирует для стронция-90 от 2 до 50%, а для цезия-137 от 0,4 до 1,5%. Наибольший выход цезия-137 отмечается в донных отложениях с минимальным содержанием органических веществ (п.п.п. составили 1,8%). На основании полученных ИК-спектров, характеризующих наличие функциональных групп органических соединений, связывающих радионуклиды, найдена корреляция между относительной интенсивностью С-С и С-О-связей органических соединений и выходом цезия-137. В пробах с наименьшим содержанием органических соединений наличие рутения-106 не зафиксировано, что объясняется преимущественным орудесствованием его в природных водах в составе органических комплексов. Максимальный выход рутения-106 коррелирует с появлением в отобранных фракциях полосы карбоксильных групп.

Найдено, что миграционная способность стронция-90 находится в основном в ионообменной форме минеральной компоненты донных отложений. На основании ИК-спектров затруднительно сделать предположение о взаимосвязи стронция-90 и органических соединений.



ИЗУЧЕНИЕ ВОДНОГО БАЛАНСА  $^{137}\text{Cs}$  НА  
РАДИОГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ "МАКСИМ"

Онищенко И.П., Востопалов В.М., Гудзенко В.В.  
ИГН АН УССР, г. Киев

Радиогидрогеологический полигон Института геологических наук АН УССР "Максим" расположен в междуречье р. Досин и Киевского водохранилища в 60 км ст. ЧАЭС. Целью создания полигона в 1987 г. являлось натурное изучение миграции радионуклидов в различных ландшафтах Илобета. Территория полигона составляет 31,2 км<sup>2</sup> и охватывает о водосборной площади р. Осетец - притока первого порядка р. Досин. Средняя плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  (по состоянию на 1989 г.) 0,6 Ки/км<sup>2</sup>. Валис  $^{137}\text{Cs}$  на водосборе 49 Ки.

Элементами водного баланса: приходила часть (осадки) - 550 мм; расходила часть: испарению - 425 мм, поверхностный сток - 100 мм, подземный сток - 25 мм.

Содержание  $^{137}\text{Cs}$  в водной фазе:  
в атмосферных осадках - ниже пределов обнаружения;  
в подземных водах -  $6,4 \cdot 10^{-13}$  Ки/л;  
в поверхностных водах -  $3,4 \cdot 10^{-13}$  Ки/л;  
в поверхностных водах полигона "Максим".

Приходила часть - поступила часть с осадками не вычислена;  
исходила часть: подземный сток - при объеме годового стока  $2,5 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  и содержании  $^{137}\text{Cs}$   $6,4 \cdot 10^{-10}$  Ки/л<sup>3</sup>, количество выносимого радионуклида составляет  $1,3 \cdot 10^{-3}$  Ки;  
поверхностные воды - при объеме годового стока  $5,12 \cdot 10^6 \text{ м}^3$  и содержании  $^{137}\text{Cs}$   $3,4 \cdot 10^{-10}$  Ки/л<sup>3</sup>, количество выносимого радионуклида составляет  $2,76 \cdot 10^{-3}$  Ки.

Из 49 Ки  $^{137}\text{Cs}$ , попавшего на водосбор, годовая вынос с поверхностным стоком  $1,3 \cdot 10^{-3}$  Ки (0,0027%). Для сравнения укажем, что за счет естественного распада активности выносятся по рек на 1,12 Ки (2,3%).

Таким образом можно говорить о безусловной реальности выноса радионуклида  $^{137}\text{Cs}$  для района Чарнигского лесосы, типичным представителем которого является полигон "Максим".

**ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ИСХОДСТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В КОМПОНЕНТАХ  
ЭКОСИСТЕМ ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩ**

Романенко В.Д., Кузьменко М.И., Клецуо В.Г., Насвит О.И.,  
Пальков И.В.

ИГБ АН УССР, г.Киев

Борьбу с радиоактивным загрязнением экосистем днепровских водохранилищ после аварии на Чернобыльской АЭС во времени и пространстве определялось поступлением радионуклидов с аэрозольной водной массой, связанной с водосборных площадей, а также гидрологическими процессами: проточностью, способностью аккумулировать взвешенные вещества и особенностями гидродинамики.

Максимальное содержание цезия-137 и стронция-90 в воде Киевского водохранилища было отмечено в мае-июне 1986 г. -  $1,0 \cdot 10^{-10}$  и  $3,2 \cdot 10^{-11}$  Ки/л, соответственно. В дальнейшем содержание цезия-137 уменьшалось, достигнув минимальных значений осенью 1987 г. -  $5,9 \cdot 10^{-12}$  Ки/л. В период весеннего паводка 1988 г. наблюдалось резкое увеличение содержания цезия-137 до  $7,5 \cdot 10^{-11}$  Ки/л. Содержание стронция-90 в воде также уменьшалось, достигнув минимальных значений осенью 1988 г. -  $6,5 \cdot 10^{-12}$  Ки/л.

В воде Каховского и Кременчугского водохранилищ содержание цезия-137 уменьшалось от  $1,4 \cdot 10^{-11}$ , в мае-июне 1986 г., до  $1,0 \cdot 10^{-12}$  Ки/л, в июне 1989 г. Резкое увеличение его содержания отмечено в весенний паводок 1988 г. Содержание стронция-90 уменьшалось от  $3,0 \cdot 10^{-11}$  до  $4,6 \cdot 10^{-12}$  Ки/л. Содержание стронция-90 в воде Днепродзержинского и Запорожского водохранилищ в 1986 г. увеличилось и к осени достигло максимума -  $1,5 \cdot 10^{-11}$  Ки/л, что связано с "добоганием" более загрязненной воды. Максимальное содержание цезия-137 отмечено в июне 1989 г. -  $2,2 \cdot 10^{-11}$  Ки/л. В воде Каховского водохранилища максимальное содержание стронция-90 было зарегистрировано осенью 1987 г. -  $2,5 \cdot 10^{-11}$ , цезия-137 в августе 1988 г. -  $8,2 \cdot 10^{-12}$  Ки/л.

Радиоактивное загрязнение донных отложений Киевского водохранилища в основном сформировалось к середине лета 1986 г., когда характерные концентрации цезия-137 на различных участках находились в пределах  $0,65-8,00 \cdot 10^{-7}$  Ки/кг органической влаги. Максимальное содержание цезия-137 в представленных микробазах наблюдалось в зимний период 1987-1988 гг. -  $(1,0-1,7) \cdot 10^{-7}$  Ки/кг сырого веса. К началу 1990 г. сложилась сравнительная стабилизация концентраций радионуклидов в воде и донных отложениях Киевского водохранилища, определялась тенденция снижения их содержания в рыбах и продолжался вынос с водной массой и взвешью в южнорасположенные водохранилища, и особенно в Каховское.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОНУКЛИДА ЦЕЗИЯ-137 В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ СРЕДИЗЕМНОГО МОРЯ В 1990 ГОДУ

О.В.Степанец, А.В.Лорисов, И.Т.Фаррахов, В.С.Карпов, А.Н.Дигаев  
ГЭОХИ АН СССР  
Г.Ф.Батрахов, Т.А.Чудиновских, ИГи АН УССР

По сравнению с другими акваториями Европейского региона Средиземное море в наименьшей степени подверглось загрязнению от возможного переноса радионуклидов из района аварии на Чернобыльской АЭС. Только в акватории Эгейского моря в июне-сентябре 1986 года наблюдались высокие концентрации цезия-137 (в среднем  $\sim 50-200$  Бк/м<sup>3</sup>), которые, однако, были значительно ниже уровня содержания "чернобыльского радиоцезия" в Ионическом море (ср.  $\sim 100-300$  Бк/м<sup>3</sup>) и особенно в Черном море ( $\sim 500-600$  Бк/м<sup>3</sup>).

Проведенные нами в 1990 году исследования по распределению цезия-137 в центральной и западной частях Средиземного моря свидетельствуют о том, что в западной части моря уровень активности цезия-137 практически не отличался от его концентрации до 1986 года, в то время как в центральной части удельная активность данного радионуклида значительно превышает уровень его содержания до аварии 1986 года. По данным вертикального распределения цезия-137 в районах повышенной концентрации в центральной части Средиземного моря можно судить о "чернобыльском цезии" на июль 1990 года.

Для более четкого выделения цезия-137 с "чернобыльским" цезием-137 в различных районах одновременно с анализом воды на цезий-137 проводился анализ и на стронций-90 (с конечным выделением и измерением дочернего изотоп-90 после установления равновесия). Из полученных экспериментальных данных видно, что в районах с anomalно повышенным содержанием цезия-137 резко возрастает отношение цезия-137/стронций-90 (до  $\sim 3-4$ ) при его фоновом соотношении  $1 \pm 0,2$ . Для западной части соотношение этих изотопов практически не изменилось за период с 1986 года.

Анализ уральной концентраций радионуклидов цезия-137 и стронция-90 и их соотношения свидетельствует о гетерогенности распределения радионуклидов в различных соседствующих районах, связанной, по-видимому, как с общей циркуляцией вод Средиземного моря, так и с наличием локальных динамических образований. С учетом данных по сточку воды из Черного моря ( $\sim 350$  км<sup>3</sup>/год) сделаны оценки годового сброса цезия-137 из Черного моря в Средиземное море.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ  
ЕВРОПЕЙСКОГО РЕГИОНА В 1990 ГОДУ

О.В.Степанец, В.М.Комаревский, А.П.Борисов, В.С.Карпов,  
Г.Е.Соловьёва, Л.А.Шилипец, ГЕОХИ АН СССР  
Г.Ф.Евтрамов, ИГи АН УССР

Авария на Чернобыльской АЭС привела к многим нежелательным явлениям, к которым относится и радиоактивное загрязнение морских водоёмов Европейской части.

Наши в июне-июле 1990 года было проведено изучение распределения цезия-137 в поверхностном слое акваторий Чёрного, Средиземного, Северного, Норвежского, Баренцева морей и северо-восточной части Атлантического океана. Спределение цезия-137 проводили из проб морской воды объёмом 100-300 л сорбционным методом в динамических условиях с сорбентом в виде волокнистого ионита с закреплённым на нём ферроцианидом кобальта. Химический выход составляет  $70 \pm 10\%$ ; время полного анализа, включая химическое концентрирование и гамма-спектрометрическое измерение, - 1,5-3,0 часа.

Анализ полученных результатов показывает, что в настоящее время существенный вклад в повышенную концентрацию цезия-137 в Средиземном море вносит высокоактивная вода из Чёрного моря. На основании данных по обмену частью исследуемых акваторий и результатом вертикального распределения цезия-137 в Ионическом море проведены оценки запаса "чернобыльского радиоцезия" в акваториях Эгейского и Ионического морей.

Для Северного, Норвежского и Баренцева морей основным источником вод по-прежнему является вынос активных вод из Ирландского моря, часть активности однако поступает также и из Балтийского моря.

Для оценки влияния основных источников загрязнения данных акваторий использовано соотношение двух радионуклидов цезия (цезий-137 и цезий-134). На основании известного исходного соотношения радионуклидов цезия в сбросах Селлафилда сделана оценка вклада "чернобыльского радиоцезия" в суммарную радиоактивность цезия-137 в этих акваториях на июль 1990 года.

РАДИОАКТИВНЫЕ ИЗОТОПЫ ЦЕЗИЯ В ВОДАХ И ПРИВОННОЙ АТМОСФЕРЕ  
ЧЕРНОГО МОРЯ В 1966-1969 ГГ.

Чудиновских Т.В., Сатраков Г.Ф., Иванова Т.М., Еремеев В.И.,  
Земляной А.Д. МГИ АН УССР, г. Севастополь

Регулярные исследования содержания изотопов цезия-137 и цезия-134 в различные сезоны периода 1966-1969 гг. позволили проследить динамику изменения радиоактивного загрязнения поверхностных вод и приводного слоя атмосферы Черного моря. Если в течение первого года после аварии на ЧАЭС концентрация радионуклидов цезия в приземной атмосфере уменьшилась более, чем в 100 раз, то в последующий период наблюдалась постепенное снижение до фоновых значений. Средние значения концентрации цезия-137 и цезия-134 по периодам составили: ноябрь 1967 г. - май 1968 г. -  $(16 \pm 12) \times 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$  и  $(7,6 \pm 3,3) \times 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ , ноябрь-декабрь 1968 г. -  $(8,3 \pm 5,0) \times 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$  и  $(1,7 \pm 0,5) \times 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$ , январь-март 1969 г. -  $(6,5 \pm 4,0) \times 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$  и  $(1,0 \pm 0,6) \times 10^{-6} \text{ Бк/м}^3$  соответственно.

