

Київський університет імені Тараса Шевченка

На правах рукопису
УДК 556.114:502.55 (204)

ХІЛЬЧЕВСЬКИЙ ВАЛЕНТИН КИРИЛОВИЧ

**ОЦІНКА ВПЛИВУ АГРОХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ
НА СТІК ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ТА ЯКІСТЬ
ПОВЕРХНЕВИХ ВОД (НА ПРИКЛАДІ
БАСЕЙНУ ДНІПРА)**

11.00.07 - гідрологія суші, водні ресурси, гідрохімія

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора географічних наук**

Київ - 1996

356

ДБ. 36.192

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Київському ЛНБ України ім.В.Стефаника

Шевченка



00757146 (U)

Офіційні опоненти:

доктор наук
старший науковий співробітник
Денисова Олександра Іванівна;
доктор географічних наук,
старший науковий співробітник
Журавльова Лідія Олексіївна;
доктор економічних наук,
професор
Хвесик Михайло Артемович

Провідна організація: Український науково-дослідний
гідрометеорологічний інститут

Захист відбудеться 26 грудня 1996 р. о 10 год.
на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.01.01.02
Київського університету імені Тараса Шевченка за адре-
сою: 252022 м. Київ, вул. Васильківська 90 (географіч-
ний факультет).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київ-
ського університету імені Тараса Шевченка (м. Київ, вул.
Володимирська, 58).

Автореферат розісланий " ____ " листопада 1996р.

В.о. вченого секретаря
спеціалізованої ради Д.01.01.02
доктор хімічних наук

 П. М. Линник

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Землеробство є виробництвом, яке найбільш поєднане з навколишнім середовищем. Основоположним принципом його інтенсифікації, спрямованого сьогодні і в найближчому майбутньому на збільшення чи утримання на стабільному рівні сільськогосподарської продукції, є застосування агрохімічних засобів (добрива, хімічні меліоранти, пестициди). Це зумовлює специфіку його дослідження і регламентації впливу на природу.

Використання агрохімічних засобів у землеробстві, як показують дослідження, особливо з порушенням технологій їх внесення, стосується всіх елементів ландшафту і призводить до надходження частини внесених хімічних речовин у водні об'єкти, що може спричинити їхню евтрофікацію та погіршення якості води.

Для вивчення впливу агрохімічних засобів на навколишнє середовище вже недостатньо можливостей класичних методів агрохімії. Тому, як зазначає В. А. Ковда (1984), виникає новий напрямок у науці - агрогеохімія. Стосовно гідрохімії цей напрямок, на нашу думку, можна назвати агрогідрохімією.

Гідрохімія за таких умов не може задовольнитися звичайним дослідженням вмісту речовин, які є показниками впливу агрохімічних засобів на хімічний склад поверхневих вод. Необхідне вивчення генетичного зв'язку появи цих речовин у воді з кліматичними, ґрунтовими, геоморфологічними і геоботанічними умовами та антропогенним навантаженням на водозборі. При цьому першочергового значення набуває дослідження складу вод місцевого стоку як індикатора змін, що відбуваються на

водозборах під впливом землеробства. Але існують труднощі методичного і технічного характеру, оскільки стандартні гідрометеорологічні спостереження у створах середніх і великих річок не дозволяють висвітлити це питання. тому необхідне проведення досліджень на спеціальних полігонах (В.М.Котляков, М.І.Коронкевич, Г.М.Черногаєва, 1995).

Дана робота спрямована на подальший розвиток концепції диференційованої оцінки антропогенного впливу на хімічний склад різних типів природних вод наукової школи гідрохіміків Київського університету імені Тараса Шевченка (В.І.Пелешенка, Л.М.Горева, Д.В.Закревського та ін.).

Мета і завдання роботи. Метою роботи є оцінка закономірностей впливу агрохімічних засобів на стік хімічних речовин та якість поверхневих вод у різних природних зонах та оцінка екологічних умов їхнього застосування на прикладі басейну Дніпра. Досягнення цієї мети вимагало вирішення таких головних завдань:

- вивчення гідрохімічного режиму тимчасових (схилів води) і постійних водотоків (малі річки) на дослідних водозборах водобалансових станцій, розташованих у різних природних зонах;

- виділення періодів відносного гідрохімічного фону і сучасного розрахункового за допомогою дослідження багаторічних коливань водності річок;

- розробки і застосування методики оцінки впливу агрохімічних засобів на стік хімічних речовин з поверхневими водами;

- розробки і застосування методики оцінки впливу пестицидів на якість річкових вод;

- дослідження осадів стічних вод (ОСВ) та можливості їхнього застосування в різних фізико-географічних умовах;

- розробки і застосування методу оцінки екологічних умов використання агрохімічних засобів на прикладі басейну Дніпра.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження є малі водозбори водобалансових станцій, басейни середніх річок і Дніпра в цілому. Предметом - умови формування складу і стоку хімічних речовин під впливом агрохімічних засобів.

Методологія та методи дослідження. Методологічну основу роботи становлять концепції гідрохімії, гідрології та агрохімії, а також концептуальний апарат теорії ймовірно-статистичного аналізу в застосуванні його до вивчення закономірностей формування хімічного складу природних вод в антропогенних умовах.

Методи інтерпретації гідрохімічної інформації: оцінка статистичних характеристик хімічного складу вод за допомогою параметричних критеріїв; апроксимація динаміки багаторічних рядів даних за допомогою оптимальних функцій методом найменших квадратів; аналіз циклічності коливання водного стоку методом різницевих інтегральних кривих; оцінка однорідності зразків ОСВ та екологічних умов застосування агрохімічних засобів у різних регіонах басейну Дніпра за допомогою методу кластерного аналізу; виявлення структурних особливостей ОСВ і направленості процесів формування їхніх фізико-хімічних властивостей за допомогою методів факторного і кореляційного аналізів.

Математична обробка здійснювалася на різних персональних ЕОМ, переважно на IBM 486 PC за програмою "Statgraf".

Методи визначення хімічного складу вод: методи об'ємного аналізу (головні іони); фотометричний метод (біогенні речовини); атомно-абсорбційний метод (мікроелементи).

Вісідними матеріалами стали результати експедиційних і стаціонарних польових досліджень, виконаних за участю автора протягом 1976-1993 рр. на різних водних об'єктах у басейні Дніпра, і опубліковані та фондові матеріали Держкомгідромету, Мінекобезпеки та Держводгоспу України.

