

АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ГЕОГРАФІЇ

На правах рукопису

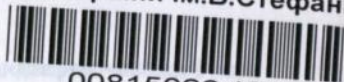
ЗАРУДНА Раїса Федорівна

ЛАНДШАФТНІ УМОВИ ВОДНОЇ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ  
У КИЇВСЬКОМУ І НОВГОРОД-СІВЕРСЬКОМУ ПОЛІССІ

II.00.01 - фізична географія, геофізика і  
геохімія ландшафтів

Д и с е р т а ц і я  
на здобуття наукового ступеня  
кандидата географічних наук  
у формі наукової доповіді

КИЇВ - 1992



Робота виконана в лабораторії  
проблем Чорнобиля відділу ландшафтної  
географії АН України

Наукові керівники - доктор географічних наук,  
професор Галицький В.І.

- кандидат географічних наук,  
завідуючий лабораторією  
Давидчук В.С.

Офіційні опоненти - доктор географічних наук,  
професор Шиденко П.Г.

- кандидат географічних наук  
Войцехович О.В.

Ведуча організація- Відділення радіогеохімії навколишнього  
середовища ІГФМ АН України

Захист відбудеться "23" жовтня 1992 р. о 10 годині  
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.016.02.02 Відділен-  
ня географії Інституту геофізики ім.С.І.Субботіна /Інститут  
географії/ АН України за адресою: 252034, Київ-34, вул.Володи-  
мирська, 44.

З дисертацією у формі наукової доповіді можна ознайомитись  
в бібліотеці Інституту географії АН України.

Автореферат розісланий "23" Вересня 1992 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради  
кандидат географічних наук

*В.І.*  
Передерій В.І.

АБ-25.665

В С Т У П

Актуальність теми. Під час аварії на Чорнобильській АЕС відбувся викид в навколишнє середовище радіоактивних речовин, що спричинило інтенсивне забруднення значної території. В результаті особливого значення набула проблема міграції довгоживучих радіонуклідів.

Для наукового обґрунтування заходів по ліквідації наслідків аварії виникла потреба об'єднати зусилля вчених найрізноманітніших галузей і отримати комплексну характеристику та оцінку території, що стала ареною первинного випадіння радіоактивних речовин і прогнозу їх подальшого перерозподілу. Це викликало необхідність розробки якісно нових підходів до оцінки природних територіальних комплексів /ПТК/ з точки зору їх впливу на формування умов міграції радіонуклідів.

Водна міграція є однією із складових механізму вторинного перерозподілу радіоактивного забруднення в зоні аварії. Інтенсивність водного перенесення радіонуклідів і ризик їх попадання в поверхневі і підземні води залежить від щільності, ізотопного складу та хімічних форм радіоактивних опадів, а також від сукупності факторів, що обумовлюють формування несучого міграційного потоку, залучення мігранта в потік і випадання із нього. Перша група факторів визначається фізико-хімічними параметрами поля забруднення, а друга залежить від особливостей ландшафтної структури території.

Проведення наших досліджень з перших днів після аварії було обумовлено вимогами оперативного аналізу ситуації, що склалася протягом першого сезону вегетації, в період перших після аварії сніготанень і повені. Вони знайшли своє місце при становленні реперної сітки радіоекологічного моніторингу зони ЧАЕС, розробці перших прогнозів радіоекологічних умов, наукового обґрунтування контрзаходів і ландшафтного аналізу екологічних наслідків їх реалізації.

Ціль досліджень - виявлення ландшафтних умов водної міграції радіонуклідів, розробка методичних основ оцінки ландшафтів за умовами водного вносу радіоактивних речовин. У відповідності з поставленою ціллю необхідно вирішити наступні завдання: -вивчити та картографувати ландшафтну структуру Київського і Новгород-Сіверського Полісся; -обґрунтувати теоретичну модель формування стоку в ландшафті, відібрати і класифікувати ландшафтні фактори водного вносу радіонуклідів; -розробити концепцію оцінки і провести якісну оцінку ПТК за схильністю до вносу речовин з водними потоками; -розробити та скласти на базі загальнонаукової ландшафтної карти серію

АНБ Ін. С. Степаненко  
АН УРСР

карт, що характеризують умови водної міграції радіонуклідів з поверхневим стоком і в зоні аерації; - виконати аналіз результатів досліджень і виявити область їх можливого практичного застосування.

Об'єкт дослідження - геосистеми Київського і Новгород-Сіверського Полісся рангу урочище і ландшафт.

Предмет дослідження - ландшафтні умови формування стоку, які визначають схильність ПТК до винесення радіонуклідів водним шляхом.

Вихідні дані. В основу дисертаційного дослідження покладені результати ландшафтних досліджень автора, виконані у Інституті географії АН України на території Київської /1977-1992рр./ та Чернігівської /1981-1987рр./ областей.

В процесі досліджень використані власні та співробітників відділу ландшафтознавства матеріали польових досліджень та ландшафтного картографування, морфометричні та картометричні виміри і побудови, а також геологічні фонди ряду установ, аналітичні дані обласних філіалів інституту "Укрземпроект", результати спостережень на Покошицькій воднобалансовій станції, карти радіоактивного забруднення території Держкомгідромету, ВГО "Аерогеологія" і ГКУ "Укргеологія".

Наукова новизна роботи: - складено ландшафтні карти Київського /у співавторстві/ та Новгород-Сіверського Полісся в м-бі 1:100 000 і водозбору р. Головесня /Покошицька воднобалансова станція/ в м-бі 1:25 000; - виділені ландшафтні фактори формування стоку і винесення речовин, проведена класифікація ПТК по переважаючому процесу /винесення, транзит, акумуляція/; - розроблена методика і проведена якісна оцінка ландшафтів по схильності до формування стоку і винесення радіонуклідів; - вперше на основі загальнонаукової ландшафтної карти розроблена і складена серія карт масштабу 1:100 000 на 30-км зону ЧАЕС, що характеризують умови водної міграції радіонуклідів /карта оцінки ландшафтів за умовами водного виносу речовин, карти літології і потужності зони аерації, карта кислотності ґрунтів в шарі 0-20 см та сорбційного ландшафтно-геохімічного бар'єру/; - вперше проведено сумісний аналіз результатів оцінки ПТК і карт розподілу випадів основних довгоживучих елементів  $^{137}\text{Cs}$  і  $^{90}\text{Sr}$ , виявлена потенційна небезпека їх залучення у поверхневі і підземні води.