За три года, прошедшие с момента аварии, произошло значительное уменьшение содержания радионуклидов цезия в поверхностных водах Черного моря. Если в июне-июле 1966 г. средние значения концентрации цезия-137 и цезия-134 в западной части Черного моря составляли  $270 \pm 171 \text{ Бк/м}^3$  и  $135 \pm 65 \text{ Бк/м}^3$ , то в июне 1969 г. они снизились от 10 до  $200 \text{ Бк/м}^3$  и от 0 до  $21 \text{ Бк/м}^3$  соответственно. При этом необходимо отметить, что уже в декабре 1966 г. после осеннего паводка при низком уровне воды появились концентрации радионуклидов в субэпипелагиальной части Черного моря ( $107 \pm 23 \text{ Бк/м}^3$  цезия-137 в июне,  $143 \pm 69 \text{ Бк/м}^3$  - в августе), а в мае-июне 1967 г. весенний паводок привел к увеличению содержания радионуклидов в шельфовой зоне, прилегающей к Крымскому побережью ( $102 \pm 39 \text{ Бк/м}^3$  в декабре 1966 г.,  $119 \pm 63 \text{ Бк/м}^3$  в июне и  $150 \pm 115 \text{ Бк/м}^3$  в сентябре 1967 г.).

В 1967-1969 гг. проводились исследования вертикального распределения цезия в глубоководной части Черного моря. Если в июле 1967 г. радиоактивный цезий "чешского происхождения" обнаружился в прибрежной зоне на глубине 40-50 м, то в 1968 г. его содержание достигало уже 100-150 м. По глубине составили следующие значения цезия-137, взятые в августе 1967 г., июле 1968 г. и марте 1969 г.: в шельфовой - на глубинах порядка 10-15, 30 и 100 м,

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННО-ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЙ  
НА ПОСТУПЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОДЗЕМНЫЕ  
ВОДЫ**

Пестелев В.М., Гудаченко В.В., Богуславский А.С.

ИГи АН УССР, г. Киев

В пределах промышленно-городских агломераций существует весьма аномальная миграционная среда, существенно отличающаяся от естественной. Основными факторами, определяющими ее аномальность, являются - на поверхности - существенная гетерогенность в распределении и путях миграции радионуклидов, вызванная значительной застройкой территории, существенным техногенным изменением микроклимата, созданием многочисленных участков накопления радионуклидов, связанных искусственным поливом, дождями и талыми водами с сооружений, различных искусственных покрытий и концентрированно выходящими в геологическую среду;

- в зоне аэрации и водоносности - значительная неравномерность тепловых полей, полей влажности, и проницаемости, вызванная неравномерной теплоизоляцией и тепловыми коммуникациями, многочисленными точечными или узкополосными стоками, обусловленными несовершенствомливной канализации, наличием водопроводящих подземных коммуникаций котлового, коллекторя, колодцев и т.д., созданием условий, обеспечивающих повышенную влажность в зоне аэрации и в ряде случаев преимущественно нисходящее движение влаги, наличием многочисленных техногенных или естественно-техногенных вертикальных сооружений или зон, обусловливающих повышенную проницаемость (нарушение пространств вокруг сады, опер, колодцев, свайки, активизированные разломно-трещинно зоны, дило-дислокальные оны, стратиграфические несогласия).

В разрезах действующих водооборотов образуются воронки депрессии, обеспечивающие существенное возрастание градиентов и скоростей миграции фильтрата. При дополнительном техногенном инфильтрационном питании, превышающем в несколько раз естественное, создается аномально высокие гидродинамические и геохимические условия, существенно ускоряющие миграционные процессы.

На при. о г. Днози показаны возможные пути, скорости миграции и приблизительные распределения радионуклидов в подземных водах эксплуатируемых водозаборных горизонтов.

**2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ  
В БИОСФЕРЕ И ЕЕ КОМПОНЕНТАХ**

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА МИГРАЦИИ  
РАДИОНУКЛИДОВ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

Анашьева Н.В., Арутюнян Р.В., Бельшов Л.А., Воробьев В.А.,  
Кавовский М.О., Крашккин И.Е., Мартыненко Е.Д., Чернов С.П.  
ИБРАЭ АН СССР, г.Москва

В работе представлены ряд компьютерных моделей, позволяющих исследовать миграцию радионуклидов в окружающей среде. Модели могут использоваться при проектировании и выборе площадок для АЭС, анализе риска от воздействия радионуклидов на окружающую среду, мониторинге, проведении радиологических оценок и др.

Как правило, компьютерные модели состоят из ряда математических моделей, баз данных, разнообразных системных средств, позволяющих пользователю эффективно и в удобной форме готовить задачу для расчета (препроцессор) и получать обработанные с помощью постпроцессора результаты. Кроме того, существенным является наличие программы, позволяющих проводить анализ неопределенность/чувствительность к различным модельным сценариям, коэффициентам и соотношениям, используемым в моделях распространения радионуклидов в окружающей среде.

Ряд изложенных выше принципов реализован в компьютерных моделях "VOYAGE" (распространение радионуклидов в атмосфере) и "TRACER" (миграция радионуклидов со скважинами и почками). Для модели "VOYAGE" уже специально разработана современная препроцессор в виде системы "TRACER #1XCSYS". Модель "TRACER" может работать в двух режимах. Первый режим, позволяет в интерактивном режиме проводить радиологические оценки, анализировать роль и влияние коэффициентов и соотношений ряда моделей на дозу внутреннего облучения. Второй режим - V- пакетный, предполагает работу с большими базами данных, например, по загрязненности местности, в нем присутствует одномерная и двумерная обработка как окончательных, так и промежуточных результатов. Такая модель может быть легко интегрирована в различные банки данных и информационно-вычислительные системы.

В настоящее время разработанные компьютерные модели интегрируются в информационно-вычислительский Центр по анализу последствий аварии на Чернобыльской АЭС.



ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ  
РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ НА ДИНАМИКУ КОЛИЧЕСТВИ ДОЗИ  $\beta$ -ИЗЛУЧЕНИЯ

Богданов А.П., Дорощевич В.Н., Эмура Г.М., Зукова О.М.,  
Петров В.А.

ИНСТИТУТ РАДИОБИОЛОГИИ АН БССР, ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ АН БССР  
г.Минск

Одним из факторов, влияющих на изменение мощности дозы  $\beta$ -излучения над поверхностью почвы, загрязненной радионуклидами, является вертикальная миграция. В современных моделях при списывании вертикальной миграции учитывают два основных механизма: конвективный и диффузионный перенос радионуклидами [1, 2].

В настоящей работе на основе двухкомпонентной модели вертикальной миграции и принципа суперпозиции точечных источников, получено выражение для расчета изотопии дозы. Расчеты выполнены для одномерной радионуклидами загрязненной почвы площадью больших размеров (в идеале бесконечно), по вертикали - полубесконечное пространство. Параметры вертикальной миграции для различных типов почв взяты из работы [3]. Ввиду размещения механизмов вертикальной миграции оценивался с помощью варьирования параметров.

Литература

1. Прихоров В.М. Диффузия некоторых радиоактивных продуктов цезия в почвах. Информ.бюл. Радиобиологии. 1963, № 9, с 46-48.
2. Прихоров В.М. Миграция радиоактивных загрязнений в почвах. Биохимико-химические механизмы и моделирование. М. Энергоиздат, 1981. 98 с.
3. Ягелова Э.Д., Павлюченя С.И., Мазурова М.Д. Миграция  $^{137}\text{Cs}$  в атмосферных дерново-подзолистых почвах Белоруссии. Почвоведение, № 10, 1986, с 114-121.

ОЦЕНКА ВЫПАДЕНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ ИЗ АТМОСФЕРЫ ПРИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИХ С  
КРУГЛОГО ПЛОСКОГО ИСТОЧНИКА

Богданов А.П., Доросжевич В.Н., Емура Г.М., Петров Е.А.  
Институт радиобиологии АН БССР, Институт математики АН БССР  
г.Минск

В [1] нами рассчитаны концентрации примеси в атмосфере за счет вторичного ветрового подъема и переноса. В настоящей работе получены выражения для расчета выпадений из атмосферы примеси, образовавшейся при падении круглого плоского источника. Учитывались процессы "сухого" охлаждения и вымывания осадками. Получено также более простое выражение для расчета потока неветероносимой примеси из атмосферы на поверхность земли, учитывающее только процесс вымывания осадками. При среднем за год коэффициенте ветрового срыва  $\approx 10^{-10} \text{ с}^{-1}$  для круглого источника радиусом  $\approx 20 \text{ км}$  с плотностью поверхностного загрязнения  $3,7 \cdot 10^5 \text{ Бк/км}^2$  на расстоянии  $30 \text{ км}$  от центра источника всего выпадает за год  $4,1 \cdot 10^2 \text{ Бк/км}^2$ , причем вклад за счет вымывания осадками составляет около 35%. При расчете для неветероносимой примеси выпадение за год при тех же условиях составляет  $2,2 \cdot 10^2 \text{ Бк/км}^2$ , т.е. около 50% полного выпадения.

Литература

1. Доросжевич В.Н., Емура Г.М., Кулик С.Б., Миронов В.П.  
Оценка загрязнения приземной атмосферы цезием-137 отдаленных районов Восточной. В сб. тезисов докладов научно-практической конференции ИГи АН БССР, г.Минск.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МИГРАЦИОННЫХ ФОРМ ДОСТОПАВНОСТИ  
РАДИОНУКЛИДОВ В ВОДАХ И ПЕЧАХ

Г.М.Варгал, И.Я.Кецова, Т.К.Велханова, Е.М.Коробова  
ГЕОХИ АН СССР, г.Москва

Для оценки миграционной способности долгоживущих радионуклидов и возможности их концентрирования в определенных фазах природных сред важнейшим является знание о взаимодействиях этих радионуклидов и их изотопных носителей с гумусовыми комплексами и данные о содержании и соотношении гуминовых кислот (ГК) и фульвокислот (ФК) в водах и почвах. В модельных экспериментальных получениях данные по составу, константам устойчивости, молекулярно-массовому распределению и влиянию pH на комплексные взаимодействия  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{139}\text{Ce}$  и  $^{137}\text{Ba}$  с ГК. В системах образуются растворимые высокомолекулярные комплексы анионного типа состава  $\text{M} : \text{G} = 1 : 1$ . Их условные константы устойчивости при pH 5,0:

Элемент	Ca (IV)	Y (III)	Ce (III)	Sr (II)
$10^5 K_{\text{уст}}$	5,63	4,91	4,78	3,57

На основе этих данных с помощью ЭВМ проведен теоретический расчет равновесий в водах в широком диапазоне их составов и показано, что вклад фульватных комплексов в общей балансе форм радионуклидов сощественных в фазе раствора природных вод может варьировать от 0,02 до 99%. Три главных фактора определяют этот вклад: природа элемента, pH вод и концентрация растворенных органических веществ. Высокое содержание фульвокислот способствует растению радионуклидов в обычных окружающих среде, тогда как доминирование гуминовых кислот - наиболее благоприятной средой и малоразветвленной структуры гумусовых кислот - способствует концентрированию радионуклидов в почвах, валях вод и других осложениях. Полученные данные по составу гумусовых кислот почвы и вод района Чернобыля позволили прогнозировать баланс миграции радионуклидов в фазу раствора природных вод. Сравнительные данные по радиоактивности проб вод, отобранных в районах Гомельской, Киевской и Черниговской областей, подтвердили это положение: повышение радиоактивности наблюдали лишь в пробах с высоким содержанием фульвокислот. Данные факторный метод целлюлозные нитраты и софадены показали, что толькоя доля радионуклидов в этих водах представлена анионными высокомолекулярными комплексами, что хорошо согласуется с данными расчета.