Основні положення, що захищаються. 1. Проблема впливу агрохімічних засобів на поверхневі води повинна вирішуватися шляхом вивчення реального вмісту та стоку хімічних речовин, які виносяться з водами місцевого стоку в річки вищого порядку. Дані про винос хімічних елементів з дослідних майданчиків сільгоспугідь безпосередньо не характеризують їхнє кінцеве надходження у водотоки і водойми, оскільки не враховуються процеси трансформації на шляху від поля до водного об'єкта. Хімічний склад вод місцевого стоку (схиліві води та води малих річок, які сформувалися в межах однорідного фізико-географічного району) є індикатором антропогенних змін на водозборі, оскільки формується в основному за рахунок солей природного походження і внесеними з агрохімічними засобами, які вимиваються з верхнього (орного) шару ґрунту. Достатньо однорідний склад вод місцевого стоку, визначений фізико-географічними умовами і однаковою системою землеробства, є фізичною основою для територіальних зональних узагальнень.

2. Осади господарсько-побутових і змішаних стічних вод, які утворюються на очисних спорудах, можуть використовуватися як органомінеральні добрива на сільгоспугіддях за умови контролю вмісту в ґрунті лімітованих показників (у першу

чергу наявності патогенних мікроорганізмів і солей важких металів).

3. Розроблений метод оцінки екологічних умов застосування агрохімічних засобів і виконане районування басейну Дніпра дозволяє виявити групи фізико-географічних районів, а відповідно і басейнів малих річок у межах однієї або кількох фізико-географічних областей, які мають подібні екологічні умови для використання агрохімічних засобів, що дає змогу уніфікувати водоохоронні заходи.

4. Запропонована концепція моніторингу впливу землеробства на якість поверхневих вод ґрунтується на комплексному вивченні водного стоку і стоку хімічних речовин та їх генетичних складових у рамках геосистеми "водозбір-річка", врахуванні особливостей різних природних та антропогенних ландшафтів. Існуюча система стандартних гідрометеорологічних спостережень не задовольняє вимог щодо оцінки впливу землеробства на якість поверхневих вод.

Наукова новизна, теоретична та практична цінність роботи. Наукова новизна полягає в тому, що вперше створена наукова праця, в якій на основі виконаних автором досліджень і розробок вирішено наукову проблему, яка має важливе народногосподарське значення: досліджена на прикладі басейну великої річки роль агрохімічних засобів у формуванні якості поверхневих вод і стоку хімічних речовин за багато-річний період та оцінені екологічні умови застосування агрохімічних засобів у різних фізико-географічних регіонах. Зокрема, в даній роботі вперше:

- у різних природних зонах (мішаних лісів, лісостеповій і степовій) експериментальним шляхом досліджений вміст спо-

лук азоту, фосфору і головних іонів, їх режим і стік в основних генетичних складових місцевого стоку (схиліві води, вода малих річок), який є одним з важливих факторів надходження агрохімічних засобів у води середніх і великих річок;

- на основі виділення періодів відносного агрохімічного фону і сучасного розрахункового виконана оцінка впливу агрохімічних засобів на стік біогенних речовин і головних іонів з поверхневими водами по дослідних водозборах і в басейні Дніпра в цілому;

- з метою обґрунтування використання як органомінеральних добрив за широким діапазоном показників досліджено ОСВ очисних споруд (мікроорганізми, органічна речовина, головні іони, важкі метали, радіонукліди, пестициди);

- розроблений метод оцінки екологічних умов застосування агрохімічних засобів за комплексом фізико-географічних факторів: рівень забезпеченості ґрунтів азотом, фосфором і калієм, їх кислотність, ступінь еродованості, фільтраційна здатність орного шару, рельєф, кліматичні умови, глибина залягання ґрунтових вод, густота річкової мережі, мінералізація поверхневих вод;

- розроблена концепція та методологія організації моніторингу землеробства на якість поверхневих вод.

У методичному відношенні новими є організація і проведення в Україні досліджень на гідролого-гідрохімічному стаціонарі, методика оцінки впливу агрохімічних засобів на стік хімічних речовин з річковими водами, методика оцінки впливу пестицидів на якість поверхневих вод за коефіцієнтом пестицидного навантаження, схема ступенів ризику використання недостатньо знезаражених ОСВ для удобрення сільгоспугідь.

У регіональному відношенні вперше проведені дослідження хімічного складу вод місцевого стоку на дослідних водозборах водобалансових стацій, розташованих у різних природних зонах (мішаних лісів, лісостеповій та степовій). Для території басейну Дніпра, який займає близько половини території України, виявлені групи фізико-географічних районів з подібними екологічними умовами застосування агрохімічних засобів.

Теоретична цінність полягає в тому, що виконана дисертаційна робота є базою започаткованого автором наукового напрямку в гідрохімії - агрогідрохімії, в якому синтезуються основні концепції гідрохімії (стік хімічних речовин, антропогенна складова, якість води) та агрохімії (біогеохімічний кругообіг, баланс поживних елементів, хімічний захист рослин).

Практична цінність полягає у можливості на основі даних наукових розробок організувати моніторинг впливу землеробства на якість поверхневих вод без капітальних затрат, реорганізувавши роботу існуючих водобалансових стацій. Районування території за екологічними умовами застосування агрохімічних засобів розширює можливості прогнозування врожаю сільськогосподарських культур за ґрунтово-кліматичними та агрохімічними ресурсами, дає можливість оптимізувати водоохоронні заходи в межах виділених груп фізико-географічних районів.

Практична реалізація роботи. Наукові розробки впроваджені в таких установах: Інституті "Київпроект" для створення "Проекту районної планівки центральної господарської зони Київської області"; Київському центрі з контролю та вивчення забруднення природного середовища при складанні оглядів "Про

стан забруднення вод суші Української РСР" у 1980 і 1982рр. для урядових органів; Міжреспубліканській Раді Академій наук ВРСР, МРСР та УРСР при розробці програми "Наукові основи раціонального використання та охорони вод басейну річок Дніпра, Дністра та Прип'яті"; Волинській гідрогеолого-меліоративній партії (м. Ковель) для організації моніторингу якості природних вод на осушуваних територіях Волинського Полісся; Богуславській польовій гідрологічній базі УкрНДГМІ для організації моніторингу хімічного складу схилових вод на сільгоспугіддях.

Розробки по темі дисертації увійшли до "Гідрохімічного атласу СРСР" (М.: ГУГК, 1990), довідника "Малі річки України" (К.: Урожай, 1991).