Практичне значення і реалізація розробок автора. Результати досліджень ввійшли в заключні звіти НДР відділу: "Ландшафтні і біогеографічні розробки регіональних проблем природокористування в Українській РСР" /1985р./, "Геоморфологічні, ландшафтні і біогеографі-

чні дослідження в цілях розробки основ регіонального природокористування Української РСР"/1990р./, "Принципи і методи оцінки ландшафтів за умовами водної, повітряної і біогенної міграції радіонуклідів"/1990р./ та виконуються в рамках Державної програми "Невідкладні заходи по ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС"/1991-1992р/ та шести господарських договорів. Ландшафтна карта, принципи і методи якісної оцінки ПТК та карта оцінки ландшафтів за умовами водного винесення речовин використані при розробці: контрзаходів і реалізації довгострокових наукових програм по ліквідації наслідків аварії на ЧАЕС /НВО"Прип'ять", 1986-1990/, оцінки геоміграції нуклідів ЧАЕС та створення геогідрохімічного моніторингу північної частини Київської області /ГКГУ"Укргеологія", 1987/, оцінки ефективності гідротехнічних споруд в 30-км зоні ЧАЕС /ІГФМ АН України, 1987/, сітки експериментальних полігонів /ІГФМ АН України, 1988/, ландшафтного блоку регіональної геоінформаційної системи на базі спеціалізованого комплексу "Дельта" /СКБ ММС ІК АН України, 1987/, екологічного обґрунтування ТЕО об'єкту "Вкриття-2" /1990/, рекомендацій по поліпшенню радіоекологічної обстановки /"Укрдіпроводгосп", 1990/. Ландшафтно-геохімічні карти і матеріали використані при проведенні ландшафтно-геохімічних досліджень в 30-км зоні ЧАЕС /ІГФМ АН України, 1989-1990/, розробці принципів ландшафтно-геохімічного і радіоекологічного картографування територій, забруднених радіонуклідами /проект "РАДЛАН"//ІГФМ АН України і ГЕОХІ РАН, 1991/ та регіональної геоінформаційної системи на території 60-км зони ЧАЕС /СКБ ММС ІК АН України, 1991/. Карти літології і потужності зони аерації застосовані при закладенні сітки опорних свердловин /"Укрдіпроводгосп", 1989/. Матеріали ландшафтних досліджень та серія прикладних карт на територію запропонованого модельного водозбору послугували при виборі та закладенні експериментальних площадок і гідрологічних створів /МГФІ АН України, 1991/. Для проведення ландшафтно-гідрологічного районування водозборів використані ландшафтні дослідження водозбору р. Головесні /УкрНДІ Держкомгидромет СРСР, 1989/.

Апробація роботи. Результати досліджень автора доповідалися на У і УІ з'їздах Географічного товариства України /Симферополь, 1985; Одеса, 1990/; всесоюзному науково-технічному семінарі "Експериментальні дослідження і прогноз міграції радіонуклідів в зоні аерації і підземних водах"/Зелений, 1988/; І Республіканській науково-практичній конференції "Проблеми обґрунтування і реалізації захо-

дів по мінімізації негативного впливу на підземні води сільсько-господарських забруднень" /Одеса, 1989/; 2-й науково-технічній конференції по основних результатах ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС /Чорнобиль, 1990/; всесоюзному симпозиумі "Комплексний моніторинг і практика" /Верхньоволжя, 1991/; всесоюзній науковій конференції "Радіоекологічні і економіко-правові аспекти землекористування після аварії на Чорнобильській АЕС" /Київ, 1991/; всесоюзній конференції по тематичному картографуванню "Екологічне картографування на сучасному етапі" /Ленінград, 1991/; республіканській науково-практичній конференції "Географічні проблеми великого міста" /Київ, 1991/.

Публікації. Загальна кількість наукових праць автора складає 30 робіт, в 18 з них розкрито зміст предмета захисту: в 2-х колективних монографіях, опублікованих "Карті оцінки ландшафтів за умовами водноповерхневого виносу речовин. М-б І: 100 000", в збірниках наукових конференцій та 3-х заключних наукових звітах. Загальний об'єм опублікованих по темі дисертації матеріалів складає 10,0 д.а.

#### ЛАНДШАФТНИЙ ПІДХІД ДО ВИВЧЕННЯ УМОВ ВОДНОЇ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ

Комплексні погляди на вивчення стоку ще в 30-ті роки започаткував В.Г.Глушков, розробляючи географо-гідрологічний метод, з допомогою якого можна встановити взаємозв'язок стоку певного регіону з географічним ландшафтом в цілому /Глушков, 1933/. Ці погляди йшли слідом за вченням про ландшафт, що почало інтенсивно розвиватися на той час /Берг, 1931/. Проте, значного розвитку ідей В.Г.Глушкова не отримала, і перш за все у зв'язку з відсутністю крупнота середньомаштабних загальнонаукових ландшафтних карт та необхідних експериментальних даних.

Досить добре розроблені теоретичні і практичні питання регіональних ландшафтних досліджень на сучасному етапі дають змогу застосувати ландшафтний підхід при вивченні стоку /Мамай, 1973; Суботін та ін. 1973; Солнцев та ін. 1976; Маркус, 1979/.

У своїх дослідженнях ми опираємось на теоретичні уявлення про ландшафт, опрацьовані М.А.Солнцевим та підтримані багатьма дослідниками, на твердження про нерівнозначність ландшафтоутворюючих компонентів і визнанні ведучої ролі літгенної основи в диференціації ПТК /Солнцев, 1948; Ісаченко, 1951; Геренчук, 1956; Аненська та ін., 1963; Галицький, 1983 та багато ін. /Пі, 21.

З метою вирішення питань водної міграції радіонуклідів на базі ландшафтного підходу приділялась увага аналізу взаємодії між компонентами ландшафту, між ПТК та між ПТК і радіоактивними речовинами. Цей підхід здійснювався шляхом: 1/системного аналізу просторово-часової структури ПТК регіону, 2/вивчення та інвентаризації компонентів ПТК, 3/вивчення природних процесів і особливостей функціонування геосистем, 4/якісної оцінки природних компонентів та ПТК в цілому, 5/сумісного аналізу результатів комплексної оцінки ПТК та поля первинного розподілу радіонуклідів I 6, I 0, II, I 4, I 5 I.

Ландшафтний підхід - один із комплексних підходів до вивчення природи. Він дає змогу розглядати різноманітні об'єкти і явища як територіально організовані системи, що розвиваються та дозволяє їх диференціювати за значенням у формуванні потоків масообміну.

Сукупність процесів переміщення, обміну та трансформації речовин і енергії в геосистемах А.Г. Ісаченко /1982/ назвав функціонуванням. Функціонування ПТК - інтегральний природний процес, який складається з багатьох елементарних процесів, що мають фізико-механічну, хімічну або біологічну природу.

Стік не можна відносити лише до фізичного, або тільки до хімічного процесу. Фізична суть стоку полягає в переміщенні води під дією сили тяжіння, хімічна - в мінеральному обміні речовин, що входить у геохімічний кругообіг. У той же час стік є однією із ланок процесу водообміну - головного ланцюга функціонування ПТК. В сукупності вони охоплюють речовинно-енергетичні потоки в геосистемі.