## ВЛИЯНИЕ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВЕ НА ВЕЛИЧИНУ ДОЗОВЫХ НАГРУЗОК

О. Л. Добрынин, А. А. Касимовский, В. В. Кузьмич, В. М. Кулаков

ИАЗ им. И. В. Курчатова

Проанализирован обширный эмпирический материал по изучению вертикальной миграции выпаших в результате аварии радионуклидов в почвах различных регионов загрязненной территории. Выявлены общие закономерности формирования глубинных распределений активности и обнаружена зависимость этих распределений как от типа и характеристик почв, так и от особенностей первичных выпадений. Оценены основные параметры, характеризующие ход миграции.

На основании обобщенных представлений о физико-химических формах нахождения радионуклидов в почвах и механизма массового переноса предложены системы дифференциальных уравнений для описания их вертикальной миграции. На основе полученных решений, хорошо воспроизводящих основные особенности накопленных до настоящего времени эмпирических данных по почвенным профилям активности, составлены прогнозные оценки динамики миграции радионуклидов в почвах различных регионов загрязненной территории на срок до пятидесяти лет после аварии.

Составлен пятнадцатилетний прогноз дозовых нагрузок внешнего облучения с учетом характера радиоктивных выпадений и динамики миграции радионуклидов в почве. При расчете учтены коноэнергетическая и рассеивающая компоненты гамма-излучения, а так же вклад внутрислученная радионуклидов.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ В ПРИСТЫИ  
И ДНЕПРОВСКИХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ ПОСЛЕ ЧЕРНОВЕЛЬСКОЙ АВАРИИ**

Ежелевич М.И., Михалюк В.С., Морозов А.А.

ИИ АН УССР, г. Киев

С мая 1986 г. в СББ КИС Института кибернетики им.В.И.Глушкова АН УССР в тесном контакте со специалистами других академических и ведомственных организаций разрабатывается информационно-математическая система для прогнозирования распространения радионуклидов в речах Припять и Днепр и в каскаде днепровских водохранилищ. Система предназначена для оценки эффективности мероприятий, проектируемых для снижения интенсивности распространения радионуклидов в водоемах, а также для поддержки решений по управлению режимом работы каскада водохранилищ в условиях радиоактивного загрязнения. Каким образом математическая модель системы реализована на основе принципа иерархической модульности. Рассмотрены также основные размерности исходных уравнений системы, взвешенность подвижности и переноса радионуклидов построена система моделей (от трехмерных до нульмерных - клеточная), описывающая в различных масштабах временного и пространственного обьемах процессы протекания, формирования поля радиоактивных загрязнений в водоемах, - адвективно-диффузионный перенос радионуклидов в растворе и на наносах, сорбционно-десорбционный и седиментационно-эрозивный обмен радиоактивными загрязнителями между водой, взвешенными наносами и дном, отложениями. На основе результатов моделирования и экспериментальных данных составлены сезонные прогнозы загрязнения водохранилищ. В условиях средней и низкой величины похолодов 1987 - 1990г. прогнозируются максимальные значения концентрации  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в Киевском водохранилище не превышая 100 пКи/л. При этом рассчитанная концентрация  $^{137}\text{Cs}$  могла бы возрасти до величины в пределах одного порядка, а концентрации  $^{90}\text{Sr}$  падала на два порядка, что связано с отмеченными механизмами вертикальной миграции загрязнений с наносами и дном. Моделирование ситуации в каскаде в случае различных последовательностей лет большой и малой величины показало, что даже в экстремальных полевых концентрациях радионуклидов не присутствуют допустимые значения для коагулянтного водоснабжения. Результаты получены с учетом взмучивания донных отложений и сброса загрязнений в поймы р. Припять.

ИЗ РАЙОН РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧАХ ПОДСЬСЯ И СРАВНИТЕЛЬНАЯ  
ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ПЕРЕНОСА

Иванов Ю.А., Бондарь П.С., Левчук В.Б., Кваларов В.А.

Украинский филиал ВНИИ сельскохозяйственной радиологии, г. Киев

В модельных экспериментах оценены значения коэффициентов диффузии  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в некоторых типах почв, представительных для Украинского подесья. Значения коэффициентов диффузии  $^{90}\text{Sr}$  в зависимости от влажности почв варьируют в пределах  $(1,0-5,3) \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{с}$  для дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почв и  $(0,1-1,3) \cdot 10^{-7} \text{ см}^2/\text{с}$  для торфяно-болотной почвы. Значения коэффициентов диффузии  $^{137}\text{Cs}$  для тех же типов почв варьируют в пределах, соответственно:  $(0,6-1,8) \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$  и  $(0,2-3,6) \cdot 10^{-8} \text{ см}^2/\text{с}$ . Сценарии скорости направленного переноса  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , внесенных в почву в водорастворимой форме, а также топочных частиц.

В течение 1958-85 гг. изучено распределение радионуклидов в профиле почв на следах аварийного выброса  $\text{ЧАЭС}$  на различных удалениях от точки выброса. В 1966-68 гг. отмечены в основном близкие значения кажущихся коэффициентов диффузии  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{144}\text{Ce}$  в почвах конкретных профилей. В 1980-89 гг. отмечено увеличение дифференциации распределения  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{144}\text{Ce}$  в профиле почвы. Отмечена более интенсивная миграция  $^{137}\text{Cs}$  в профиле почв, подвергнувшихся деградационному уплотнению, а также в отдельных случаях на зыбках, характеризующихся хорошо окультуренной высокогумусной, очанной почвой. Рассчитаны значения кажущихся коэффициентов диффузии и скорости направленного переноса радионуклидов в профиле почвы на различных следах выброса. Для описания процессов миграции радионуклидов с использованием методов прикладной радиологии проведено сравнение применимости различных моделей переноса: диффузионной, луготворческой диффузионной, конвективно-диффузионной и дефектно-поглоточной.

Оценена роль вторичного подесья радионуклидов за счет действия на зыбках и почвах с зыбкованной поверхностью в горизонтальном направлении радионуклидов.

**СТАТИСТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОБЪЕКТОВ СРЕДЫ И НЕКОТОРЫЕ  
ПРОБЛЕМЫ РАДИОКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Карасьев Б.В., ВСЕУИТЭО, г.Москва

Однотипная статистическая структура вещества космического пространства, объектов геосреды и сред в которых наблюдаются флуктуации приводит к выводу о возможности применения к описанию их строения единого статистического и физико-термодинамического подхода. Он может быть предложен на базе применения логнормальной функции распределения. Логнормальная функция широко используется при изучении статистической неоднородности дисперсных систем, турбулентности дымов, распределения элементов в земной коре, в частности, при распределении радионуклидов в однородных системах различного генезиса. Во многих практических задачах: оценке влияния радионуклидности на обитание живой и неживой природы, программах отбора проб и построении карт распределения радиоактивных элементов, оценке критических уровней концентрации веществ - существенную роль играют параметры функции распределения и их масштабные изменения. С этих позиций автором была выведена модель генезиса логнормальной функции, выведенная автором, и находящаяся из принципа максимума энтропии. Логнормальная функция является логичным распределением с максимальной энтропией при условии сохранения логарифмической дисперсии. Практическое значение имеет оценка распределения радионуклидов при атмосферном переносе, а также учет дисперсионных подтверждений принципа сохранения логарифмической дисперсии в турбулентных явлениях в газах (Норманн П.А., 1970). Предлагаемая автором в этой работе модельная оценка логнормальной дисперсии, которая производится в турбулентных средах на разных уровнях, также может быть использована для приближенных оценок и планирования системных радиоконтрольных исследований.

Автором предложен прогноз движения радионуклидов в зоне атмосферы на базе использования логнормальной функции. Он предложен для стационарного радионуклида в грунтовых водах, которое обитает в пористых средах. Встает вопрос об использовании дифференциальных уравнений для исследования процесса. В этом отношении автор предлагает дифференциальное уравнение типа Коши-Стилера. Показав Я.Д.Борисовичем, Я.И.Валура, 1969), что решением уравнения Коши-Стилера является логнормальная функция. Можно предложить более общий вид уравнения которое после преобразования приводится к форме уравнения фильтрационного типа:

КОМПЛЕКС МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДИНАМИКИ  
ВНУТРИВОДОСЕМНЫХ ПРОЦЕССОВ

Институт кибернетики имени В.М.Глушкова АН УССР

А.А.Каленчук-Порханова, Б.А.Акишин, В.М.Хмельченко

г. Киев

Предлагаемый доклад будет посвящен разработке, адаптации и развитию математических моделей процессов в водоемах и водотоках и использованию их в составе разрабатываемой первой очереди системы моделирования состояний водных экообъектов УССР.

В настоящее время комплекс включает модели расчетов распределенных гидродинамических характеристик с учетом скорости и направления ветра, плотности и температурной стратификации и придонного трения, а также имитационные модели переноса и разбавления концентрации загрязняющих веществ и точечную модель эвтрофикации водоемов.

Модели гидродинамики реализованы в виде конечно-разностных решений племовой краевой задачи для уравнений "мелкой воды".

В основу реализации модели переноса и разбавления концентрации положена нелинейная конечно-разностная схема для решения двумерного уравнения турбулентной диффузии.

Модель эвтрофикации водоемов представляет собой систему обыкновенных дифференциальных уравнений, которая списывает ряд преобразования вещества в водной экосистеме с учетом вычисленных ранее гидродинамических характеристик.

Комплекс моделей будет использоваться в составе системы исследования, целью которой является обеспечение доступа к этим моделям с удаленных автоматизированных рабочих мест специалистам различных профессий. В настоящее время для I-ой очереди системы разработаны также программные средства обработки, хранения и сжатия информационных массивов данных и программные средства информационно-справочной службы.

Так как структура системы является "открытой", предполагается включение в нее взаимосвязанных комбинированных моделей водных экообъектов в соответствии с принципами системного анализа.

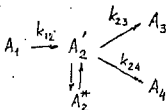
Модели внутриводоемных процессов с мая 1986 года неоднократно использовались для расчетов гидродинамических состояний водных экообъектов Днепровского каскада и Уго-Западного Причерноморья, результаты которых показали хорошее соответствие натурным данным.



МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОЙ МИГРАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ  
В ПОЧВЕ И ДИНАМИК ОТДЕЛЬНЫХ С УЧЕТОМ ТРАНСФОРМАЦИИ  
ИХ ХИМИЧЕСКИХ ФОРМ

Консплев А.В.  
НПО "Тайфун", г. Обнинск

Особенности поведения радионуклидов в значительной степени определяются состоянием и формой нахождения их в атмосферных выпадениях и процессами их трансформации в системе "почва-вода". Среди основных физико-химических форм нахождения радионуклидов обычно выделяют: в растворе - 1) катионную ( $A_1^+$ ) и 2) комплексные соединения с природными органическими соединениями ( $A_2^+$ ); в твердой фазе - 1) обменную форму ( $A_2^*$ ), в которую входят радионуклиды, сорбированные по механизму ионного обмена и 2) несменяемую форму, которую составляет радионуклиды, входящие в состав топливных частиц ( $A_3$ ) и несравнимо-сорбированные частицами почвы ( $A_4$ ). Совокупность процессов трансформации форм радионуклидов в первые годы после ядерной аварии может быть представлена в виде схемы:



(1)

Предполагается, что движение всех форм радионуклидов описывается коллективно-дисперсионным уравнением. Тогда миграция радионуклидов в почве с учетом трансформации химических форм описывается системой уравнений вида:

$$\frac{\partial A_i}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_i \frac{\partial A_i}{\partial x} \right) - \nu_i \left( \frac{\partial A_i}{\partial x} \right) - \sum_j k_{ij} A_j \quad (2)$$

с начальными и граничными условиями

$$A_i = A_i^0 \delta(x - 0); \quad \left. \frac{\partial A_i}{\partial x} \right|_{x=\infty} = 0$$

Параметры миграции и трансформации различных форм радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$ , выявивших в результате аварии на Чернобыльской АЭС, определены исходя из их вертикальных профилей в почве и донных отложениях на различных этапах после аварии и кинетики изменения общего запаса химических форм в почве и донных отложениях. Обнаружено, что  $\mathcal{D}_1, \mathcal{D}_3 \approx 0, \mathcal{D}_1, \mathcal{D}_3 < \mathcal{D}_2 < \mathcal{D}_4$ .