Результати досліджень використані при виконанні в Київському університеті імені Тараса Шевченка державних бюджетних і госпдоговірних тем, а також договорів про творчу співдружність, одним з провідних виконавців чи науковим керівником яких був автор:

"Дослідити природні умови і ресурси м. Києва і приміської зони на період 1980-2020 рр." (госптема 83-77, 1977-1980 рр.); "Вивчити хімічні характеристики стоку річок Української РСР в Чорне і Азовське моря" (1981-1985 рр., план АН України - 3.6.2.1, план Міжнародної гідрологічної програми по Україні на 1981-1983 рр.); "Розробити і впровадити кількісну оцінку впливу різних антропогенних факторів на гідрохімічний режим річок України" (1986-1990 рр., республіканський план, РН.81.01.05).; "Дослідити вміст пестицидів у схилових і річкових водах водозборів Богуславського гідролого-гідрохімічного стаціонару Київського університету"

(Договір про творчу співдружність з УкрНДІТОКС, 1987-1988 рр.); "Апробація дистанційних методів відбору проб води з вертольоту на Київському водосховищі та його притоках і в басейні р. Південний Буг" (Договір про творчу співдружність з Гідрохімічним інститутом Держкомгідромету СРСР, м. Ростов-на-Дону, 1987 р.); "Еколого-гідрохімічна оцінка природних вод України" (тема на замовлення інституту Укрводпроект, 1991 р.); "Дослідження хімічного складу мулових відкладів очисних споруд м. Нетішин і розробка рекомендацій по їх використанню на сільгоспугіддях" (госптема 84-91, 1992 р.); "Вплив агрохімічних засобів на якість природних вод у районах інтенсивного землеробства" (тема на замовлення Інституту сорбції та проблем ендоекології НАН України, 1993 р.); "Дослідити умови відновлення якості води та ефективного функціонування малих річок в басейні Дніпра в межах України" (1992-1994 рр., план Міносвіти України, наказ N 68 від 31.03.93).

Наукові звіти з тем по вивченню гідрохімічних умов на осушуваних землях і хімічних характеристик стоку річок України, в яких автор дисертації був співавтором, відзначені на конкурсах наукових робіт Мінвузу України (1982 р. - III премія, 1987 р. - II премія).

Результати досліджень впроваджені у навчальний процес. Автором вперше розроблений і читається на кафедрі гідрології та гідрохімії спецкурс "Агрогідрохімія", з якого опубліковано навчальний посібник (1995 р.). Видані також у співавторстві навчальний посібник "Методи очистки вод" (1993 р.), підручник "Гідрохімія України" (1995 р.) та ін..

Апробація результатів дослідження. Основні положення

дисертації викладені більш ніж у 30 доповідях на різних наукових форумах, в тому числі на 10-й Гідрометеорологічній конференції (м. Паланга, Литва, 1983 р.), 28-й та 29-й Всесоюзних гідрохімічних нарадах (м. Ростов-на-Дону, 1984 р., 1987 р.), Всесоюзній конференції з вивчення природних ресурсів гирлових областей річок (м. Одеса, 1984 р.), 5-му, 6-му і 7-му з'їздах Географічного товариства України (м. Сімферополь, 1985 р., м. Одеса, 1990 р., м. Київ, 1995 р.), 5-му Всесоюзному гідрологічному з'їзді (м. Санкт-Петербург, 1986 р.), Всесоюзній конференції молодих вчених "Гідрологія 2000-го року" (м. Москва, 1986 р.), Національному конгресі Асоціації географів Румунії (м. Буштень, Румунія, 1988 р.), Міжнародному геоморфологічному симпозиумі балканських країн (м. Оршова, Румунія, 1988 р.), Міжрегіональній конференції з проблем екологічної оптимізації землекористування і водогосподарського будівництва в басейні Дніпра (м. Київ, 1992 р.), 17-й Міжнародній конференції придунайських країн з питань прогнозів і гідрологічних основ водного господарства (м. Будапешт, Угорщина, 1994 р.), Міжнародному симпозиумі з методів охорони атмосфери і водного середовища, регулювання та довгострокового планування природоохоронних заходів (м. Санкт-Петербург, 1994 р.), Науково-практичній конференції з проблем ефективного використання водних ресурсів та меліорації земель (м. Київ, 1996).

Результати роботи обговорювалися на конференціях науково-викладацького складу Київського університету імені Тараса Шевченка (1981, 1985, 1992, 1993 рр.), Бухарестського університету (Румунія, 1988 р.), Російського гідрометеорологічного інституту (м. Санкт-Петербург, 1991 р.).

Публікації. На тему дисертації автором видано 1 монографію і 1 навчальний посібник. Матеріали по дисертації у співавторстві опубліковані також у монографії по Київському Придніпров'ю, "Гідрохімічному атласі СРСР", довіднику по малих річках України, 1 навчальному посібнику, 1 підручнику, 35 статтях. Загальний об'єм 53 друкованих аркуші.

Особистий внесок автора в роботу. Теоретичні та методичні положення оцінки ролі агрохімічних засобів у формуванні хімічного складу поверхневих вод автором розроблені самостійно. Польові гідрохімічні дослідження на річках басейну Дніпра з більшості наукових тем, що перелічені вище, виконувалися експедиціями проблемної науково-дослідної лабораторії гідроекології та гідрохімії географічного факультету Київського університету імені Тараса Шевченка, які очолював автор. Експериментальні дослідження на Богуславському гідролого-гідрохімічному стаціонарі проводилися під науковим керівництвом і за безпосередньої участі автора.

Деякі методичні підходи у вивченні схилового стоку розроблялися під час наукового стажування в Бухарестському університеті (Румунія) на геоекологічному стаціонарі географічного факультету (1988-1989 рр.).

Дослідження осадів стічних вод очисних споруд м. Нетішин виконувалися спільно з к.х.н., с.н.с. В.М.Савицьким.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація, в цілому викладена на 331 сторінці машинописного тексту, включає 25 рисунків, 95 таблиць, 14 додатків. Список літератури налічує 292 найменування, з них 32 - латиницею.

Дисертація складається з 6 глав, загальної характеристики роботи, висновків, додатків і списку літератури.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Глава 1. ОСНОВНІ ФАКТОРИ І ШЛЯХИ МОЖЛИВОГО ВПЛИВУ АГРО-ХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ВЛАСТИВОСТІ ТА СКЛАД ПРИРОДНИХ ВОД

Короткий огляд виконаних досліджень. При застосуванні добрив обов'язково повинні враховуватися екологічні аспекти. З таких позицій проводяться дослідження рядом вітчизняних і зарубіжних вчених (Е.Г.Дегодюк та ін., 1988; І.С.Коплан-Дікс, Г.В.Назаров, В.К.Кузнецов, 1985; В.Ф.Ладонін, М.І.Луньов, 1984; В.Г.Мінеєв, 1990; Т.П.Унанянц, 1981; I.Lang. Z.Nagnos, 1985 та ін.). Важливим є питання надходження в природні води азоту, фосфору і калію з добривами. Оціненню цього процесу присвячені роботи В.Г.Мінеєва (1984, 1990), О.В.Петербурзького (1979), В.А.Ковди (1984), М.Т.Гончара (1986), Е.Хайніша, Х.Паукке (1979), М.М.Городнього (1990), Л.І.Никифоренка, А.Г.Тарарики, В.В.Заїки (1983). Особлива увага приділяється вивченню нітратних сполук (М.О.Бобрицька, 1984; О.В.Ключарев, 1982; В.Н.Кудеяров, В.Н.Башкін, 1978; Г.П.Лалшина, М.М.Тарасов, 1970; З.Д.Федотов, В.П.Страутиня, 1969; В.К.Хільчевський, 1994; K.Zadlivar, 1964; G.Kruglova, 1982; I.Hall, 1984; K.Gerum, F.Pusch, 1989), а також баластним для добрив компонентам - кальцію, хлору, сульфатам та ін. (Ю.В.Алексеев, 1981; В.Г.Мінеєв, 1984; Д.В.Закревський, 1992).