Структура ландшафту, його просторово-часова організація знаходить відображення в упорядкуванні взаєморозміщення його частин: компонентів і субсистем, т.т. розрізняється структура вертикальна /радіальна/ і горизонтальна /латеральна/. Перша - це ярусне розміщення компонентів, спосіб їх поєднання, друга - упорядковане розміщення ПТК нижчих рангів. Виходячи з цього, розрізняють і дві системи зв'язків в ПТК - вертикальну /міжкомпонентну/ і горизонтальну /міжсистемну/.

До вертикальних системоутворюючих потоків відносяться випадання атмосферних опадів, їх фільтрація в ґрунт і ґрунтові води. Серед горизонтальних потоків виділяється водний і твердий стік, перенесення розчинних речовин та ін.

Складна система водних потоків пронизує всі ПТК. Завдяки їм відбувається основний мінеральний обмін між блоками ландшафту. Зовнішні зв'язки також здійснюються переважно через входні і вихідні

водні потоки.

Переміщення вологи супроводжується формуванням розчинів, колоїдів і суспензій, транспортування і акумуляції хімічних елементів, в тому числі і радіонуклідів.

Міграція речовин літосфери /абіотичні потоки речовин/ означає латеральне перенесення матеріалу між морфологічними частинами ландшафтів, а також в системі міжкомпонентних зв'язків в двох основних формах: в вигляді твердих продуктів денудації /механічних домішок у воді/ та у вигляді водорозчинних речовин.

Як правило, в ерозійно-денудаційних ПТК вихідні абіогенні потоки переважають над вхідними, але в кожному окремому ландшафті баланс речовин складається по-своєму, в залежності від особливостей його структури. Серед рівнинних ландшафтів найбільш інтенсивній механічній денудації піддаються височини, приурочені до активних тектонічних структур, складені пухкими породами в умовах слабо розвинутої рослинності. Відносна збалансованість вхідних і вихідних потоків твердого матеріалу характерна для ландшафтів з потужним рослинним вкриттям.

У самому ландшафті також спостерігається контрастність міграції речовин в окремих морфологічних одиницях. Межі річчів ПТК /елювіальні/ характеризуються різким переважанням виносу над привнесенням. Схилові ПТК /транзитні, транселювіальні/ при наявності інтенсивних потоків можуть наближатися до урівноваженого стану. Субдомінантні ПТК /супераквальні, акумулятивні/ характеризуються переважанням вхідних потоків речовин і часто акумулюють мігруючі елементи.

У процесі водної міграції речовин в ландшафтах вертикальні і горизонтальні взаємозв'язки нерівні, тому ми розглядаємо ті і інші, інтегровані в міграції через зону аерації та в поверхневому стоку.

Діяльність водних потоків – один із основних факторів розвитку ландшафтів і в певній мірі відображає розвиток інших природних процесів. При цьому не припускається значення інших процесів і не розглядається розвиток ландшафтів в дію лише одного флювіального процесу.

При розгляді факторів стоку ми оперували не лише окремими компонентами, а і складними природними утвореннями, які дають змогу найбільш повно оцінити властивості і особливості, притаманні не ли-

ше кожному окремому компоненту, а і їх сполученню. В своїх дослідженнях ми розглядали особливості геосистем різних рангів - від урочищ до ландшафтів.

Ландшафтна карта найкращим чином відображає просторово-часову структуру території, дає можливість здійснити оцінку ПТК, дати прогноз їх розвитку та виробити рекомендації щодо використання наявної інформації при вирішенні поставлених задач.

Використовуючи результати попередніх ландшафтних досліджень регіонів /Маринич, 1963; Шищенко, 1965; Ланько та ін., 1966; Попов та ін., 1968 та ін./ і застосовуючи методичні розробки, широко висвітлені у літературі /Відіна, 1962; Міллер, 1974; Геренчук та ін., 1975; Давидчук, 1979; Галицький та ін., 1982 та ін./ мною, разом з співавторами проведено середньомаштабне ландшафтне картографування у Київській та Чернігівській областях Г 3, 4, 9, 10, 16 Т. На картах відображені ПТК рангів урочище, місцевості та ландшафти. Для розробки методичних підходів до оцінки ПТК за умовами формування стоку автором здійснено крупномаштабне /1:25 000/ ландшафтне картографування басейну р. Головесня /Покошицька воднобалансова станція/ в межах Новгород-Сіверського Полісся Г 18 Т. Об'єктами картографування були урочища, підурочища, а в окремих випадках і фації.

Детальні дослідження по виявленню і оцінці ландшафтних умов водної міграції радіонуклідів проводились в межах 30-км зони Чорнобильської АЕС. На територію дослідження була складена /у співавторстві/ загальнонаукова ландшафтна карта масштабу 1:100 000. Легенда побудована по синтетичному принципу і включає види урочищ межирічних рівнин та їх схилів, надзаплавних терас, заплав, лощинно-яружно-балкової сітки, западин та дон. Всі виділи легенди охарактеризовані за формою рельєфу, літологією поверхневих відкладів, режиму зволоження, ґрунтами та умовами місцезростання рослинності.

Основну частину території 30-км зони ЧАЕС складає моренно-воднольодовикова рівнина /М-В Р/ на палеоген-неогеновій основі, яка чітко диференційована на два висотних рівня. Ландшафт М-ВР високого рівня - це крупнохвиляста рівнина з лощинно-балковим розчленуванням, складена пілуватими пісками різної потужності, що залягають на моренних валунистих суглинках, з дерново-слабопідзолистими пілувато-піщаними, супіщаними і легкосуглинковими ґрунтами, з хвойно-широколистяними і широколистяними лісами. В структурі ландшафту поєднуються урочища хвилястих і горбисто-хвилястих межиріччя з відносно високим положенням над місцевими базисами ерозії, густої /0,7-1.

км/км<sup>2</sup>/лощинно-балкової сітки і широко поширених замкнутих безстічних, переважно заболочених западин.

Ландшафт М-ВР низького рівня має вирівнену, інколи слабохвилясту поверхню. Ерозійна сітка розвинута значно слабше, ніж в попередньому ландшафті /не перевищує 0,5км/км<sup>2</sup>/і представлена долинами струмків з заболоченими заплавами та лощинами. Середня потужність покривних воднольодовикових пісків складає 0,7-1,2м, рідко перевищуючи 2м. Незважаючи на неглибоке залягання моренних суглинків, дерново-підзолисті піщані ґрунти порівняно бідні. В результаті для фонових урочищ межиріччя найбільш характерні сухі і свіжі суборі.

До стародавніх озерних котловин приурочені озерно-воднольодовикові /О-ВР/ландшафти. Вони складені легкими, добре відсортованими суглинками, які перекриті пилюватими воднольодовиковими пісками і легкими супісками потужністю 0,5-1,5м. Тут сформувались дерново-підзолисті і дернові, різної ступені оглеєності, пилювато-піщані і супіщані ґрунти. Сучасна залісеність цього ландшафту не перевищує 21%. Для них характерний вирівняний, майже плесканий рельєф і слабкий розвиток ерозійної сітки у вигляді лощин. Не дивлячись на близьке залягання ґрунтових вод і пов'язане з цим широке поширення гідроморфних ПТК, морфологічна структура ландшафтів досить стійка. Тут багато заболочених западин, загальна площа яких становить до 12% їх території.