Основным механизмом миграции форм  $A_2'$  и  $A_4$  является движение почвенного раствора, однако скорость движения  $A_2'$  существенно меньше, чем  $A_4$ , благодаря адсорбционно-десорбционному замедлению при ионно-обменном взаимодействии с твердой фазой.

Формы  $A_1, A_2''$  и  $A_3$  мигрируют только с частицами, в состав которых они входят. Основными механизмами их миграции является пропитание частиц по порам, трещинам и т.п., а также так называемые процессы биотурбации, т.е. перемешивания частиц почвы в результате жизнедеятельности почвенных организмов и в том числе корней растений и почвенной фауны.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИМПУЛЬСА РАДИОАКТИВНЫХ ЧЕЧНО-  
БЛЫСКОГО ВЫБРОСА НА СПОРНЫХ ОБЪЕКТАХ СПЕЦИАЛЬНОГО ЧЛСБ**

Искитченко Г. В., Перетякина Л. В.  
Украинской Флотах ЦВБСЕОПР, г. Киев

В настоящей работе для прогноза распространения радиоактивных в газо-аэрозоль и грунтовых водах на спорных объектах специально ЧЛСБ рассматриваются гидродинамические модели, базирующиеся на термодинамической теории переноса энергии и вещества.

К основным факторам, которые учитываются при моделировании, относятся: фильтрация атмосферных осадков, капиллярный подъем воды к поверхности земли в результате испарения, диффузия воды, радиационный баланс, биолого-климатический обмен в системе "грунт-вода".

Полученная система нелинейных дифференциальных и функциональных уравнений описывает кинетику радиоактивных элементов в грунте, в грунтовых водах и находится в нем воды (компоненты). При этом в случае необходимости, может быть рассмотрена совместная фильтрация в бассейнах и эвапотранс в возмущенных грунтах при наличии в грунтовых водах радиоактивных элементов различного происхождения. Указанные здесь в одно- и двумерной постановке решаются численными методами на различных режимах. Для определения возможности прироста радиоактивной активности в грунте.

В качестве примера моделируется гидрофильтрация, фильтрация воды в грунте ночью и в течение дня, трансформация, которая определяется в результате опытов в натурных условиях.

Проведено мод. экспериментальное исследование в модели на различных участках земли Украинского Полесья. Сигналы грунтовых водных радиоактивных выбросов в грунтовых и поверхностных водах на 8, 10, 18 лет при различных метеорологических характеристиках. Анализ исторических данных показывает, что при условии соблюдения ограничений от радиоактивных водных элементов концентрации  $C_0 = 10^4$ ,  $C_1 = 10^5$  в грунтовых водах не будет превышать допустимых (согласно НРБ-90) для животных воды в воде.

На основе балансовых уравнений исследуются особенности поведения тонких радиоактивных, в воде водород-окислительный (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) и органических водородных соединений. Для рассматриваемых объектов важно принять от радиоактивного загрязнения окружающей среды концентрации  $C_2 = 50$  в ДЗ.

Предложены природоохранные мероприятия.

**ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДЫ НА ПОВЕДЕНИЕ СТРОНЦИЯ-90  
В СИСТЕМЕ ВОДА-ДОННЫЕ ОСАДКИ. ( НА ПРИМЕРЕ МОДЕЛЬНЫХ ОПЫТОВ )**

Малакина Л.А., Смирнов А.Б., Новоморова Р.Н., Точилова Н.Н.,  
Сезина В.И.

ОПЫТНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ ПО "МАЯК", г. Челябинск

В данной работе впервые предпринята попытка изучить влияние основных абиотических параметров (температура, парциальное давление углекислоты, концентрации главных ионов, pH) через обобщенные показатели на поведение радиостронция в системе вода-донные осадки. Проведен выбор абиотических параметров воды для количественного описания процессов ее самоочищения от радиостронция в зависимости от гидромеханического состава. Обоснован выбор в качестве обобщенных гидромеханических показателей, характеризующих закономерности поведения стронция-90 в системе вода-донные отложения, таких характеристик как степень насыщенности воды малорастворимыми солями ( $\eta_{CaCO_3}$ ,  $\eta_{CaSO_4}$ ) и парциальное давление углекислоты ( $P_{CO_2}$ ). Для расчета значений  $\eta$  разработана математическая модель на основании уравнений материального баланса и действительных масс.

Установлено, что при условии  $\eta_{CaCO_3} + \eta_{CaSO_4} > P_{CO_2}$  наблюдается процесс самоочищения воды от радиостронция, при  $\eta_{CaCO_3} + \eta_{CaSO_4} < P_{CO_2}$  наблюдается процесс вторичного загрязнения воды за счет десорбции из донных осадков.

**ОДНЬ ПОВЕДЕННЯ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В  
АТМОСФЕРНО-ПОЧВЕННОЙ СИСТЕМЕ ИСХОД - РАСТЕНИЕ**

Орлов П.М., Мултанурова Г.Р., Кузнецов А.В.

ЦУБАО, г. Москва

На основании рассмотрения сорбционно-десорбционных процессов в системе техногенный матрица-почвенный раствор-растение, получено уравнение, связывающее коэффициент накопления радионуклида ( $K_{II}$ ) с агрохимическими и физикохимическими характеристиками почвы и растения.

$$K_{II} = \frac{B \cdot M_{почв}}{M_{растень} \cdot (1 + M_{матр} / \nu \rho K_{десорб} + M_{почв} \cdot \nu \rho K_{сорб})} \quad (1)$$

где,  $B$  - коэффициент пропорциональности между содержанием радионуклида в почвенном растворе и воздушно сухой массе растения;

$M_{почв}$  - масса пахотного слоя почвы на  $1 м^2$ .

$M_{растень}$  - воздушно сухая масса растения, выраженные на  $1 м^2$ ;

$M_{матр}$  - масса техногенной матрицы на  $1 м^2$

$\nu$  - объем почвенного раствора в массе пахотного слоя почвы на  $1 м^2$ ;

$\rho$  - плотность почвенного раствора;

$K_{десорб}$  - коэффициент десорбции радионуклида из матрицы;

$K_{сорб}$  - коэффициент сорбции радионуклида почвой.

Анализ полученного соотношения  $K_{II}$  показывает, что в данном виде  $K_{II}$  зависит от природы техногенного радионуклида, урожайности сельскохозяйственного растения, массы пахотного слоя, обратно пропорционален массе растения. Он также пропорционален  $(1 + M_{матр} / \nu \rho K_{десорб} + M_{почв} \cdot \nu \rho K_{сорб})^{-1}$

величина, которая характеризует сорбционно-десорбционные процессы техногенного радионуклида в системе техногенная матрица-почвенный раствор-почва. Чем меньше величина величины характерной для поведения техногенного загрязнителя в агроэкологической системе.

В малом виде  $K_{II}$  зависит от pH и ионной силы раствора, которые влияют на численные значения коэффициентов сорбции и десорбции.

Для заштриховки, при котором численно-аналитический процесс матрицы и ее удаленная активность постоянны, уравнение  $K_{II}$  преобразуется в уравнение 2, путем введения нормированных множителей:

$$K_{II} = \frac{B}{1 + M_{матр} / \nu \rho K_{десорб} + M_{почв} \cdot \nu \rho K_{сорб}} \quad (2)$$

где  $K_{десорб}^* = \frac{B}{1 + M_{матр} / \nu \rho K_{десорб}}$  и  $K_{сорб}^* = \frac{B}{1 + M_{матр} / \nu \rho K_{десорб} + M_{почв} \cdot \nu \rho K_{сорб}}$

Следовательно в процессе почвенности, что  $K_{II}$  в случае техногенного радионуклида сорбция пропорциональна массе растения или матрицы. Это следует из уравнения  $K_{II}$  при увеличении плотности сорбции  $K_{II}$ .

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗ МИГРАЦИИ ЧЕРНОВЫЛЬСКИХ  
РАДИОНУКЛИДОВ В СИСТЕМЕ НИЖНИЙ ДНЕПР - ЧЕРНОЕ МОРЕ

Полжкарлов Г.Г., Чулабасова Л.Г., Егоров В.Н.,

Стомозов Н.А., Есугуенко Д.В.

ИнБМ АН УССР, г.Севастополь

Разработана математическая модель для прогнозирования распространения радионуклидов из дельты (Элим зона ЧАЭС) части Днепра вниз по каскаду днепровских водохранилищ в Черное море. Модель учитывает атмосферные выпадения, склоновый сток, испарения, седиментационные и сорбционные взаимодействия радионуклидов с донными отложениями. Модель имеет камерную структуру и может использоваться для описания процессов сезонной и многолетней миграции радионуклидов по водотокам, для оценки и прогнозирования поступления радионуклидов по водотокам и рекам в морские бассейны.

Днепр представлен в виде 6-камерной модели и рассмотрена миграция радиостронция по днепровским водохранилищам до Днепровского лимана включительно. Для расчета использовались данные 4-летних наблюдений по динамике содержания радиостронция в нижней части Днепра после аварии на Чернобыльской АЭС. В первые два года после аварии проявилась конденсационная роль днепровских водохранилищ, что позволило удержать распространение радиостронция вниз по течению и уменьшить продвижение радиостронция. Расчеты на модели показали, что годовой запас  $^{90}\text{Sr}$  в каскаде водохранилищ по данным 1987 г., года максимальных уровней испаряемости  $^{90}\text{Sr}$  в нижней части Днепра, составил около 23,12 ТВт (780 Ки). Поступление радиостронция в Черное море с годовым стоком Днепра оценивается в пределах 16,65 ТВт (450 Ки).

3. ПРИНЦИПЫ И МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА РАДИОАКТИВНОСТИ  
АТМОСФЕРЫ

3.1. Разработка принципов мониторинга радиоактивности  
биосферы

## ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ ЛАНДШАФТА

Бурвалев Е.П., Лабединский М.Н., Чумак В.К., Дрич С.К., Шлумунова И.Ф.  
Укр. НИЦ БПЭЗ, г. Киев

В связи с аварией на Чернобыльской АЭС на загрязненных радионуклидами территориях существенное значение приобретает оценка влияния радиационного загрязнения на ландшафты, в частности, оценка радиэкологической емкости ландшафта. Ее методика в настоящее время разработана лишь для отдельных компонентов ландшафта и позволяет охарактеризовать распределение радионуклидов в поверхностных и грунтовых водах, почвенном покрове, системе "почва - вода", а также накопление радионуклидов отдельными видами растительности. Слабо разработанными в методическом плане вопросы, на решения которых были направлены исследования, являются:

- распределение радионуклидов в абиотической составляющей ландшафта в целом;
- накопление радионуклидов в рамках растительных сообществ;
- механизм трансформации растительных сообществ под воздействием радиационных нагрузок и прогнозирование соответствующих квазиравновесных состояний с новым соотношением видов;
- определение потенциально возможных цепей реакций в ландшафтах вследствие трансформации растительных сообществ.

Исходными предпосылками для решения поставленных задач послужили методические разработки и комплекс экспериментальных и лабораторных данных по анализу миграционных свойств радионуклидов в ландшафте, определенным значениям коэффициентов распределения нестабильных элементов и веществ, коэффициентов диффузии и накопления их в компонентах ландшафта, сорбционных и погложительных свойств и т.д. Информационной основой исследования служат разработываемая база данных, включающая сведения о видовом составе растительности исследуемого региона, значения "доза - эффект" для отдельных видов и растительных сообществ в целом. Установление значений радиэкологической емкости территории основывается на сопоставлении характеристик экосистем, подвергшихся радиационной нагрузке, с их естественными аналогами в пределах экловедных и других охраняемых территорий. Анализ динамики трансформации фитоценозов с учетом дозовых нагрузок на них позволяет прогнозировать квазиравновесные состояния экосистем и устанавливать их значения, эквивалентные радиэкологической емкости ландшафта.



## О РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ В ЛИТОВСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Буткус Д., Крепличюс Р., Луинас В., Нодвецкайте Т.,  
Яскавичус Р.