Реально існує проблема накопичення пестицидів у біосфері та у водних об'єктах зокрема. Тому вчені спрямовують свої зусилля на вивчення процесів їх міграції у водні об'єкти (Л.І.Медвідь, 1974; Л.П.Брагинський, Ф.Я.Комаровський,

О.І.Мережко, 1979; Л.П.Брагинський, 1972; К.К.Врочинський, М.М.Телитченко, О.І.Мережко, 1980; К.К.Врочинський, 1981, 1987; В.Т.Каплін, Т.П.Лиховидова, 1984; С.Г.Малахов, Ц.І.Бобовникова, 1981; В.К.Хільчевський, 1994; В. Wanchofe, 1988).

При дослідженні впливу агрохімічних заходів на якість природних вод більша увага приділяється колекторно-дренажним водам *зрошуваних масивів*, оскільки вони більш інтенсивно промивають товщу ґрунту (В.А.Ковда, 1984; Г.П.Лапшина, М.М.Тарасов, 1970; О.О.Алекін, А.С.Демченко, Л.В.Бражникова та ін., 1967, 1968, 1969, 1979; М.М.Тарасов, В.С.Баранов, Е.О.Кобилева та ін., 1984; R.Sylvester, 1963; G.Wilsox, 1982). Можливість надходження агрохімічних засобів у водні об'єкти на *богарних землях* досліджували Е.Хайніш, Х.Паунке (1979), В.О.Мельникова, А.С.Демченко М.М.Тарасов (1987), Ц.І.Бобовникова, Є.П.Вірченко, Г.К.Морозова (1979); E. de Becker, G.Billen (1984), H.Wegener (1984), на *осушуваних територіях* - Є.П.Панов, Г.І.Корольова (1982), З.Б.Кіндеріс (1978), З.Д.Федотова (1978), Н.І.Іванушкіна, Г.П.Рябцева (1985), О.Ф.Попова (1988), В.І.Пелешенко, Д.В.Закревський, В.К.Хільчевський (1980), Д.В.Закревський (1990, 1991, 1992).

Дослідження осадів стічних вод (ОСВ) очисних споруд. За впливом на хімічний склад вчені порівнюють ОСВ з органомінеральними добривами (Т.М.Хрустова, С.Я.Найштейн, 1974; О.І.Терещук, 1988; R.Gerum, F.Pusch, 1988; Ю.Г.Бескровний та ін., 1989; В.М.Савицький, В.К.Хільчевський, К.О.Чеботько та ін., 1994). Але при їх застосуванні для удобрення сільгоспугідь виникають природоохоронні питання, пов'язані з наявністю патогенних мікроорганізмів (E.Grainicennu, M.Decum, V.Tomescu, 1986; H.Greenberg, T.Shastison, W.Elldas, 1986) і

токсичних речовин (С.М.Касатиков, В.О.Касатикова, 1991; D.Stadelmann, O.Fureer, 1995). Тому всі дослідники наголошують на чіткому контролі внесення ОСВ на сільгоспугіддя після спеціальної обробки.

Не дивлячись на різноманітність підходів при дослідженнях, аналіз літератури показує недостатню розробленість методичних аспектів оцінки впливу агрохімічних засобів на хімічний склад природних вод взагалі і поверхневих зокрема, відсутність узагальнюючих робіт з цієї проблеми на географічній основі.

Гідрохімічні дослідження в басейні Дніпра. Гідрохімічний режим річок басейну Дніпра та його водосховищ вивчали вчені Інституту гідробіології НАН України Г.Д.Коненко (1952), О.І.Денисова, Ю.Г.Майстренко (1962), О.І.Денисова (1967, 1974, 1979), О.П.Нахшина (1964, 1968), Я.Я.Цееб, Ю.Г.Майстренко (1972), О.М.Алмазов, О.І.Денисова, Ю.Г.Майстренко та ін. (1978), В.В.Поліщук, В.С.Трав'янка, Г.Д.Коненко та ін. (1978), Л.М.Зімбалеvська з колегами (1978); Дніпровського лиману - О.М.Алмазов (1962), Л.О.Журавльова (1988), В.М.Самойленко (1990). Органічну речовину води і донних відкладів дніпровських водосховищ досліджували Ю.Г.Майстренко (1965), О.І.Денисова, О.П.Нахшина, Б.І.Новиков та ін. (1987); мікроелементи - О.П.Нахшина (1983), П.М.Линник, Б.Й.Набиванець (1986), Ю.Б.Набиванець (1990), В.М.Білокінь (1993), І.В.Іскра (1995). Узагальнюючою стала монографія О.І.Денисової, В.М.Тимченка, О.П.Нахшиної та ін. (1989).

Значні регіональні гідрохімічні дослідження в басейні Дніпра виконані вченими Київського університету імені Тараса

Шевченка. Вони стосуються гідрохімічного районування і картографування (Л.М.Горєв, Д.В.Закревський, В.І.Пелешенко, 1974; В.І.Пелешенко, 1975; за ред. В.І.Пелешенко, 1979), хімічного стоку річок (Д.В.Закревський, В.І.Пелешенко, В.К.Хільчевський, 1988); режиму та стоку біогенних елементів (С.І.Сніжко, 1989), мікроелементів (В.М.Савицький, 1988; В.І.Осадчий, 1991), надходження хімічних речовин з атмосферними опадами (М.І.Ромась, 1979). Роль зрошувальних меліорацій оцінена Л.М.Горєвим (1987), осушувальних - Д.В.Закревським (1992).

Проблемами якості природних вод у басейні Дніпра для різних цілей займаються в установах УкрНДІВЕР (О.І.Денисова, А.П.Чернявська, А.В.Яцик та ін.), УкрНДГМІ (В.І.Осадчий, Н.М.Осадча, О.В.Войцехович), УкрНДГІМ (Г.П.Рябцева та ін.), Укрводпроект (К.О.Чеботько та ін.), УкрНЦОВ (А.В.Гриценко та ін.).