З широкою /12-20км/зоною ранньочетвертинних розмивів вздовж правого берега р.Тетерів пов'язаний ландшафт слабохвилястої алювіально-воднольодовикової рівнини /А-ВР/. Четвертинні відклади тут залягають на мергелях київського ярусу. Вирівняні піщані простори ландшафту та багаточисленні дюни покриті сосновими і дубово-сосновими лісами. Густота ерозійного розчленування не перевищує 0,12 км/км<sup>2</sup>. Утворення незаболочених безстічних западин викликане тим, що в деяких місцях піщана товща залягає на крейдових відкладах, це сприяє осіданню породи і утворенню "гідрогеологічних вікон".

Ландшафти низької вирівняної і горбистої стародавньої алювіальної рівнини /С-АР/ складені пісками значної потужності, на яких сформувались дерново-підзолисті ґрунти під хвойними і хвойно-широколистяними лісами. Для них характерний плесканий і горбистий рельєф, висока водопроникність пісків і, як результат, незначна густота ерозійної сітки /0,1-0,2км/км<sup>2</sup>/, представлена виключно лощинами. Тилові частини ландшафтів першої надзаплавної тераси зайняті, як правило, великими болотами, завдяки чому заболоченість тут

## II.

вища /20-25%, ніж у ландшафтів інших видів. Фон ландшафтів утворюють урочища вирівняних і горбистих сухих борових терас та плескатих, складених пісками з прошарками суглинків. Для них характерна висока /50-80% залісеність.

Заплавні ландшафти представлені місцевостями сегментно-гривистих і вирівняних заплав, складених пісками, суглинками і торфами, з алювіальними дерновими шаруватими оглеєними і торфово-болотними ґрунтами, під злаково-різнотравними та вологотравними луками. При терасні, відносно понижені ділянки з осоковими та чорновільховими болотами займають 17-19% території ландшафтів.

Аналіз ландшафтної будови території дав змогу встановити роль природних компонентів у формуванні стоку та здійснити оцінку ПТК з точки зору їх схильності до створення умов для водної міграції як природних, так і техногенних речовин.

### ЯКІСНА ОЦІНКА ПТК ЗА УМОВАМИ ВОДНОЇ МІГРАЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ

У сучасному ландшафтознавстві досить широко застосовуються різні види економічної і нееконімічної оцінки ландшафтів /Сільвестров, 1965; Звонкова, Філанчук, 1970; Мухіна, 1973; Шиченко, 1984 та ін./.

Відсутність достатньої інформації про кількісні показники стоку в тих чи інших ландшафтах надає особливого значення застосуванню якісної оцінки ландшафтів. Ми розглядаємо оцінку як співвідношення між оцінюваним об'єктом /ПТК і його компоненти/ та об'єктом, з позицій якого здійснюється ця оцінка /водна міграція радіонуклідів/.

В основу розробки принципів і методів оцінювання ПТК були покладені методичні прийоми, розроблені Л. І. Мухіною /1973/.

Модель оцінювання системи "ПТК-стік" базується на розкритті функціонування цих систем і їх взаємодії між собою. Вона розкриває зв'язки стоку не лише з компонентами ПТК /рельєф, ґрунт, рослинність/, а і з окремими властивостями цих компонентів /нахил та форма поверхні, механічний склад ґрунтоутворюючих порід, зволоження ґрунтів і т.д./.

Це дозволяє виявити властивості компонентів, які мають істотне значення для формування стоку та відібрати ті, які можна і варто оцінювати. Було враховано нерівнозначність впливу окремих компонентів ПТК на формування стоку та винесення радіонуклідів. Практично неможливо оцінити всі відомі властивості компонентів, незважаючи на те, що вони в тій чи іншій мірі накладають відбиток на розвиток процесу. Ми зупинились на оцінці найбільш ви-

димих, визначальних факторів, які здійснюють найбільший вплив. Серед них виділені літогенна основа і її властивості /характеристики рельєфу, літологія ґрунтоутворюючих порід, ступінь зволоженості/, а також сучасна рослинність з урахуванням її антропогенних змін. Перелік відібраних показників знаходиться в прямій залежності від масштабу досліджень, т.т. від рангу об'єкту оцінювання і оцінки. Згідно з основними цілями, об'єктом оцінки були вибрані ПТК рангу урочище. Цьому сприяло і те, що морфологічна структура ландшафтів досліджуваних районів досить різноманітна і відзначається дрібністю контурів.

Процес оцінювання включав два етапи: отримання оцінок компонентів ПТК /часткова/ і оцінок ПТК в цілому /загальна/. Вважаємо за доцільне розглядати ці оцінки в поєднанні в зв'язку з тим, що загальна не розкриває ступінь впливу кожного компоненту і його властивостей на формування стоку і вивезення речовин, а ПТК, віднесені до однієї оціночної категорії, часто мають різні оцінки окремих компонентів.

Для кожного вибраного показника була розроблена оціночна шкала. Загальна оцінка отримана як сума часткових оцінок і виражена в мовній формі - від інтенсивного стоку до його відсутності. Найбільш доцільною вважаємо п'ятиступінчасту шкалу, в якій окрім основних /слабо-середньо-сильно/ входять проміжні значення. Такий поділ найбільш логічний, легко сприймається і максимально інформативний.

Оскільки між поверхневим стоком і інфільтрацією існує обернено пропорційна залежність, то оцінювання ПТК з точки зору одного з них є зворотним по відношенню до другого.

Отримана загальна оцінка покладена в основу розробки карти оцінки ландшафтів за умовами водного вивезення речовин /Мал. I/ I 8, 10, 14, 17 I. Цю карту опрацьовано на базі загальнонаукової ландшафтної карти з використанням її контурної частини і в її масштабі /1:100 000/.

Для переходу від ландшафтної карти до карти якісної оцінки ландшафтів всі ПТК були згруповані в зони переважаючого вивезення, транспорту і акумуляції речовин. Завдяки такому зонуванню було сформовано основні блоки легенди карти. Різноманітність процесів поверхневого стоку і інфільтрації також знайшла відображення в структурі легенди.

Зона вивезення включає найбільш значні за площею поверхні фонових урочищ, які визначають умови формування несучого потоку і дають



ЗМІВ	ІНФІЛЬТРАЦІЯ	
Інтенсивний	1	Дуже слабка
Середній	2	Слабка
Слабкий	3	Середня
Дуже слабкий	4	Інтенсивна
Відсутній	5	Дуже Інтенсивна

**ТРАНЗИТ ТА АКУМУЛЯЦІЯ**

- 6 Інтенсивний транзит з втратами на Інфільтрацію та часткова акумуляція
- 7 Слабкий транзит без втрат на Інфільтрацію та часткова акумуляція
- 8 Акумуляція та слабкий транзит
- 9 Акумуляція з наступним транзитом
- 10 Акумуляція
- 11 Акумуляція в сполученні з Інфільтрацією

13.