Институт Физики Литовской АН, Вильнюс

В Литовской республике создан радиэкологический мониторинг, основными задачами которого является улучшение радиационной безопасности региона республики, научный подход к изучаемым проблемам, постановка общих задач исследования и объединение усилий для их осуществления.

В программу радиэкологического мониторинга много внимания уделяется автоматизации эксперимента и получению экспресс-информации. В работу радиэкологического мониторинга включены все организации, работающие в области определения концентраций радиоактивных веществ в окружающей среде, по необходимости создаются новые лаборатории.

Особое внимание уделяется контролю окружающей среды Игалинской АЭС (ИАЭС). В окружающей среде ИАЭС работает макет системы автоматизированной регистрации уровня и спектра гамма-излучения и математических с одновременным расчетом распространения радионуклидов в различных средах.

Изучено загрязнение окружающей среды радиоактивными веществами изучается двумя уровнями - первый - экспресс-информация по 16 постам об измерении мощности дозы гамма-излучения в воздухе, второй - при помощи стационарных и мобильных лабораторий спектрально-метрическое определение концентраций радионуклидов в воздухе, в объектах Земли, а также в кормах и воде.

Все радиологические и метеорологические данные передаются в банк данных и служат моделированию и прогнозированию радиационной обстановки республики.

### ВОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ И ИХ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Воск. АКАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОМ АЭС

Войцехович О.В., Ефелевич М.И.

Украинки, СКБ МАС ИНСТИТУТА кибернетики АН УССР, Киев

Сразу же после аварии стали приниматься меры по созданию механических, фильтрационных, сорбционных барьеров замедляющих миграцию радионуклидных продуктов излучений в водные системы. Были построены километры дамб, сдерживающих загрязненные стоки; более сотни регулирующих и фальсифицирующих плотин на малых реках вои; дренажная завеса вдоль водозащитной дамбы; русловые карьеры-ловушки для перехвата радиоактивных наносов на р.Припяти в Киевском водохранилище; перекиривались речные затоны в окрестной зоне с высокорadioактивными влакнами для др. Большая часть этих работ была выполнена в 1986-1987 гг. в условиях еще недостаточного понимания динамической структуры и форм миграционной подвижности различных радионуклидов как в окрестной зоне ЧАЭС, так и в системе водозащитных территорий Припяти и Днепра, сток радиоактивных веществ с которых формирует и их содержание в водохранилищах дисперсного каскада. Эти работы потребовали значительных трудовых затрат, поэтому уже с 1987 г. были начаты исследования по оценке эффективности водозащитных мероприятий, изучению специфических аспектов формы и путей миграции различных радионуклидов по поверхности и водно-почвенной среде. Эти оценки были выполнены методами натурных исследований и математического моделирования. Они позволяют дать прогноз динамики радиоактивных загрязнений на уровне загрязнения поверхностных вод для оценки различной водности, скорости трансформации продуктов деления в водно-почвенной среде и в водных объектах.

Было показано, что мероприятия начали по этапам водоохранного Припяти к существенному снижению вноса Чернобыльских радионуклидов за пределы зоны аварийного загрязнения. Оценка радиационного эффекта всех выполненных мероприятий по уменьшению вноса  $^{137}\text{Cs}$  за 1986-1989 гг. в зоне ЧАЭС составила 5-7% его суммарного поступления с речным стоком в Киевское водохранилище за эти годы. При этом водоохранными сооружениями было охвачено всего несколько процентов водного стока с загрязненных территорий. Предлагается новая концепция водоохранной, направленной на локализацию и регулирование стока  $^{137}\text{Cs}$  в реку, учитывая особенности вклада различных радионуклидных источников загрязнения вод. Математическое моделирование прогнозируется наиболее благоприятные зоны и специфичные поступления  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{134}\text{Cs}$  в Днепр и окрестной зоне ЧАЭС. Предлагается более радикальные и эффективные меры водоохранной.

**ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОЙ ЗАДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ОТ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ**

Иванов В.П., БелНИИГРИ ПО "Безопасности геологии", г. Минск

Взаимодействие на поверхности земли радионуклиды включаются в циркуляционный цикл геохимической миграции и при определенных условиях могут достигать подземных/грунтовых/ вод, вызывая их загрязнение. Методика количественной оценки их естественной задерживающей способности предложена:

- специализированное ландшафтно-геохимическое районирование загрязненной территории по условиям вертикальной миграции радионуклидов в зоне аэрации;

- расчет по каждому типологическому району общего времени пребывания границы сорбционного изометрия строения  $\approx 50$  по почвенному профилю (але с учетом мощности, сорбционной емкости, плотности и пористости почвогрунтов, а также коэффициента их удаленности и величин коэффициента миграционного потенциала *грунтовых вод*;

- районирование загрязненной территории по степени естественной задерживающей способности грунтовых вод. Последняя определяется путем сравнения  $t_{\text{гв}}$  с периодом его полураспада  $T_{1/2} = 28,6$  лет/.

На основании этого выделяются три категории естественной задерживающей способности грунтовых вод: условно высокая, условно низкая и средняя и условно низкая. К парам из них относятся районы, где  $t_{\text{гв}} \text{ более } 100$  лет (первая категория) и где  $t_{\text{гв}} \text{ более чем в три раза } > 100 / T_{1/2}$ , во второй - при  $30 < t_{\text{гв}} < 100$  и в третьей - при  $t_{\text{гв}} < 30$ .

Данная методика апробирована применительно к условиям территории техногенными радионуклидами Чернобыльского генератора территории Беларуси. На её основе произведено районирование и построение карты естественной задерживающей способности грунтовых вод первого от поверхности водоносного горизонта масштаба 1:500000.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ АТЛАСА РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
БЕЛОРУССКОЙ ТЕРРИТОРИИ СССР**

Квасникова Е.В., Стужин Е.Д.

Институт прикладной геофизики Госкомгидромета СССР

Курдым В.М., Зедоткин А.Ф.

ИГО "Аэрогеология" Миннео СССР

Москва

Создание Атласа радиоактивного загрязнения продиктовано не только желанием систематизировать информацию, накопленную в после черновыбский период, а и научной и практической необходимостью. Среди основных целей Атласа перечислим: продемонстрировать масштабы последствий крупнейшей ядерной аварии на фоне глобального загрязнения от ядерной войны; представить радиоактивное загрязнение как одно из последствий явлений, характеризующих состояние окружающей среды; провести первичное радиэкологическое районирование ИТС. Осуществление перечисленных целей невозможно без привлечения ландшафтно-геохимических материалов и их сопоставления с данными о пространственном распределении плотности загрязнения местности различными радионуклидами, что наилучшим образом достигается при помощи способов автоматизированного картографирования и анализа карт.

В основе подготовки карт Атласа лежит данные аэрогаммаспектрометрической съемки. Особый смысл при интерпретации этих данных приобретает выделение пашни и других сельскохозяйственных угодий, на которых особенно могут быть замечены в I-7 раз по сравнению с пробоотбором. Для расчета и ввода поправочных коэффициентов к аэроданым, полученным над пашней, предлагается два способа: для небольших по площади пашни восстанавливать трендовую поверхность по данным о окружающих территориях; для обширных пашен исследовать градиенты на границе "пашня-непашня".

В докладе предлагается продемонстрировать ряд карт радиоактивного загрязнения с выделением на них основных для конкретных геосистем факторов, удешивающих радиоактивность.

**СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОТИВОРАДИАЦИОННОГО НАДЗОРА  
В ОБЛАСТИ, ПОДВЕРГНУТОЙ ЗАГРЯЗНЕНИЮ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС**  
В.И.Киччинович, В.Н.Зинович, А.А.Вербовиков, Г.Д.Терещанко,  
Б.Н.Сорчик, А.П.Диденко

Гомельская областная СЭС, г.Гомель

После аварии на ЧАЭС была разработана система надзора, состоящая из 4-х подсистем.

Подсистема № 1 включает в себя принципы организации слежения за уровнем радиационного фона и плотностью загрязнения, слежения за содержанием радионуклидов в продуктах питания и воде со схемой радиологического контроля и систему индивидуального дозиметрического контроля на областном зональном и районном (городском) уровне.

Подсистема № 2 определяет набор стандартов оперативного реагирования службы на ухудшение радиационной ситуации.

Каждый стандарт представлен следующим элементом: вход информации, оценка ситуации на функциональном и комплексном уровне, действие и принятые меры, информирование и взаимодействие, регламент оперативного реагирования и контроль.

Подсистема № 3 отражает специфику государственного санитарного надзора в условиях действия радиационного фактора риска. Представлена в виде стандартов со следующими элементами: контролируемый фактор риска, содержание надзора за данным фактором, лабораторное обеспечение фактора.

Основу подсистемы составляет классификация степеней (или уровней) противорадиационной защиты.

Подсистема № 4 регламентирует эпиднадзор в условиях радиационного фактора риска по следующим элементам: слежение на первичном клиническом уровне, слежение на микробном уровне, анализ статистических данных об уровне мутности клеточного и гуморального, выявление особенностей эпидпроцесса во взаимосвязи с радиологической ситуацией и слежение за особенностями клинических характеристик инфекционной патологии.

**ИЗУЧЕНИЕ ПУТЕЙ МИГРАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В РАЙОНЕ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЯДЕРНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ЦИКЛА МЕТОДАМИ ПОЛЕВОЙ  
ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИИ**

**Рахманов Д.П., Балабеева Д.М., Попов Ю.П., Бертман Е.Г.**

**Политехнический институт, г.Томск**

В районах деятельности предприятий ядерного технологического цикла (ЯТЦ) необходимо проведение постоянного контроля за уровнем концентрации в почвах, торфях, сельхозпродукции и путях миграции техногенных радионуклидов.

Авторами была опробована методика полевого гамма-спектрометрического исследования радионуклидов в почвах, торфях, сельхозпродукции в полях в районе предприятия ЯТЦ. Намерения осуществлялись гамма-спектрометром "Припять" (разработка ЦО "Герметичесолония") в диапазоне измерений от 50 до 2910 кэВ. Калибровка прибора осуществлялась по стандартным образцам смесями изотопов  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{131}\text{I}$ . Проверка положения энергетических линий осуществлялась по пикам  $^{65}\text{Zn}$ .

Установлено, что в почвах, торфях и сельхозпродукции на близком расстоянии от предприятия ЯТЦ техногенные радионуклиды содержатся ниже предела их обнаружения полевой аппаратурой, что ниже ПДК.

В одном из исследованных водотоков установлено присутствие широкого спектра искусственных радионуклидов (цезий-137, стронций-90 и др.), обнаруживаемых по ряду изотопов на уровне ПДК, либо превышающих таковой (изотоп-24). При этом оперативно определяется степень снижения концентрации радионуклидов ниже по течению реки.

Для контроля полевых измерений организована группа, в которой отдельные радионуклиды изучались гамма-спектрометрическим методом на анализаторе АМ-1024 с полупроводниковым детектором высокого разрешения. Присутствие значительной части техногенных радионуклидов на уровне ПДК или превышающих его по изотопу-24 было подтверждено. Аналогичные данные получены и по результатам измерений в лаборатории Гидрометцентра.

Предполагается, что совершенствование подобной методики для оперативного контроля в радионуклидовом состоянии биосферы является делом весьма важным и перспективным.

ТОПОГРАФИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ТРАНСПОРТА РАДИОНУКЛИДОВ

Варья П.А., Степанов И.Н.

Институт почвоведения и фотосинтеза АН СССР, г.Москва.

В транспорте поверхностных масс, включая водные, существенную роль играет земная поверхность (рельеф) и соответствующие ему гравитационные силы притяжения: вдоль последней направлены линии тока. Сближение этих линий (их дивергенция) отвечает долинам (приведенным раздельным областям) и определяется горизонтальной кривизной поверхности, что доказано нами теоремой о кривизне (ДАН СССР, 1960 — в печати). Эта "нетрадиционная" топографическая величина, т.е., визуализирует потоковую структуру местности (карты "плоского рельефа") и связана с выраженностью долин в рельефе. Отметим, что поверхность описывается двумя значениями кривизны: поэтому существуют еще вертикальная кривизна, с которой могут быть связаны некоторые ускорения и замедления миграции содержащих радионуклиды масс.