Баланс поживних речовин ґрунту і добрива. Зв'язок між різними структурними одиницями біосфери, біогеоценозів і ґрунтом здійснюється через біогеохімічні кругообіги, які являють собою систему узгоджених у просторі та часі трансформаційних і міграційних потоків речовин і мають циклічний характер. У природних біогеоценозах досягається замкнутий цикл біогенних елементів. У штучних агроценозах відбувається розрив цього циклу через відчуження на отримання врожаю і значні втрати елементів живлення при поверхневому змиві, інфільтрації, ерозії, звіюванні. Тому важливим питанням у землеробстві є створення активного балансу поживних речовин (в першу чергу NPK), що досягається застосуванням мінеральних добрив (О.В.Петербурзький, 1979). Баланс речовин у ґрунті

має вигляд:

$$R_{\text{мд}} + R_{\text{од}} + R_{\text{р}} + R_{\text{п}} + R_{\text{б}} + R_{\text{ао}} = R_{\text{у}} + R_{\text{з}} + R_{\text{гв}} + R_{\text{е}} + R_{\text{г}} + R_{\text{і}}.$$

У прибутковій частині надходження з: $R_{\text{мд}}$ - мінеральними добривами; $R_{\text{од}}$ - органічними добривами; $R_{\text{р}}$ - рослинними рештками; $R_{\text{п}}$ - посівним матеріалом; $R_{\text{б}}$ - біологічною фіксацією клубеньковими бактеріями та іншими мікроорганізмами; $R_{\text{ао}}$ - атмосферними опадами. У видатковій частині: $R_{\text{у}}$ - винос з урожаєм основної та побічної продукції; $R_{\text{р}}$ - винос з рослинними рештками; $R_{\text{з}}$ - змив скиловими водами; $R_{\text{гв}}$ - міграція в ґрунтові води; $R_{\text{е}}$ - втрати в результаті можливих ерозійних процесів; $R_{\text{г}}$ - газоподібні втрати; $R_{\text{і}}$ - інші втрати.

Вплив добрив на продуктивність агроєкосистем обмежений природними умовами. Межею позитивного ефекту застосування добрив є повне забезпечення вирощуваної культури поживними елементами. Неадекватність внеску в агроєкосистему мінерального живлення приросту сільськогосподарської продукції зумовлюється його втратами в результаті вимивання, ерозії, виводу бур'янами, а також недосконалістю існуючої технології внесення (Г.В.Добровольський, Л.О.Гришина, 1985). Тому в розвинених країнах світу в останні роки застосування добрив зростає в незначній мірі або ж залишається на стабільному рівні, але в більшості з них цей рівень у два-п'ять разів вищий, ніж у нашої країни (М.М.Городній, 1993). Так, в Англії вносять понад 350 кг/га поживних речовин, у Франції - 320, у Німеччині - 500, в Японії - 500 (урожайність зернових 50 ц/га), в Голандії - 800 кг/га (урожайність зернових 70 ц/га), в Україні - близько 160 кг/га (урожайність 24 ц/га).

Застосування агрохімічних засобів у басейні Дніпра. Басейн Дніпра характеризується значною сільськогосподарською

освоєністю. Площа сільгоспугідь в басейні на території України становить 23274 тис. га, в тому числі ріллі - 16327 тис. га (площа басейну 30532 тис. га). За даними Мінекобезпеки в 1993 р. у південних районах було внесено 95-98 кг/га НРК (Херсонська, Миколаївська області), у північних - 150-190 кг/га НРК (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська, Чернігівська).

Застосування пестицидів у цей час становило близько 1,1-1,4 кг/га ріллі на сільгоспугіддях усього басейну.

Дози хімічних меліорантів (вапнування і гіпсування), які вносяться в ґрунт один раз на кілька років, становлять у басейні Дніпра від 3 до 10 т/га.

Основні фактори, які сприяють надходженню агрохімічних засобів у водні об'єкти. Зростаючі об'єми застосування агрохімічних засобів можуть призводити до їхнього попадання у водні об'єкти. Фактори, які сприяють цьому, можуть бути: механічні втрати на шляху від заводу до поля; порушення науково обгрунтованої системи внесення; втрати внаслідок водної та вітрової ерозії ґрунту; міграція речовин по профілю ґрунту до ґрунтових вод; безпосереднє змивання схилними водами з поверхні полів. Останній фактор може бути найсуттєвішим.

Можливий вплив агрохімічних засобів на склад і властивості природних вод зводиться в основному до двох взаємозв'язаних процесів: антропогенного евтрофування водних об'єктів і погіршення якості води.

Глава 2. УМОВИ ФОРМУВАННЯ ВОДНИХ РЕСУРСІВ ДНІПРА.

ІХ ВИКОРИСТАННЯ ТА ЯКІСТЬ

Природні умови. Дніпро є найбільшою рікою України (пло-

ща 510,2 тис. км², довжина 2285 км, після будівництва водосовищ - 2200 км) і займає третє місце після Волги і Дунаю на європейському континенті. У межах України Дніпро має довжину 1205 км і площу близько 300 тис. км². Природні умови в різних частинах басейну охарактеризовані в роботах О.І.Денисової, В.М.Тимченка, О.П.Нахшиної та ін. (1989), "Фізико-географічному районуванні Української РСР" (1968) та ін.

Коротко зазначимо, що басейн Дніпра розміщений у трьох природних зонах: мішаних лісів (до м. Києва), лісостеповій (до м. Запоріжжя) і степовій. Як відзначає О.Н. Лапогонов (1978) у наш час втратив актуальність поділ Дніпра за гідрологічним режимом на Верхній, Середній і Нижній, оскільки річка нижче впадіння в неї р. Прип'ять являє собою каскад водосховищ. Ці поняття можна вживати лише для того, щоб показати місце розташування тих чи інших об'єктів.

На території басейну Дніпра в Україні проживає близько 22 млн чол. у 19 адміністративних областях. Сільськогосподарська освоєність території басейну становить в середньому 63,5 %. Питома вага ріллі в складі сільгоспугідь досягла 80%. Поверхня басейну зайнята лісами на 18,8%, розорана - на 60%, урбанізована - на 5%, зайнята меліоративними системами - на 10%, затоплена штучними водоймами - на 3%. Таким чином, на 4/5 території басейну Дніпра первинний природний ландшафт значно трансформований.

Коливання водності річок. Коливання стоку річок за багаторіччя цікавлять гідрохіміків як основа для дослідження гідрохімічного режиму річок у різні періоди водності і як кількісний фактор оцінки надходження хімічних речовин у водні об'єкти та оцінки їхніх втрат. Як відзначає С.С.Левківсь-

кий (1979), за період систематичних спостережень на Дніпрі (з 1818 р.) у водності річки можна виділити 9 повних циклів внутрівікових коливань. Вони включають багатоводні та маловодні періоди, середній стік протягом яких виявлявся на 7-30% вищим або нижчим від норми. З настанням багатоводного періоду (з 1977 р.) природне підвищення водності лише нейтралізувало помітно зростаюче безповоротне водокористування. Середній стік Дніпра за останні 10, 20, 30 і 40 років зберігається приблизно однаковим - $43-45 \text{ км}^3 / \text{рік}$ (В.М.Тимченко, 1989).