**ЗМІВ ТА АКУМУЛЯЦІЯ**

- 12 Сильний змив під час повеней
- 13 Середній змив під час повеней та акумуляція в староріччях
- 14 Слабкий змив під час повеней
- 15 Акумуляція на заболочених ділянках заплави
- Промізна

Мал. I. Карта оцінки ландшафту за умовами водного вливу річки (фрагмент)

максимальний вклад в сумарний змив речовин. Транзит стоку у ландшафті здійснюється по лощинно-балковій системі. В процесі транспортування матеріалу відбувається його часткова втрата на акумуляцію та інфільтрацію. Транзит і втрати оцінювались за даними заболоченості днищ і нахилу поведовжніх профілів лощин і балок. У зони акумуляції включені привершинні водозбірні зниження, замкнуті западини, знижені тилові частини терас, конуси виносу, та пролювіальні шлейфи. В окрему зону виділені заплавні ПТК, оскільки в їх межах відбувається накладання ряду різнонаправлених процесів, що знаходяться в прямій залежності від інтенсивності паводків і режиму потоків.

Аналіз карти оцінки ландшафтів показав, що горбисто-хвилясті, добре дреновані ландшафти високої М-ВР мають найбільші потенційні можливості для виносу речовин з поверхневим стоком. Проте, значна їх частина залісена, що сприяє зменшенню поверхневого стоку. Тому в цьому ландшафті переважаючими є ділянки, що дають стік середньої інтенсивності.

Вирівнений рельєф, наявність добре сортованих пісків, підвищена зволоженість і добре збережена деревна рослинність дозволяє віднести значну частину ландшафту М-ВР низького рівня до зони винесення слабкої /під лісом/ і середньої /на розораних ділянках/ інтенсивності. Прояв ерозійних процесів послаблюється великою кількістю безстічних западин, які сповільнюють стік і відіграють роль місцевих зон акумуляції.

О-ВР ландшафти з плескатим рельєфом, поширенням водних суглинків і значною розораністю характеризуються стоком слабкої і дуже слабкої інтенсивності.

У зв'язку з тим, що значна частина ландшафтів С-АР мають плескату поверхню і складені пісками з високою водопроникністю та покриті сосновими лісами, стік зведений до мінімуму. Тому більша частина терасових ландшафтів відноситься до зони слабого і дуже слабого потенційного змиву. Послаблює стік і широкий розвиток урочищ заболоченої тилової тераси. Практичною відсутністю стоку за рахунок збільшення інфільтрації характеризуються урочища горбистої першої надзаплавної тераси.

Ландшафтний підхід і якісна оцінка території дозволяє не лише оцінити просторове розміщення ПТК з однотипною потенційною схильністю до формування стоку, але і змоделувати сценарії міграції радіонуклідів з поверхневим стоком та по зоні аерації, а також роз-

рахувати потенційне винесення деяких радіонуклідів.

### СХИЛЬНІСТЬ $^{90}\text{Sr}$ І $^{137}\text{Cs}$ ДО ВОДНОГО ВИНЕСЕННЯ ЗА МЕЖІ ЛАНДШАФТІВ КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ

Використовуючи матеріали аерогамазйомки Держкомгідромету і ВГО "Аерогеологія" по розподілу поля забруднення цезія-137 і дані про вміст стронцію-90 в ґрунтах зони аварії на Чорнобильській АЕС, надані ГКУ "Укргеологія", було здійснено спробу визначити потенційну небезпеку залучення до водної міграції цих радіонуклідів з поверхневим стоком і інфільтрацією Г 10, 12, 13, 1. Ці два ізотопи викликають найбільшу небезпеку в зв'язку з тим, що легко засвоюються рослинами, тваринами і людиною.

Були підраховані запаси радіоактивних речовин у зонах винесення, транзиту і акумуляції по кожному із виділених оціночних ареалів. За отриманими даними побудовані гістограми, що характеризують схильність  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  /в абсолютних і відносних величинах/ до водної міграції з ландшафтів зони відселення та прилеглих територій. Узагальнені результати приведені на Мал. 2.

Ареали інтенсивного винесення речовин з поверхневим стоком не відіграють значної ролі в структурі ландшафтів цієї території. Вони займають 3,6% площі і містять близько 1,5% випавших ізотопів.

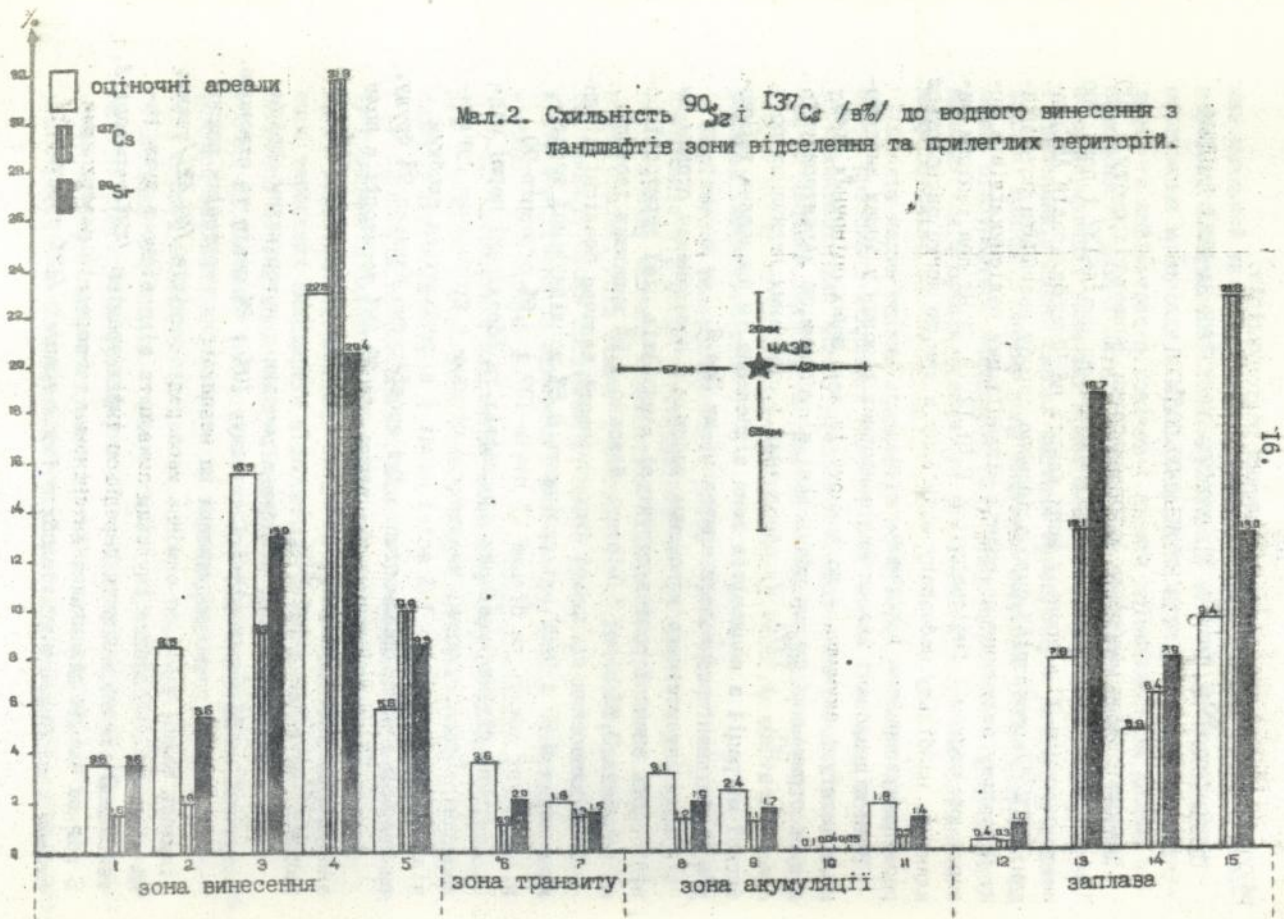
Зона винесення середньої інтенсивності включає безлісні ділянки низьких М-ВР і О-ВР, які складають 8,5% досліджуваної території, на яких лежить не більше 2% цезію-137 і 5,6% стронцію-90.