Гидрогеологические исследования показывают, что в некоторых случаях поверхность I-го горизонта грунтовых вод следует рельефу. Это расширяет применимость топографии и на такую поверхность: сила притяжения действует в сторону (считая возможно некоторую степень значительности гетерогенности горных пород). В итоге для такого рода ситуаций потиховая структура подземных вод может быть сформулирована по гидрогеологии.

Как долины рельефа, так и "долины" зеркал грунтовых вод могут образовывать сложную фигуру (перспективные кластеры, по терминологии из физики). Периодичность может способствовать аккумуляции радионуклидов на неожиданных больших расстояниях. Отдельный пример отсюда широко известен — река Горалдо меньше научила подобия ситуации с грунтовыми водами, и практически совершенно на научился случаи возникновения перекладки (например, при стратиграфическом гидрогеологическом соотнесении), ведущие к скачкообразному изменению направления движения подземных и наземных вод.

**3.2. Методы и средства изучения радиоактивности  
биосферы**



**ИСПОЛЗОВАНИЕ ПРИБОРА ГАММА-ДОЗИМЕТРИ НА  
АВТОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВАХ КОНТРОЛЯ РАДИАЦИОННОЙ  
ОБСТАНОВКИ В РАЙОНАХ, ПОДВЕРГНУХСЯ ЗАГРЯЗНЕННЫМ  
ИГОДАТАМ АВАРИИ НА ЧАЭС**

Н.Н. Васильев, О.В. Румянцева, С.П. Сазостьянов

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

Опыт применения в ГЕОХИ АН СССР автомобильных средств контроля радиационной обстановки в зонах загрязнения продуктами аварии на ЧАЭС с использованием системы, состоящей из высокочувствительного датчика-обнаружителя и двух коллимированных сцинтилляционных детекторов, показал, что она имеет ограничения в применении, следующие:

- с ограниченной площади контроля (площадь поверхности почвенного покрова, "оседаемая" расстрой коллиматора), приводящих к ошибкам в оценках мощности дозы в условиях сложной конфигурации объёмно-площадных источников облучения (наследствие аварии Т.Д.);
- с затруднением в поиске локальных пятен повышенной радиоактивности, создающих максимальную дозу и подлежащих первоочередной в первую очередь;
- с недостаточным энергетическим разрешением сцинтилляционных детекторов, приводящих к большим ошибкам в оценках плотности радионуклидного загрязнения;
- с низким уровнем автоматизации при обработке и записи информации.

В 1990 году в ГЕОХИ АН СССР был разработан автомобильный гамма-спектрометрический комплекс, размещённый на автомобиле ИАЗ-2121, функционально выполняющий операции по автоматизированной локализации позиционного дозного поля в 6 независимых секторах бесконечного горизонтального на высоте около 1,5 м, включая грубую и точную локализацию мест повышенной радиоактивного загрязнения, при движении автомобиля, а также по гамма-спектрометрическому на ходу и при остановке в "точке".

Система локализации и грубого поиска включает в себя блок сцинтилляционных детекторов (водной натрий, 60Хб0 мм, 6 шт., всестороннего типа (сфера в центре), размещённых по окружности вращающейся платформы (рис. 1).

как обработку и запись на магнитный дискет информации по локации экспозиционного дозного поля и падежу пятен повышенной активности, так и осуществлять вывод информации по пеленгу в аналоговой форме на экран монитора (в виде движущегося строба) с совмещением её с визуальной информацией, поступающей с видеокамеры.

Измерения гамма-спектров (на ходу и в "точке") осуществляются переносимым полупроводниковым детектором из сверхчистого германия (PGT, ФРГ) с помощью анализатора LP4700 (AFORA, Сильвия).

Питание комплекса осуществляется либо от электростанции, расположенной в прицепе, либо от преобразователей, размещённых в автомобиле (12В ~ 220В).

Отработана методика калибровки и поверки средств комплекса на площадках в 30-ки зоне и Гомельской области.

Проведена интеркалибровка средств комплекса при совместной работе с японскими специалистами (спонсор работ - теленовостям НКК)

В работе по интеркалибровке прямых методов контроля с японской стороны использовались:

- переносимая система контроля, включающая детектор Лодного натрия шаровой формы ( диаметр 76 мм ), многоканальный мезитудный анализатор с системой магнитофонной записи, микропроцессор, обеспечивающий подсчёт получаемого гамма-спектра в мощности дозы ( с учётом "хода с жёсткостью" сцинтиллятора ), а также подсистему визуального отображения полученной информации, включающую в себя портативную видеокамеру и устройство малохення на видеозависимый гамма-спектра анализатора и величини мощности дозы ( в виде горизонтального строба );

- оптический образец спектрометра-дозиметра SS (Super Survey Meter), предназначенный для осуществления влоадной гамма-счётки и работающий по аналогии с опесовой выше системой (без видеоканала) и позволяющий, кроме того, определять мощность дозы создаваемую отдельными цезием, цезием, рутением и др.

Экспресс-анализ результатов интеркалибровки показал хорошее совпадение по определению мощности эквивалентальной дозы на разных типах загрязнений.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГАММА-ТЕЛЕСКОПА С КОДИРОВАННОЙ ЦЕЛТУРОЙ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ РАДИОАКТИВНОСТИ**

В.Г.В. Длов

ИИЦ "ПЛАНЕТА" АН СССР, г.Луганск

Гамма-телескоп "АМБИСТ", разработанный и изготовленный в творческом содружестве с ИИЦ АН СССР, ИИЦ "ПЛАНЕТА", СВХТ "НИСХИ", ИИИИ, ИГУ, предназначен для обнаружения источников активного излучения  $3 \cdot 10^3 - 10^6$  Бк на расстояниях 15-200 м и может быть использован для контроля размещения ядерного оружия на различных носителях в транспортном илие атмосферы Земли.

"АМБИСТ" состоит из регистратора - собственно гамма-телескопа и специализированного вычислительного комплекса. "АМБИСТ" выполнен на автономных платформах и представляет собой мобильный комплекс с автономным питанием.

Аппаратура и программное обеспечение "АМБИСТА" позволяет получать картину гамма-вещи, с маленду о телеллчичном изображении наблюдяемой местности и объектв. Кроме пространственных характеристик ионизирующей радиационности, одновременно представляются спектральные характеристики отдельных источников.

Излучатели и спектриметрические аппараты, входящие в состав комплекса размещаются на различных носителях и документированы на устройствах печати.

Краткая таблическая характеристика аппаратуры "АМБИСТ":

Поле зрения телескопа	$40^\circ \times 60^\circ$
Угловое разрешение	$\frac{1}{3}^\circ$
Критери: дальности, ориентации телескопа: в вертикальной плоскости и в горизонтальной плоскости	$\pm 1^\circ - \frac{1}{3}^\circ$
Чувствительность телескопа $10^{-3}$ гамма-квантов/см <sup>2</sup> с при нормальных фоновых условиях и времени наблюдения 30 мин.	$\frac{1}{3} - \frac{1}{10}$ Мин
Рабочий диапазон энергий	0,3 - 10 Мэв

Этот комплекс может использоваться на автотранспортных носителях:

Под ориентированное устройство регистратора - принцип "НИИИИ"  
Под вычислительный комплекс - кузов КАМАЗ ("УРАЛ")

Использование таких носителей обуславливает большой запас по дальности обнаружения источников радиации на расстоянии до 200 м. Для обеспечения возможности выработки информации о местоположении источника излучения на местности до 200 м, в состав комплекса входит также вычислительный комплекс (100-300 м) и вычислительный комплекс (100-300 м) вычислительного комплекса. Такая регистрация может быть использована для контроля выходов ядерных реакторов, существенно увеличивая производительность этого процесса за счет выявления одновременно нескольких источников излучения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ИЗОТОПНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ  
ПОСЛЕДСТВИЙ ВОЗН. В ПОЧВЕ ЦЕЗЬЯ-137 ПИЩЕВЫЙ ВЫБОРОС ЧАЭС

Иванов В.А., Бондырь П.Ф., Орелнич Л.А., Поляков В.Д., Овзорнов А.Г.

Украинский филиал ИВВИАХР, г. Киев

В течение 1988-89 гг. определили содержание подвижных форм (ПФ) цезия-137, экстрагируемых ин. раствором ацетата аммония при рН 4,6 (ААВ) и ин. раствором HCl (КВ) из почв, загрязненных радионуклидами выброса ЧАЭС с различным соотношением топливной и конденсационной компонент выщелачивая также из тех же почв со смещенным значением изотопного отношения (ИО)  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  за счет внесения водорастворимого  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{134}\text{Cs}$ . В течение указанного времени суммарное содержание ПФ (ААВ+КВ) цезия-137 в катвских почвах находилось примерно на одинаковом уровне и варьировало для различных почв в пределах 6+20%, в том числе ААВ - 3+22%, КВ - 3+16%. Отношение содержания цезия-137 в ААВ к содержанию в КВ составило в среднем 1,05, варьируя для различных почв в пределах 0,4-2,0. Содержание ПФ цезия-137, внесенного в почву в водорастворимой форме, в 1988 г. составляло 10+50%, в 1989 г. - 4+49% от внесенного количества, в том числе по годам, соответственно: ААВ - 5+37 и 2+28%, КВ - 5+27 и 2+22%. Отношение содержащая радионуклида, внесенного в почву в водорастворимой форме, в ААВ к содержанию в КВ в 1988 г. составило в среднем 1,77, варьируя для различных почв в пределах 0,56+3,2; в 1989 г. - 2,97, варьируя в пределах 0,56+3,3. Совокупление данных по изотопию по трем годам (3 точки отбора) содержания ПФ цезия-137 выщелачивая в катвских почвах и внесенного в водорастворимой форме показало сходство динамики трансформации радионуклида примерно в половине исследуемых в эксперименте почв. В исследованной почве выявлено более быстрое захватывание в твердой фазе почвы цезия-137, внесенного в водорастворимой форме.

На основании анализа экспериментальных данных о значении ИО  $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$  в почвах, ААВ, КВ и растительных средах попытка оценить возможность использования данных о содержаниях указанных ПФ цезия-137 в почвах для прогнозирования биологической доступности радионуклида растениям. Полученные данные ввиду с данными об отсутствии сильных корреляционных связей между коэффициентом накопления цезия-137 растениями и содержанием радионуклида в ААВ свидетельствует о необходимости критического подхода к использованию известного теста о содержания в почве обменных форм цезия-137 для прогнозирования биологической доступности радионуклида растениям.

ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ГАММА-КАРТОГАМА ВЕРТИКАЛЬНЫХ ШУРОВ ДЛЯ  
ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАПАСА АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА НА ТЕРРИТОРИИ  
РАЗЛИЧНЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Кличик В.И., Ковалев В.И., Соловьев Е.И.  
ИГС "Кировселхозгип" Минск, СССР, г. Минск

Для определения запаса активного вещества в почвах загрязненной территории по судействуйдик методика Госкомгидромета СССР предложено проведение на глубину от 5 до 20 см, с последующим лабораторным определением запаса и активности радионуклидов гамма-излучателями.

Предлагается использовать для этих целей геофизические оборудование путем гамма-картограм вертикальных шуров согласно приложению, разработанным при разведке урочных месторождений и подсчете запасов урановых руд.

Приведены обоснование приема количественной интерпретации гамма-картограм вертикальных шуров (мощности загрязненного слоя и запаса активного вещества в нем).

Применение геофизического оборудования с использованием традиционного прибора типа по методике Госкомгидромета с наличием контроля в объеме до 10%, позволяет существенно повысить достоверность исследований за счет увеличения степени огураования при одностороннем направлении их экспрессности и судейственной огураования огураования.

Определена зависимость (М) гамма-излучения (источника на глубине 1 м от почвы) от запаса активного вещества и угураования огураования. С учетом этой зависимости комплексированные геофизические методы измерения мощности гамма-свечения типа П-2000 позволяют проводить измерение деуальных высокоинформативных карт плотности загрязнения территории активным веществом (таблицы-1-3)

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОЛЮМЕННЫХ ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ АЛЬФА-ЗАГРЯЗНЕНИЯ БИОСФЕРЫ

Клишак Е.И., Прокопенко В.С., Стаценко С.Г., Токаревский В.В.  
ИИИ АН УССР, г. Киев

Традиционным (ионизационным, полупроводниковым, сцинтилляционным и т.п.) методами детектирования загрязнения окружающей среды радиоактивными продуктами техногенного происхождения присущ ряд недостатков: низкое пространственное разрешение, необходимость использования сложного оборудования и длительного времени для анализа, трудоемкость. Трудности измерения (в частности поверхностной альфа-активности) на уровне  $\leq 1 \text{ мк}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$  при наличии значительного фона гамма- и бета-излучения.