Для аналізу коливань стоку річок басейну Дніпра нами були побудовані різницеві інтегральні криві по 12 водпостах на середніх і малих річках, які розміщені рівномірно по всій площі басейну і мають достатньо тривалі періоди спостережень (з 20- і 50-х років). Метою дослідження коливань стоку малих річок дослідних водозборів Придеснянської ВБС, Богуславського ГТС і Велико-Анадольської ВБС (Головесня, Бутеня, Богуславка, Пасічна) було виділення конкретних періодів однонаправлених змін водності для порівняння хімічного складу води в однаковій фазі. Аналіз різницевих інтегральних кривих дозволив виділити такі періоди - 1956-1960 рр., 1971-1975 рр. і 1986-1990 рр., для яких характерний спад водності.

Використання водних ресурсів. У 1990 р. - останньому році стабільного розвитку країни - за даними Держводгоспу господарським комплексом у басейні Дніпра та за його межами було використано $24,8 \text{ км}^3 / \text{рік}$ дніпровської води. Найбільша частина цього об'єму припадає на виробничі потреби - $13,0 \text{ км}^3$ (54%); для потреб зрошення - $7,4 \text{ км}^3$ (31%); на господарсько-побутові потреби населення - $2,7 \text{ км}^3$ (11%); на сіль-

госпводопостачання - $0,9 \text{ км}^3$ (4%). Безповоротне водокористування становило $12,7 \text{ км}^3$ (близько 50%).

Загальне водовідведення від промислових підприємств у басейні становить близько $9,9 \text{ млрд м}^3/\text{рік}$, з них без очистки - $282 \text{ млн м}^3/\text{рік}$. Кількість колекторно-дренажних вод із зрошуваних масивів становить близько $6 \text{ млрд м}^3/\text{рік}$, загальне водовідведення від тваринницьких комплексів і ферм - близько $170 \text{ млн м}^3/\text{рік}$.

Водними ресурсами малих річок забезпечується 18% усіх народногосподарських потреб у басейні Дніпра. Це в основному сільгоспводопостачання (60%) та зрошення (38%). У малу гідрографічну мережу скидається 15% усіх стічних вод у басейні і 6% забруднених.

Оцінка якості річкових вод. Оцінка якості річкових вод басейну Дніпра за 1990-1993 рр. виконана по 90 створах за індексом забруднення вод (ІЗВ). Отримані результати свідчать, що в цілому по басейну якість річкових вод оцінюється в інтервалі II-V класів. Більше половини створів (53%) має якість води III класу (помірно забруднена). Мало створів з водою II класу (чиста) - 19%, більше з водою IV класу (забруднена) - 26%. Дуже мало, але зустрічаються створи з водою V класу (брудна). Не виявлено серед досліджуваних створів крайніх значень класів - ні I (дуже чиста), ні VI (дуже брудна) і VII (надзвичайно брудна).

Глава 3. МЕТОДИКА НАТУРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБРОБКА ДАНИХ

Натурні дослідження стали поєднанням різних видів польових досліджень в басейнах приток р. Дніпра: 3-4 місячні експедиції в літньо-осінній період на річках зони мішаних

лісів і лісостепу (1976-1986 рр.), коли за сезон відбиралося понад 400 проб; проведення гідрохімічних зйомок у різні фази гідрологічного режиму на водних об'єктах Київського і Чернігівського Полісся в 1978-1980 рр. (212 проб), дистанційний відбір проб води з вертольота на Київському водосховищі та його притоках спільно із співробітниками Гідрохімічного інституту Держкомгидромету СРСР (м.Ростов-на-Дону) у 1987 р. (42 проби); літні експедиції на дослідних водозборах Придеснянської (зона мішаних лісів) та Велико-Анадольської (степова зона) водобалансових станцій (ВБС) у 1993 р. (48 проб); гідрохімічні спостереження і польові досліді при вивченні схилових вод та води малих річок на Богуславському гідролого-гідрохімічному стаціонарі (ГГС) - лісостепова зона, починаючи з 1981 р. (близько 80 проб на рік); відбір та аналіз проб стічних вод та зразків ОСВ у мулових відвалах на очисних спорудах м.Нетішина (Хмельницька обл.) і ґрунтів на прилеглій території (понад 50 проб).

Класичні для географії методи і підходи при вивченні природних об'єктів були адаптовані для потреб гідрохімічних досліджень. Так, вперше в Україні за безпосередньої участі автора був організований Богуславський ГГС, обрані та досліджені у трьох природних зонах експериментальні водозбори, вперше дослідним шляхом вивчався хімічний склад вод місцевого стоку, вплив частоти відбору проб на визначення хімічного стоку річок.

Хіміко-аналітичні роботи з аналізу природних вод виконувалися в польових умовах і в стаціонарній лабораторії з дотриманням стандартних методик, які рекомендовані для використання в системі Держкомгидромету (А.В.Семенов 1977). У

природних водах визначався вміст біогенних речовин (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-}) та головних іонів (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+).

Дещо складнішою і більш трудомісткою була робота з ОСВ і ґрунтами (Є. В. Аринушкіна, 1962; "Полевой определитель почв", 1981). Хімічний склад ОСВ і ґрунтів вивчався в стаціонарній лабораторії шляхом визначення вмісту у водних витяжках сполук біогенних елементів, органічної речовини, головних іонів. Вміст водорозчинних форм важких металів (Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb) визначався екстракційно-атомно-абсорбційним методом за методикою, розробленою В. І. Пелешенком, В. М. Савицьким, В. І. Осадчим та ін. (1988). Визначення залишкових кількостей пестицидів (ДДЕ, ДДД, ДДТ, ГХЦГ) виконувалося хроматографічними методами в УкрНДІТОКС, радіонуклідів (^{40}K , ^{106}Ru , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{144}Ce та ін.) – на гамма-спектрометрі з багатоканальним аналізатором імпульсів фірми "Nokia" (Фінляндія) і германієвим детектором фірми "Ortec" (США) в УкрНДІ сільськогосподарської радіології, мікробіологічних показників (амоніфікуючі бактерії, оліготрофи, актиноміцети, мікрогриби) – в УкрНДІ цукрового буряка.

Методи обробки даних названі в загальній характеристиці роботи. Крім математичних методів, застосовувалися гідрохімічні методики обробки та інтерпретації даних: складання формул хімічного складу води за процентним вмістом аніонів і катіонів (формула Курлова); оцінка якості води за індексом забруднення (ІЗВ); визначення запропонованого в дисертаційній роботі коефіцієнта пестицидного навантаження ($K_{\text{пн}}$) на водний об'єкт на ін.