Залісені ділянки названих ландшафтів та обезлісені перші надзаплавні тераси, складені пилюватими пісками з прошарками суглинків, складають близько 16% всієї площі і відзначаються слабким винесенням з поверхневим стоком. Тут зосереджено близько 9% бруду.

Дуже слабке винесення характерне для 23-25% території, а поле забруднення розподілилось таким чином, що тут зосереджено 32% випадів  $^{137}\text{Cs}$  і понад 20%  $^{90}\text{Sr}$ .

Практична відсутність винесення речовин з поверхневим стоком зазначена на 6% території і зосереджує 10% і 8% цезію та стронцію.

Таким чином, поле забруднення на незаплавних територіях розподілилось таким чином, що основна маса радіонуклідів /40-42%/ лежить на ділянках зі слабким інтулевим зливом та відповідно з дуже інтенсивною, інтенсивною та середньою інфільтрацією /48% території/. В той же час, на ділянках з інтенсивним та середнім поверхневим стоком і слабкою та дуже слабкою інфільтрацією /12% території/



Мал.2. Схильність  $^{90}\text{Sr}$  і  $^{137}\text{Cs}$  /в% / до водного винесення з ландшафтів зони відселення та прилеглих територій.

знаходяться дещо більше 3% цезію і менше 10% стронцію.

Це дозволяє зробити висновок, що схильність ізотопів до водної міграції з поверхневим стоком значно нижча, ніж до міграції через зону аерації. Даний висновок може послугувати основою для вирішення питань про актуальність і пріоритетність досліджень цих складових процесу водного винесення радіонуклідів.

На заплавах рік Дніпра, Прип'яті, Ужа та їх притоків основним видом міграції речовин є змив та транзит під час паводків. Поверхневий стік в умовах не розвинутої ерозійної сітки, малих перепадів висот та нахилів не отримав широкого розвитку. Ризик міграції радіонуклідів через зону аерації також знижений наявністю місцевих водотривких горизонтів та збагачених гумусом алювіальних дернових шаруватих ґрунтів. Низькі, напівзадерновані та незадерновані піщані заплави /пляжі/ займають не більше 0,5% площі. Тут було зосереджено 0,3% цезію-137 і 1,3% стронцію-90. За час, що пройшов після аварії, вони неодноразово промивались паводками і втратили значну частину своєї активності. Високі сегментно-гравійні заплави складають 8% всієї території і утримують близько 13% цезію і 19-20% стронцію. Дуже високі сегментно-гравійні і вирівнені заплави зотоплюються лише під час паводків 1-5% забезпеченості. Вони становлять 4-6% території і несуть на собі 6% цезію та 8-10% стронцію. На заболочених заплавах /10%/ зосереджено 22% запасів <sup>137</sup>Cs і 13% <sup>90</sup>Sr.

Таким чином, більша частина радіонуклідів на заплавах ландшафтах досяжна навіть для повеней 10-60% забезпеченості.

Враховуючи результати аналізу схильності ізотопів до водного винесення з ландшафтів, особливу увагу привертать умови міграції радіонуклідів по зоні аерації і не лише як механічне їх переміщення водними потоками, а і вплив на них ландшафтно-геохімічних особливостей території.

#### ЛАНДШАФТНО-ГЕОХІМІЧНІ УМОВИ МІГРАЦІЇ І АКУМУЛЯЦІЇ РАДІОНУКЛІДІВ У ЗОНІ АЕРАЦІЇ

Із всього різноманіття умов міграції радіонуклідів у зоні аерації нами розглянуті властивості ґрунтів з характеристик їх типу, механічного складу, кислотності та зволоження, а також генезис, залягання та поширення ландшафтно-геохімічних бар'єрів /ДГБ/. Всі отримані характеристики є результатом аналізу змісту базової ландшафтно-геохімічної карти, складених на її основі карт ґрунтоутворюючих порід

і потужності зони аерації та аналітичних даних Г7, І0, І3, І7 П.

Грунт, знаходячись у фокусі міграції хімічних елементів, є регулятором багатьох процесів в ПТК. Рухливість та розчинність радіоактивних речовин у ґрунті визначається рядом ландшафтно-геохімічних факторів, сукупна дія яких інтегрується таким показником як кислотно-лужні умови. У зв'язку з тим, що основна частина ізотопів зосереджена в приповерхневому шарі, одним із найважливіших факторів міграції є кислотність. Переважаючи в поліських ландшафтах дерново-слабопідзолисті ґрунти відзначаються кисдою та слабокислою реакцією. Для отримання просторового поширення показника, на основі ландшафтною карти, яка відображає основні фактори ґрунтоутворення, укладена карта кислотності ґрунтів в шарі 0-20 см. На ній виділені однорідні за умовами кислотності ареали в межах інтервалів значень рН: від 4,5 до 6,5, отримані шляхом статистичного опрацювання аналітичних матеріалів. Ця карта дає можливість прослідкувати сезонну та багаторічну динаміку кислотності, як підсилюючого міграційного фактору, та її зміни в умовах природного поновлення рослинності.