Ключевы важны для радиэкологии биосферы достоинства полюмерных трековых детекторов (ПТД): нечувствительность к гамма- и бета-излучениям; высокая эффективность регистрации и чувствительность к альфа-частицам; стойкость к химическим агрессивным средам, повышенным и пониженным температурам, ударным нагрузкам; низкий собственный фон; возможность изготовления ПТД произвольной формы, размещения его в труднодоступных местах и длительного хранения информации; отсутствие линий связи и обслуживающего персонала; простота и надежность обработки данных; низкая стоимость.

Приведены основные характеристики осуществляющих ПТД: чувствительность, эффективность регистрации, собственный фон, режим трекования, термостабильность треков. Проанализированы факторы, влияющие на радиационную стойкость ПТД: тип полимера, поглощенная доза, влажность пыли, орбиты, механическая нагрузка. Подчеркнута важность учета радиационного разложения и радиационного газо-выделения ПТД.

Даны примеры использования ПТД для мониторинга поверхностных альфа-загрязнений, для оценки концентрации и состава горючих частиц на выхлопах после аварии на ЧАЭС, для технологического контроля стоковых вод и шлама продуктов. Для определения концентрации и пространственного распределения радионуклидов в образцах биоты и аликвотных, для обслуживания и оценки техногенного загрязнения биосферы ураном и трансурановыми элементами.

**ГРУНТЫ КИЕВА-1986. АЛЬФА-ЗАГРЯЗНЕНИЕ И АЛЬФА-АКТИВНОСТЬ. ОБЪЕМНОЕ  
С ПОМОЩЬЮ ПОЛИМЕРНОГО ТРЕКОВОГО ДЕТЕКТОРА СР-39**

Кытеник Е.И., Степанко С.Г., Токаровский В.В.  
ИГи АН УССР, г.Киев

Представлены оценки альфа-загрязнения поверхности и альфа-активности левиты проб грунтов г.Киева, полученные в 1986 г. с использованием диалометрических трековых детекторов (ДТД).

В пакет размером 3 x 3 см из лавсана толщиной 0,13 мм помещен шпору грунта и пластину размером 2,5 x 2 см из пластики СР-39 толщиной 0,69 мм в качестве ДТД. Для обеспечения плотного контакта поверхности ДТД и грунта пакет герметизировали и облучили. После 98,5 ч такого контактирования ДТД, вынутый из пакета, поместили в хлоресцентном экране (20-мил решетор NaOH, температура 75 °С, чувствительность 1,8 ч). Просмотр и подсчет числа треков осуществляли визуально с помощью оптического микроскопа при увеличении 100; для подсчета использовался квадрат поверхности ДТД размером 1 x 1 см. Соответствующий фон ДТД составил 258 ± 25 треков/см<sup>2</sup>.

С учетом плотности для оконечности валики эффективности регистрации (30 Э), толщины "эффективного рабочего слоя" (22 мкм) и плотности грунта (1,5 г/см<sup>3</sup>) получены значения  $\alpha$ -защитной способности ( $q_3$ ), а также поверхностной ( $A_3$ ), объемной ( $A_V$ ) и удельной ( $A_{уд}$ )  $\alpha$ -активности лавсы пробы. Основание для оценки параметров находится в пределах:  $q_3 = 0,14 + 2,1 \text{ см}^{-2} \cdot \text{мин}^{-1}$ ,  $A_3 = 24 + 317 \text{ Бк/м}^2$ ,  $A_V = 1,1 + 16 \text{ Мкв/м}^3$ ,  $A_{уд} = 0,73 + 11 \text{ кБк/г}$ . Точность оценки параметров составляет: для  $q_3$  ~ 30 %, для  $A_3$  ~ 30 %, для  $A_V$  ~ 40 % и для  $A_{уд}$  ~ 50 %. Проведено сравнение параметров с результатами, полученными с помощью сцинтилляционного детектора.

В некоторых пробах обнаружены так называемые "горячие частицы", дающие на ДТД скопления треков  $\alpha$ -частиц, несомненно имеющие лавель, вероятно, отделившиеся при размерах 26 ± 150 нмк. Присутствие фототрасс (или таких сильных треков  $\alpha$ -частиц) на ДТД, снижает поверхностную активность "горячих частиц" в пробе.

Для оценки содержания трансураниевых элементов в "рабочем слое" детектора использовался метод "горячих частиц". Проведено обсуждение результатов измерения.

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ ОЧИСТКИ ОТ РАДИОАКТИВНЫХ  
ЗАГРЯЗНЕНИЙ В ПРОЦЕССЕ ВОДОПОДГОТОВКИ

С.А.Ковхога, И.Г.Хачеравили

Харьковский государственный университет им.А.М.Горького

Намный вынос радионуклидов из почв в реки и другие природные воды связывается с тем, что их основная часть поступила в почву в виде "горячих частиц" микронного размера, малорастворимых в настоящее время в почвенных растворах. Их устойчивость свидетельствует о более высоком изобарно-изотермическом потенциале ионов радионуклидов в фазе этих частиц по сравнению с почвенными растворами. Одновременно с этим очевидно, что степень удержания также существенно зависит от "носительных" ограничений, прелатствующих выводу обычно крупных ионов радионуклидов из фазы "горячей частицы".

Усходя из этого видно, что ограничения миграции радионуклидов из фаз первичного внесения аналогичны запретам, характерны для возобновляемых свойств неорганических ионитов, в частности цеолитов.

С другой стороны недостаточность и сложность исследований соотнос и свойства подобных "горячих частиц" делает население местностей, даже не подвергшихся радиоактивному заражению после катастрофы на ЧАЭС, заложниками их радиационной стойкости.

В этой связи особенно остро стоит вопрос о превентивной водоподготовке, связанной с очисткой природный вод от радионуклидов загрязнений тем же несобменным способом, как наиболее высокоэффективным.

И таким образом разработку и создание специальных высокоселективных цеолитов можно рассматривать не только как исследование свойств моделей "горячих частиц", но и как высокоэффективное средство дезактивации в процессе водоподготовки.

Рассматриваются возможные основные направления синтеза и модификации высокоселективных ионитов на базе цеолитов.

Показана термодинамическая возможность разработки безотходной технологии в данном процессе водоподготовки, связанной с отсутствием необходимости мероприятий по захоронению отработанных ионитов.



**ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ СТРОНЦИЯ-90  
МЕТОДОМ КРИВЫХ ПОГЛОЩЕНИЯ**

Костюченко Н.Г., Скоробогатко Е.П., Ольховик В.А.  
ИГМ АН УССР, г.Киев

При изучении поверхностного распределения  $\beta$ -излучающих радионуклидов техногенного происхождения, их путей миграции необходим анализ энергетического спектра  $\beta$  и  $\gamma$  излучения. Для этого используются многоканальные анализаторы и радиохимическая подготовка образцов. В то же время известный метод кривых поглощения  $\beta$ -излучения в единицы дает возможность количественного определения состава смесей  $\beta$ -излучателей. Для этого подходит любая  $\beta$ -установка с торцовым счетчиком ("Бета", КД-1) и набор алюминиевых пластинок различной толщины в диапазоне 27,4 - 631 мг/см<sup>2</sup>.

При определении количественного состава радионуклидов техногенного происхождения, последние нами разбиты на три (две) группы: рутений-106 и цезий-144 + прасеодим-144; цезий-137 и цезий-137; стронций-90 + иттрий-90; (стронций-90 + иттрий-90; остальные радионуклиды). Получены кривые поглощения вышеуказанных групп радионуклидов, выделенных путем радиохимического разделения. Путем решения системы уравнений 3-го (2-го) порядка определяется вклад каждой группы радионуклидов в суммарную активность исследуемой пробы. Невероятно приготавливать такие образцы, чтобы исключить влияние стронция от подложки, стэки и минусову самопоглощения в образце (здесь следует это достигаться при толщине пробы 0,1-0,5 г/см<sup>2</sup>). Суммарная активность исследуемых нами образцов находилась в пределах:  $10^{-6}$  -  $10^{-9}$  Ки/кг, оценка определения радиостронция контролировалась радиоизмерениями в составе 12-18% соответственно. Суммарное время анализа составило 0,3-2 часа. Построены номограммы для графического количественного определения вышеуказанных групп радионуклидов.

**Определение содержания радионуклидов стронция в почвах с использова-  
нием экстракционной хроматографии**

Кремлякова И.Ю.

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

Предложен экспрессный метод селективного выщелачивания и прямого опре-  
деления радионуклидов стронция в объектах окружающей среды. В методе  
использована экстракционная хроматография на тизкопах, содержащих рас-  
твор диэтилового эстера ИВ-краун-5 /1/. Данный метод позволил устранить не-  
достатки ранее предложенной методики с применением жидкостной экстрак-  
ции краун-эфиром ДПТБКБ. Хроматографический вариант процесса позволя-  
ет пропустить выщелачивание стронция в одну стадию после пробоподготовки о-  
бразца, после чего осуществлять прямое радиометрическое его измерение  
(вместо двух стадий накопления дочернего  $^{90}\text{Y}$ ), затрачивать на это не бо-  
лее 30-60 минут (после вскрытия образца), сбрасывать не менее 98% мак-  
ро и микрокомпонентов на лиганды образца, проводить очистку стронция  
от  $\beta$ -радиоизотопов ( $^{134}\text{I}, ^{137}\text{Cs}, ^{144}\text{Ce}, ^{104}\text{Ru}, ^{106}\text{Ru}, ^{90}\text{Y}$ ), применяя ради-  
ометрическому определению  $^{90}\text{Sr}$  с коэффициентом очистки не менее  $10^6$ ,  
получать качественный выход стронция из вытяжки не менее 95%, многократ-  
но использовать экстракционно-хроматографическую колонку, а также ре-  
генерировать обработанный сорбент непосредственно в колонке, избегать  
прямого рабочего контакта с органическими веществами. Кроме того, метод  
не требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

Метод был разработан с применением всех вышеуказанных радионуклидов  
и  $^{86}\text{Sr}$ , а также с использованием метода  $^{90}\text{Sr}$  для различных типов почв,  
например, серой лесной, черноземной выщелоченной, серозема и др. Правиль-  
ности метода проведена по интеркалибровочным образцам.

С использованием этого метода были проанализированы образцы почв из  
зоны ЧАЭС в г.Обнинска.

Следует отметить, что варьируя различные способы пробоподготовки  
(в случае анализа почв использовались кислотное выщелачивание или пассив-  
ное выщелачивание прокатанных образцов) и параметры колонки, данная методика мо-  
жет быть применена к другим объектам окружающей среды.

- 
1. И.Ю.Кремлякова, А.Н.Новиков, Б.Ф.Лавров - Экстракционно-хроматогра-  
фическое разделение радионуклидов стронция, цезия и бария с исполь-  
зованием тизкопов-ДПТБКБ - *J. Radioanal. Nucl. Chem. Ser. B*,  
145, /1/, 23-26 (1990).

**ПОЛЕВОЙ ГАММА-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ  
ИЗМЕНЕНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ РАДИОАКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**И.А. Дучин, А.Г. Ветров, А.С. Сержик, А.Н. Боголюбов,  
Н.Н. Карабанов, С.А. Архангельский, В.А. Царский**  
Гидрофизика Миннеа СССР

Исключительно благоприятно физическими предпосылками гамма-спектрометрического определения естественных радиоактивных элементов, состоящие в разном различии их природных гамма-спектров, успешно реализованы в прикладных методах и аппаратах, в частности, введением в сквезинном варианте ( СМАТ-77, КМ-300, РСС-006 и др. ) .