Глава 4. ВПЛИВ АГРОХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ НА СТІК ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН І ЯКІСТЬ ВОД БАСЕЙНУ ДНІПРА

Оцінка впливу агрохімічних засобів на стік хімічних речовин, на нашу думку, найбільш реально може бути виконана шляхом дослідження їхнього вмісту та виносу з водозборів водами місцевого стоку. Згідно з П.П.Воронковим (1970), до місцевого стоку належать води, що утворилися з атмосферних опадів, які випали на поверхню достатньо однорідного водозбору (ландшафту) і сформували хімічний склад у процесі стікання в його межах. З гіdroхімічної точки зору до вод, які забезпечують поверхнєве живлення річок, можна віднести лише поверхнево-схилові і ґрунтово-поверхнєві води, які вимивають з верхнього (орного) шару ґрунту розчинні солі природного походження і внесені з агрохімічними засобами. Оскільки вони близькі за генезисом, то їх об'єднують під однією назвою **схилові** (П.П.Воронков, 1979; Б.Г.Скакальський, 1995), що нами приймається в даній роботі. Води місцевого стоку різного походження в період свого існування на водозборі мають у тій чи іншій мірі суцільне поширення, що є фізичною основою для узагальнення їхніх властивостей на значних територіях. Тому нами були обрані в басейні Дніпра дослідні водозбори: в зоні мішаних лісів на Придеснянській ВЕС; у лісостеповій - Богуславському ГТС; у степовій - на Велико-Анадольській ВЕС.

Схилувий стік, який фіксується гідрометричними пристроями в улоговинах і балках (тимчасові водотоки), спостерігається під час весняного водопілля в результаті танення снігу, а також під час літньо-осінньої межені від злив.

Інший тип вод, який досліджувався, це води постійних водотоків або річкові води. На кожній водобалансовій станції

основним дослідним водозбором є мала річка, в замикаючому створі якої інтегрується місцевий стік з усього водозбору.

Гідрохімічний режим та стік хімічних речовин тимчасових водотоків, як і постійних, вивчався за даними багаторічних спостережень, що були розпочаті в середині 50-х років Гідрометеослужбою. Досліджувалися біогенні речовини (NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-}), оскільки азот і фосфор є найважливішими поживними елементами, які вносяться на сільгоспугіддя з добривами, та головні іони (HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Σ_1), частина з яких у значній кількості входить до складу добрив чи хімічних меліорантів (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}), або ж є баластними речовинами (SO_4^{2-} , Cl^-).

При визначенні частки скилового стоку, яка формується за рахунок агрохімічних засобів, виходимо з того, що ці засоби є єдиним фактором зміни хімічного складу скилових вод по улоговинах, цілком зайнятих під сільгоспугіддя, за багаторічний період. Тому необхідно знайти різницю між стоком хімічних речовин зі скиловими водами за сучасний розрахунковий період ($\text{VR}_{\text{ср}}$) та період відносного агрохімічного фону ($\text{VR}_{\text{сф}}$) по кожній досліджуваній уловині ($\text{VR}_{\text{сав}}$), яка і буде характеризувати внесок агрохімічних засобів (кг, т):

$$\text{VR}_{\text{сав}} = \text{VR}_{\text{ср}} - a \text{VR}_{\text{сф}},$$

де a - поправка на різницю водного стоку.

За розрахунковий був прийнятий період 1986-1990 рр., за фоновий - 1956-1960 рр. (див. гл. 2).

Застосування мінеральних добрив у басейні Дніпра в період, прийнятий як фоновий, було мінімальним - близько 20 кг/га НРК. У 1970 р. воно досягло 65 кг, а в 1990 р. - 160 кг/га НРК (М.М.Городній, 1993).

Знаходимо величину показника стоку хімічних речовин зі схилливими водами, який формується за рахунок агрохімічних засобів ($P_{caз}$), у цілому для басейну малої річки. Визначається він як середній для всіх улоговин (n), які зайняті під сільгоспугіддя ($кг/км^2$, $т/км^2$):

$$P_{caз} = (UR_{caз} / F_y + UR_{caз} / F_y + \dots + UR_{caз} / F_n) / n,$$

де F - площа улоговин, зайнятих під сільгоспугіддя.

Знайдений $P_{caз}$ дозволяє обчислити стік хімічних речовин зі схилливими водами, який формується за рахунок агрохімічних засобів ($R_{caз}$) з усієї території сільгоспугідь басейну ($кг$, $т$):

$$R_{caз} = P_{caз} \cdot F_{cr},$$

де F_{cr} - площа сільгоспугідь в басейні річки.

Вивчення стоку хімічних речовин з водами місцевого стоку на дослідних водозборах дозволяє поширити отримані результати на відповідні природні зони з метою оцінки впливу агрохімічних засобів на стік хімічних речовин у басейні Дніпра. Для цього треба розрахувати стік хімічних речовин, який формується в кожній природній зоні ($R_{пз}$)

$$R_{пз} = W_{пз} \cdot C_{пз},$$

де $W_{пз}$ - об'єм водного стоку, який формується в даній природній зоні, $км^3$; $C_{пз}$ - середня концентрація хімічної речовини в річкових водах зони, $мг/л$.

Величини $W_{пз}$ розраховувалися з використанням даних "Довідника з водних ресурсів" (1987). Вони становлять для середнього за водністю року, $км^3$: зона мішаних лісів - 8,72; лісостепова - 8,61; степова - 2,48. Величини $C_{пз}$ розрахову-

валися за матеріалами досліджень Д. В. Закревського, В. І. Пелешенка і В. К. Хільчевського.

Розрахунки стоку виконувалися як за біогенними речовинами (табл. 1), так і за головними іонами для середнього за водністю року.

У цілому в басейні Дніпра за рахунок виносу агрохімічних засобів з водозборів формується 7% річного стоку нітратів, 11% - нітритів і 8% - фосфатів.

Щодо головних іонів, то у басейні Дніпра за рахунок виносу агрохімічних засобів з водозборів формується 0,3% річного стоку гідрокарбонатів, 3% - сульфатів, 11% - хлоридів, 0,3% - кальцію, 0,7% - магнію, 8% - натрію і калію, 3% - суми іонів.

Таблиця 1. Середньорічний стік біогенних речовин у басейні Дніпра з території України (над риском) та його складова, що формується за рахунок застосування агрохімічних засобів (під риском), т/р (праворуч %)

Природна зона	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}
Мішаних лісів	$\frac{253}{48}$ I9	$\frac{49}{10}$ 20	$\frac{680}{88}$ I3
Лісостепова	$\frac{999}{47}$ 5	$\frac{67}{3,4}$ 5	$\frac{672}{27}$ 4
Степова	$\frac{280}{16}$ 6	$\frac{505}{5,5}$ I	$\frac{161}{8,7}$ 2
Всього в басейні Дніпра	$\frac{1532}{111}$ 7	$\frac{171}{19}$ II	$\frac{1513}{124}$ 8

Оцінка впливу пестицидів на якість річкових вод у басейні Дніпра. Оскільки пестициди є ксенобіотиками (речовинами

неприродного походження), то вже сам факт наявності будь-якої їх кількості у воді чи інших компонентах ландшафту є прямим показником антропогенного впливу. Але для пестицидів, як і для інших хімічних речовин, які використовує людина, існують об'єктивні критерії, виражені через ГДК.