В той час, як кислотність сприяє мобілізації міграційної здатності рухомих форм радіонуклідів, утримуючу здатність ґрунту визначають як органічні, так і мінеральні компоненти Павлоцька, 1972; Соботович, Ольштинський, 1991 та ін./.

За межами приповерхневого шару роль органічної частини ґрунту зменшується і зростає значення глибини залягання рівня ґрунтових вод та наявність в ґрунтоутворюючих породах прошарків і лінз порід більш важкого механічного складу. Це призводить до формування ЛГБ - ділянок, де відбувається різка зміна окислювально-відновних, фільтраційно-сорбційних та інших умов Лерельман, 1976./ В межах 30-км зони ЧАЕС сформувались два основні для даної території ЛГБ - сорбційний та глейовий, що залягають на різних глибинах і мають різні ступені вираженості та визначають умови міграції радіонуклідів в розчинах та суспензіях. ЛГБ мають різну проникність по відношенню до техногенних потоків і здатність до їх утримування. Так, ємність сорбційного бар'єру залежить від вмісту мулуватої фракції, а глейового - від кількості відновника.

Сорбційні ЛГБ у вигляді затримуючих прошарків і підстилянь більш важкого механічного складу /оглинені піски і легкі суглинки у пісках; важкі суглинки, глини і мергелі у легких суглинках і т.д./ є важливими факторами, що визначають характер міграції радіонуклідів.

дів через зону аерації. Найбільш ефективні для 30-км зони ЧАЕС є сорбційні ЛГБ щільних опіщаних моренних суглинків, тонких озерно-воднольодовикових суглинків та органогенних відкладів. Ці бар'єри утворюють в природі складні поєднання.

Карта сорбційних ЛГБ, побудована на базі ландшафтної карти та аналізу особливостей ґрунтоутворюючих відкладів, включає 18 виділів поєднань ЛГБ, характеристику їх механічного складу та потужності. Просторова структура дала змогу проаналізувати ступінь захищеності ландшафтів з точки зору наявності сорбційних ЛГБ і зробити висновок, що найбільш захищені заплави, в значній мірі – М-ВР, а найменше – ландшафти надзаплавних терас І ІО, ІЗ І.

Глибина залягання відновлювального ЛГБ знаходиться в тісному зв'язку з такими властивостями літогенної основи ландшафтів, як рельєф, літологія товщі ґрунтоутворюючих порід. Як ведучі фактори диференціації ґрунтово-рослинного покриву, вони відзначаються найтіснішими індикаційними зв'язками з ґрунтами і фітоценозами. Це дозволяє визначити поширення і глибину залягання даного ЛГБ шляхом ідентифікації з глеевим ґрунтовим горизонтом. Ареали і ступінь оглеєння типових ґрунтових різновидностей контролюються методами ландшафтної індикації.

Для ландшафтів 30-км зони ЧАЕС характерні ґрунти з переважанням оглеєння за рахунок ґрунтового зволоження. Глибина залягання глеєвого ЛГБ змінюється від 3-4 м і більше на горбистих піщаних терасах і донах, до 1,5-2,5 м на високих, добре дренованих М-ВР і 0,8-1,2 м – на сирих ділянках низької М-ВР та 0-ВР, піднімаючись до 0,0-0,3 м на заболочених урочищах заплав, надзаплавних терас, западин і лощинно-балкової сітки.

На відміну від сорбційних ЛГБ, які в силу своєї природи не змінюють просторового положення, глейові бар'єри мають виражену сезонну динаміку в залежності від зміни гідротермічних показників ландшафту. Ми обмежились оцінкою пересічних, найбільш типових положень.

Слід відмітити тісний генетичний зв'язок сорбційних і глейових бар'єрів. Глейові формуються над місцевими водотривкими шарами, які мають і значну сорбуючу здатність.

Таким чином, в ландшафтах 30-км зони ЧАЕС і прилеглої території в умовах промивного і періодично промивного режиму ґрунтів, в окислювальній і відновчій обстановках, в ґрунтах легкого механічного складу сформувались досить добрі умови для одної міграції радіонуклідів. Одночасово, на ЛГБ можливе їх закріплення. В зв'язку з цим

виникла необхідність розробки узагальнюючої карти ландшафтно-геохімічних умов міграції радіонуклідів. Розробка та укладання такої карти розпочато нами в рамках співробітництва з рядом установ-партнерів по програмі "Радлан".

Теоретичною та методичною основою при створенні цієї карти послужили роботи Б.Б.Полинова, В.А.Ковди, М.А.Глазовської, А.І.Перельмана і, перш за все, вчення про каскадні ландшафтно-геохімічні системи та складаючі їх елементарні ландшафти, про геохімічні бар'єри, а також розробки, проведені в районі досліджень /Малишева, 1988; Шевченко, 1989; Соботович та ін. 1989; Войцехович та ін. 1989/.

На опрацьованій нами карті інтегрована інформація з розглянутих вище оціночних карт та карт, розроблених співробітниками лабораторії. Вона характеризує ґрунтоутворюючі породи і ґрунти, особливості просторового розподілу геохімічних умов /кислотна обстановка, запаси органічної речовини, ЛГБ/ та прояв сучасних процесів /заболочення, ерозія/. Побудова легенди проведена з двох позицій: відображення природної обстановки та характеристики просторового розподілу умов міграції. Матричний принцип побудови легенди відповідає традиціям ландшафтно-геохімічного картографування. Вся інформація представлена у двох координатах. У вертикальних графах виділені типи умов водної міграції і типи геохімічних ландшафтів, в горизонтальних - характеристики ПТК і їх компонентів, кислотно-відновні умови, переважаючі ЛГБ.

Відповідно до ландшафтної будови регіону в межах елювіальних, транселювіальних і супераквальних ландшафтів детально охарактеризовані умови винесення, транзиту та акумуляції елементів.

Виділені ландшафтні структурні одиниці охарактеризовані за складом ґрунтоутворюючих порід та ґрунтів. Ця інформація з позицій генетичної класифікації характеризує основні властивості, геохімічні фактори і процеси, що обумовлюють їх формування. Запаси гумусу в шарі 0-20 см дозволяють оцінити не лише малгаби біогенної акумуляції елементів, але і здатність ПТК до самовідновлення.

Аналіз карти дає змогу оцінити сучасні умови поведінки радіоактивних елементів і скласти прогноз їх міграції за певних умов та виділити ПТК, в яких накопичення забруднюючих речовин може бути значним, або ж можливе їх повне чи часткове самоочищення.

1. Вперше застосовано ландшафтний підхід до вивчення умов водної міграції радіонуклідів. Обґрунтовано теоретичну модель формування стоку в ландшафті та водного винесення речовин. Запропоновано картографічну модель, представлену серією карт, що характеризують ландшафтні та ландшафтно-геохімічні умови водної міграції радіонуклідів з поверхневим стоком та по зоні аерації.