Принципиально аналогичная ситуация имеет место и в случае -ности полевых определений и искусственных радиоактивных элементов, существенно различающихся по энергии гамма-излучения. Так, основные сравнительные долгоживущие радионуклиды характеризуются следующими физическими параметрами:

Цезий-137 период полураспада	T=29 лет, E=0,66 МэВ
цезий-134 -"-	T=1,5 лет, E=0,605 и 0,80,
рутений-106 -"-	T=300 дн., E=0,512 и 0,622

Но до настоящего времени обобщенных способов экспресс-определения искусственных радионуклидов практически нет. Это связано с трудностями двойного рода:

- во-первых, отсутствует стандарт поверхностной плотности распределения соответствующих радионуклидов ;

- во-вторых, выбранная физическая величина - поверхностная плотность радионуклида при сопоставлении с данными обобщенной ( в единицах активности, отнесенной к единице массы) порадывает некоторую неопределенность.

Тем не менее, многие организации не только продолжают работать над проблемой в чисто научном плане, но и выполняют определенные объемы измерений.

В НИО "Гидрофизика " в 1990 г. в практике научными методами ценовой обогатили в различных районах СССР сям применяли один из вариантов полевого гамма-спектрометрического метода количественного определения ряда искусственных радионуклидов. в качестве измерительной установки применялся серийный гамма-концентратор РКМ-305 ( монокристалл монокристалл поликристаллического лития размерами 40x30 см ), соединенной с анализатором импульсов АМ-1024 и электромеханической

использовали ДЭК-3. Энергетическое разрешение по каналу-137 при квантовании по энергии через 3 канала составляло 12%. Время набора спектра на точке - 7 минут.

Наиболее сложным и ответственным являлся процесс градуировки установки - определения чувствительностей (скоростей счета) в выбранных интервалах энергий на единицу каждого из определенных радионуклидов. Чувствительность к естественным радионуклидам определялась на образцах по гамма-излучению Государственных стандартных образцов концентрации калия, урана и тория по определенному методике. Для определения чувствительностей к искусственным радионуклидам была разработана специальная расчетно-экспериментальная методика градуировки точечными калиброванными источниками с последующей записью результатов на специально подготовленных природных участках с известной плотностью радионуклидов по данным опробования и лабораторных анализов.

Исследовался практически весь гамма-спектр от 800-400 кэВ до 3,0 МэВ. При этом, хвостовая часть спектра (более 1 МэВ) использовалась для определения естественных радионуклидов, а пятая (до 1 МэВ) - для количественной оценки плотности загрязнения искусственными радионуклидами. Наиболее оптимальной оказалась система измерений в шести фиксированных интервалах энергий:

1 интервал	0,48-0,56 МэВ,
2 интервал	0,63-0,70 МэВ,
3 интервал	0,76-0,84 МэВ,
4 интервал	1,30-1,60 МэВ,
5 интервал	1,60-1,90 МэВ,
6 интервал	2,4 -2,8 МэВ

Максимально достижимая чувствительность определения естественных радионуклидов соотносилась по урану и тория  $-1 \cdot 10^{-4} \mu$ , по калию  $-0,1 \mu$ .

Количественные измерения искусственных радионуклидов начинались:

по каналу-137	от $0,005 \text{ Кт/км}^2$ ,
по каналу-134	от $0,01 \text{ Кт/км}^2$ ,
по каналу -106	от $0,02 \text{ Кт/км}^2$ .

Сравнение данных полевых гамма-спектральных исследований искусственных радионуклидов с результатами лабораторных определений в специально оборудованных в тех же точках пробных площадках, что и в полевых условиях, свидетельствует о высокой воспроизводимости повторных определений в пробках.

### АВТОМАТИЧЕСКАЯ РЕГИСТРАЦИЯ МОЩНОСТИ ДОЗ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ В ВОЗДУХЕ

Милуцелис А., Буткус Д., Поцис Э., Бродер Д., Масович В.  
Институт физики Латвийской АН, Вильянос

Для целей радиэкологического мониторинга создан автоматический регистратор мощности дозы гамма-излучения в воздухе. Регистратор состоит из блока детектирования, измерительного устройства, цифрового устройства и самописца.

Мощность дозы гамма-излучения обуславливается как количеством падающих гамма-квантов, так и их энергией. Эффективность регистрации гамма-квантов зависит от энергии: при малых энергиях более высока, чем в случаях больших энергий. Поэтому необходимо изменить ход регистрации гамма-квантов, чтобы получаемая мощность дозы резко не возрастала в области малых энергий. Для этих целей создана и применена сферическая двухслойная оболочка детектора из свинцовой дроби. При облучении детектора гамма-квантами с энергией от 0,059 до 1,332 МэВ среднеквадратичное отклонение среднего результата регистрации  $\sigma$  = 0,61, анизотропия чувствительности не превышает 3 %, эффективность регистрации гамма-квантов не зависит от их энергии в пределах погрешности  $\pm 40\%$ .

По программе радиэкологического мониторинга Латыи автоматическими регистраторами мощности дозы гамма-излучения в воздухе оборудованы 18 постов порецичного наблюдения. Регистрация мощности дозы происходит непрерывно. В течение 3 часов данные накапливаются, после этого автоматически усредняются и по линии связи телеграфно передается в Республиканский банк радиэкологических данных.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАДОНА-222 В НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЕ ОСТРОВОВ.

Крюкова Л.И., Карпов В.С., Земляной А.Д., Ароусова А.П.,  
Литрыков Г.Ф. ЦОЛН АН СССР, ИГиН АН УССР.

Проведены детальные измерения концентраций радона-222 в нижней атмосфере на побережье континента и на островах с пологим берегом и гофметом. Ряды концентраций, полученные на континентальном побережье с пологим берегом, имеют отчетливый суточный ход. Максимальные значения приходится на ночное время, минимальные - на середину дня и соответствуют уровню содержания радона-222 в открытых частях океана. Подобный ход изменчивости концентрации в поревахом в 3 раза объясняется сильными дневными прибрежными перемещениями воздушных масс, обусловленными дневным прогревом суши и ночным ее охлаждением. Воздушные массы, движущиеся с материка в океан в ночное время, приводят к усилению концентрации за счет радона, выделяющегося из порок суши.

На островах, проведенные на поветренной стороне острова с пологим берегом, ряды концентраций с максимальными значениями соответствуют уровню содержания радона-222 в нижней атмосфере прилегающей области океана. Минимальные значения связаны с дневным прогревом острова, при этом статистически максимальных и минимальных значений равно 2. Этот эффект не связан с содержанием радона-222 в поревахом островах, так как размеры его малы и время "пробега" воздуха над островом несколько часов. Этого недостаточо для уменьшения концентрации радона в 3 раза за счет радиактивного распада.

Увеличение содержания радона-222 над островом объясняется существованием и слабо взаимодействующей с окружающей средой области течи, которая возникает при обтекании острова воздушным потоком.

"Заключительность" этой области, т.е. слабая взаимодействие обтекающей воздушной массы с потоком, приводит к уменьшению внутри нее концентрации радона-222 благодаря радиактивному распаду. По оценкам время существования области течи 5,6 суток.

Измерения концентрации радона-222 на обветренном берегу горного острова подтвердили существование области течи. По оценкам время существования области течи в этом случае составляет 22 суток.

Таким образом по изменчивости концентрации радона-222 можно прогнозировать время существования обветренной зоны в нижней атмосфере прибрежных гористых про ааварах, в том числе на АЗС.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ СТРОНИЦА В ПОЧАХ

В.А.Рябушкин, М.П.Волынец, И.М.Родимова, А.М.Тузова,  
В.О.Мисоходов

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

Выделение радионуклидов стронция из природных объектов существующими методами осаждения, экстракции и колонной хроматографии длительно, трудно и недостаточно полно. Нам предложен упрощенный и ускоренный способ, состоящий из предварительной селективной экстракции стронция с помощью редоксильного радиосорбента Sr и Y на тонком слое сорбента (ТСХ) для раздельного радиометрического определения  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

После необходимой обработки образца почвы и отделения ряда катионов стронций экстрагировали дигидрофосфатом-100-крупин-С в хлороформе. Экстракт, практически свободный от солей и радионуклидов, вымыли на ТСХ-пластину "Облудит" в форме диска, высушили и в специальной камере обработали бутылочником или метилцобутанкетом для удаления крупин-С на выходящий на диск хлороформом и буллажной фазой. Камеру вымыли сообразованно на диск радионуклидов стронция. Через 7-10 дней выстилку в той же камере обработали хлороформом для удаления Sr. Из остатка активность накопленного на диск дочернего изотопа  $^{90}\text{Sr}$ . На основании объема выстилки рассчитывали активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Предложенный способ характеризуется:

- выход по стронцию - 94% при экстракции в 90% при ТСХ
- приблизительно пятикратное увеличение концентрации радионуклидами
- экономичность (требует 3-4 ч на химически энергичные места 20-50 ч для известных методов)
- предельной простотой осуществления
- хорошей правдивостью и воспроизводимостью результатов.

ИЗОТОПНОЕ ОТНОШЕНИЕ  $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$  - ТРАСЕР ЗАГРЯЗНЕНИЯ  
ЕСТЕСТВЕННЫМИ РАДИОНУКЛИДАМИ.

Титлева Н.А., Орлова А.А., Никулин В.А., Карлушина Т.А.  
ЦДЭ, г. Москва

Одним из основных долговечных компонентов радионуклидного загрязнения почвы при горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности являются при вскрытии углеводородных руд, является  $^{230}\text{Th}$  (ионы).  $^{232}\text{Th}$  обладает сравнительно коротким периодом полураспада (14,1 тыс. лет) и является основным источником радона, радона и других радионуклидов. Изотопу  $^{230}\text{Th}$  способен образовывать долговечные техногенные радиокристаллические соединения. В сернокислых растворах изотопы тория, слабо растворимые в обычных условиях, образует хорошо растворимые соединения, что увеличивает пути их водной миграции.

В качестве трасера загрязнения окружающей среды подобными растворами можно использовать изотопное отношение  $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ . В незагрязненных почвах с высоким (карбонатным) содержанием уровня тория величина этого отношения в единицах активности выражается величиной 1. В случае загрязнения указанными выше технологическими отходами она будет возрастать в несколько раз, позволяя достаточно точно оконтурить границы загрязнения.



**Изменение режима стока наносов как способ регулирования транзитного потока радионуклидов в водотоках**

Г.М.Тисиков

Белорусское республиканское управление по гидрометеорологии  
г. Минск

Компоненты твердого стока, вследствие интенсивной сорбции радионуклидов на частицах, активно участвует в выносе радионуклидов в водотоки из пораженных районов. Поэтому в числе мероприятий, направленных на ликвидацию последствий чернобыльской катастрофы, необходимо предусматривать изменение режима стока наносов путем регулирования ручьев, водосборный бассейн которых находится в загрязненной зоне.

На границах загрязненных территорий следует, путем проведения работ, создать участки с резко замедленным течением, функционирующие в режиме "отстойников", предусмотрена комплексная работа по искусственной или естественной коагуляции взвеси. В первом случае необходима установка в верхней части водохранилища-отстойника установки для подачи и потока коагулянтов (солей железа, алюминия и др.), преимущественно в период повышенных стоговостей течения.

Большая рациональность представляется возможность активизации процессов естественной седиментации взвеси, путем установки в потоке субстратов для поселения органически-фабриаторов. На этом направлении в этом отношении является широко распространенной в этом районе прикрепленной моллюски дрейссены, создающей условия поселения на твердых несидимых субстратах. Кроме того, моллюски активно накапливают радионуклидные элементы, что должно служить дополнительным фактором стабилизации транзитного потока радионуклидов.

При многолетнем функционировании водохранилища-отстойника следует предусматривать систему автоматических датчиков для постоянного слежения за динамикой накопления осадков и уровня радионуклидов в толще грунта, а также дополнительную стабилизацию донных отложений (использованием в толще грунта коагулянтов, создание прерывистой крупнофракционных отложений и т.п.) в период трансформации весеннему половодью.

Утилизация накопленных в ложе водохранилища осадков с твердых сточных вод может осуществляться двумя путями - либо перемещение грунта в специальные хранилища, либо захоронением осадков под достаточно толстым слоем чистых грунтов, вплоть до восстановления на этом участке морфометрии бывшего речного русла.