2. Розроблена методика і виконана якісна оцінка ПТК і їх компонентів за схильністю до водного винесення речовин і зокрема радіонуклідів. Обґрунтовано доцільність застосування часткових і загальних оцінок. Здійснено класифікацію ПТК і виділено зони переважного винесення, транзиту та акумуляції речовин.

3. Вперше розроблено та укладено карту оцінки ландшафтів за умовами водного винесення речовин /М-В I:100 000/, на якій виділені ареали, однорідні за сукупністю природних факторів, що визначають інтенсивність водного винесення речовин в розчинах та суспензіях.

4. Просторовий аналіз ландшафтно-геохімічних умов зони впливу Чорнобильської АЕС, здійснений на базі розроблених карт літології і потужності зони аерації, кислотності ґрунтів та ЛГВ, дозволив встановити деякі закономірності водного винесення та сорбції радіонуклідів в зоні аерації.

5. Розроблено інтегруючу карту ландшафтно-геохімічних умов водної міграції радіонуклідів, яка дає змогу виділити ПТК, в яких відбувається їх накопичення, повне або часткове винесення.

6. Проведений вперше сумісний аналіз результатів якісної оцінки ландшафтів і карт первинного розподілу основних дозуювальних ізотопів на території 30-км зони ЧАЕС дозволив зробити висновок, що небезпека залучення радіонуклідів у вертикальну міграцію значно вища, ніж винесення з поверхневим стоком.

7. Методика якісної оцінки ландшафтів за умовами водної міграції радіонуклідів і серія карт, що характеризують умови винесення речовин з поверхневим стоком та по зоні аерації, розроблені автором, використані рядом установ при проведенні оперативної оцінки геоекологічних умов в 30-км зоні ЧАЕС, при розробці і реалізації довгострокових наукових програм ліквідації наслідків аварії. Вони враховані при розробці та закладанні реперної сітки, експериментальних полігонів та площадок, гідрологічних створів.

8. Розроблена методика та результати якісної оцінки ландшафтних умов є першим етапом оцінювання водної міграції радіонуклідів. Ці матеріали можуть бути використані при збиранні та інвентаризації експериментальних кількісних показників, що характеризують реальні сценарії, та їх екстраполяції. Це дозволить прогнозувати процеси винесення речовин для кожного оцінючного ареалу як за середньо-багаторічними даними, так і для типових та екстремальних умов. Крім того, результати досліджень можуть бути використані при вивченні водної міграції інших техногенних забруднювачів.

По темі доповіді опубліковані наступні роботи:

1. Основные предпосылки формирования природных территориальных комплексов // Заключительный отчет "Географические проблемы развития города Киева и его пригородной зоны". Мосрегистрации 77055649, т. III, кн. I, Киев, 1980. С. 16-69. / в соавторстве /

2. Литогенная основа и ее роль в формировании природных территориальных комплексов // Ландшафты пригородной зоны Киева и их рациональное использование. - Киев: Наукова думка, 1983. С. 51-77 / в соавторстве /

3. Ландшафты Новгород-Северского Полесья // Заключительный отчет "Геоморфологические, ландшафтные и биогеографические исследования в целях разработки основ регионального природопользования в Украинской ССР" / на примере Киевского Приднепровья и других регионов / Мосрегистрации 81014709, кн. III, Киев, 1985. С. 225-235.

4. Природно-территориальные комплексы как объект природопользования // Киевское Приднепровье. - Киев: Наукова думка, 1988. С. 9-24 / в соавторстве /

5. Оценка ландшафтов Полесья по условиям миграции радиоактивных веществ // Экспериментальные исследования и прогноз миграции радионуклидов в зоне аэрации и подземных водах: Тезисы докладов, пос. Зеленый, 1988. С. 17-19 / в соавторстве /

6. Ландшафтное обоснование моделирования водной миграции загрязняющих веществ // Проблемы обоснования и реализации мероприятий по минимизации негативного воздействия на подземные воды сельскохозяйственных загрязнений: Тезисы докладов I республиканской научно-практической конференции, Одесса-Киев, 1989. С. 89-90 / в соавторстве /

7. Условия миграции радионуклидов в зоне аэрации // там же. С. 95-96.

8. Карта оценки ландшафтов по условиям водноповерхностного выно-

са веществ. М-6 I:100 000 /на 4-х листах/ //Киев:ЦТЭ ГДТУ "Укргеология" Мингео СССР, 1989 /в соавторстве/.

9. Новгород-Сіверське Полісся //Географічна енциклопедія України, Т.2:Київ:УРЕ, 1990. С.421-422.

10. Ландшафтные исследования в интересах ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС //Заключительный отчет "Ландшафтные и биогеографические разработки региональных проблем природопользования в Украинской ССР". М:Госрегистрации 0186, 0044809, Кн.1., Киев, 1990. С.50-70 /в соавторстве/.

11. Ландшафтный подход к концепции землепользования на загрязненных радионуклидами территориях //Радиоэкологические и экономико-правовые аспекты землепользования после аварии на Чернобыльской АЭС: Тезисы докладов, Киев:СОПС УССР АН УССР, ч.1., 1991. С.104-108/в соавторстве/.

12. Анализ ландшафтной приуроченности поля выпадения цезия-137 в 30-км зоне Чернобыльской АЭС //Комплексный мониторинг и практика: Тезисы докладов Всесоюзного симпозиума, Верхневолжье, 10-15 сентября 1991г., М., 1991. С.15-17 /в соавторстве/.

13. Картографический метод исследования радиационного загрязнения территории //Экологическое картографирование на современном этапе: Тезисы докладов X Всесоюзной конференции по тематическому картографированию, Кн.2, Л.1:Изд.ГО СССР, 1991, С.73-75/в соавторстве/.

14. Ландшафтна оцінка процесів стоку у Київському Поліссі //Географічні проблеми великого міста: Тези доповідей республіканської науково-практичної конференції, Київ, 10-12 вересня 1991р., -Київ: Знання, 1991. С.20-21 /в співавторстві/.

15. Ландшафтні особливості прояву несприятливих екзогенних процесів в Київській області // там же, С.21-23.

16. Карта "Ландшафти" //Природно-краєзнавчий атлас Чернігівської області: М., ГУГК, 1991. С.19 /в співавторстві/.

17. Оценка ландшафтов по условиям водного выноса радионуклидов //Материалы 2-й научно-технической конференции по основным результатам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС-в печати.

18. Ландшафтная карта водосбора р.Головесня //Гидрометеорологический режим и водный баланс малых водосборов Украины - в печати.

*Р. Зай*

U67558

Ав 25.665  
Ав 25.665

Безплатно.

Подписано в печать 15.09.1992.

Формат 80х84/16, Бум.офс. Офс.печ.

Усл.печ.л. 0,8, Уч.-изд.л. 1,0, Тираж 100 экз.

Зак. № 161. Бесплатно.

---

Полиграфический участок Ин-та экономики АН Украины.

252011, Киев-11, ул.Панаса Мирного, 26.