Вміст хлорорганічних пестицидів (ХОП) у річкових водах басейну Дніпра вивчався по 18 створах, розташованих у всіх природних зонах, для яких є інформація Держкомгідромету за 1982-1992 рр. При цьому слід зазначити, що проаналізувати цю інформацію за такий достатньо тривалий період можна лише за ХОП (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДЕ, ДДТ), які порівняно регулярно визначалися і є більш стійкими, ніж пестициди фосфорорганічної групи.

Як показали дослідження, контрольовані пестициди в середньому для басейну Дніпра виявлялися в переважній меншості проб (від 10 до 38%). Їхні концентрації коливалися в основному в межах 0,001-1,0 мкг/л. Найбільше проб, у яких виявлені контрольовані пестициди, характерно для періоду весняного водопілля (28%), коли формується значний схиловий стік. У літньо-осінню межень їхня частка зменшується (21%), досягаючи мінімуму під час зимової межень (18%). Серед пестицидів, які частіше зустрічаються в проаналізованих пробах, на першому місці α -ГХЦГ (33% на рік), далі йдуть γ -ГХЦГ (26%), ДДТ та його метаболіт ДДЕ (по 15%).

Проведені в 1986-1987 рр. спільно з УкрНДІТОКС дослідження на Богуславському ГГС показали, що в схилових водах рівень концентрацій ХОП вищий, ніж у річкових.

Вплив пестицидів на якість річкових вод можна оцінити за допомогою ГДК. При цьому може бути два підходи. З позицій

використання водних об'єктів для господарсько-побутових цілей всі знайдені за період досліджень концентрації ХОП у річкових водах басейну (як правило, менше 1,0 мкг/л) не перевищують ГДК, які встановлені нормативами СанПін 4630-88, тобто цілком задовольняють вимоги за даними показниками.

З позицій використання водних об'єктів для рибогосподарських цілей, що передбачає повну відсутність у воді даних ХОП, усі встановлені за період досліджень їхні концентрації в тій чи іншій мірі перевищують ГДК, тобто не відповідають нормативам.

За умов дискретності характеру вмісту досліджуваної групи ХОП розраховувати їх винос з річковими водами басейну Дніпра за багаторічний період буде неправомірним. Але це не означає, що не можна розраховувати винос пестицидів по конкретних створах за проміжки часу, коли вони виявляються у воді річок.

Оскільки для різних пестицидів встановлені свої ГДК, то важко виявити роль кожного з них у впливі на якість річкових вод лише за концентраціями. Тому нами був розроблений такий показник, як коефіцієнт пестицидного навантаження ($K_{пн}$):

$$K_{пн} = n/N [(C_{max} - C_{min}) / C_{гдк}],$$

де n - кількість проб, у яких виявлявся пестицид; N - кількість проаналізованих проб; C_{max} , C_{min} - максимальна і мінімальна концентрації пестициду за період спостережень; $C_{гдк}$ - гранично допустима концентрація пестициду у воді водних об'єктів господарсько-побутового водокористування.

Як видно з табл. 2, в цілому більші значення $K_{пн}$ щодо видів пестицидів отримані для ізомерів гексахлорану - α - ГХЦГ (максимальний $K_{пн}$ = 0,012 у весняний період для зони

мішаних лісів) і - γ - ГХЦГ (максимальний $K_{пн} = 0,007$ у літньо-осінній період для степової зони). Більшість $K_{пн}$ для ДДТ та його метаболіта ДДЕ на один-два порядки менші, ніж в ізомерів гексахлорану, оскільки в них висока ГДК (100,0 мкг/л). Лише у весняний період $K_{пн}$ для ДДТ у лісостеповій зоні має значення 0,01.

Таблиця 2. Коефіцієнти пестицидного навантаження ($K_{пн}$) на річкові води в різних природних зонах басейну Дніпра

Природна зона	Сезон	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	ДДЕ	ДДТ
Мішаних лісів	Весна	0,012	0,001	0,002	0,002
	Літо-осінь	0,002	0,006	0,0005	0,001
	Зима	0,0001	0,0001	0,0001	0,00002
Лісостепова	Весна	0,0002	0,004	0,001	0,01
	Літо-осінь	0,003	0,003	0,0004	0,008
	Зима	0,003	0,002	0,001	0,0003
Степова	Весна	0,001	0,005	0,0002	0,00002
	Літо-осінь	0,001	0,007	0,0003	0,0001
	Зима	0,0002	0,0001	0	0

Такі надзвичайно малі абсолютні значення коефіцієнта пестицидного навантаження в даному випадку зумовлюються двома причинами. По-перше, виявленням пестицидів у незначній кількості проб (n/N), по-друге, надзвичайно низькими їхніми концентраціями, які на кілька порядків менші, ніж ГДК для водних об'єктів господарсько-побутового водокористування - $(C_{max} - C_{min})/C_{ГДК}$. У випадку зростання кількості проб, у яких будуть знаходити пестицид, і наближення його концентрації до ГДК (тим більше, перевищення) $K_{пн}$ буде зростати і може перевищувати одиницю.

Глава 5. ХАРАКТЕРИСТИКА СКЛАДУ ОСАДІВ СТИЧНИХ ВОД І МОЖЛИВОСТІ ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Значний інтерес, в тому числі і в сільському господарстві, викликає потреба утилізації та використання ОСВ. Так, на мулових майданчиках очисних споруд у басейні Дніпра, за даними Мінекобезпеки, накопичено близько 2 млн т необроблених ОСВ, що призводить до локального забруднення навколишнього середовища. Одним із шляхів вирішення цієї проблеми, яким пішли в багатьох країнах, є використання ОСВ після відповідної підготовки як органомінеральних добрив. Таку можливість підтверджують дослідження ОСВ на очисних спорудах міст України, які виконані Т.М.Хрусловою, С.Я.Найштейном (1974), О.І.Терещуком (1982), Ю.Г.Бескровним та ін. (1989), В.М.Савицьким, В.К.Хільчевським, К.О.Чеботьком та ін. (1994). Але лімітуючим фактором при цьому є наявність в ОСВ патогенних мікроорганізмів і деяких токсичних речовин. Необхідна спеціальна технологія їхньої обробки перед використанням.

Виконані нами дослідження осадів господарсько-побутових стічних вод м. Нетішина Хмельницької області показали, що в них є значна кількість водорозчинних солей (у середньому 2,6-3,3%), серед яких переважають сульфати, бікарбонати, кальцій, магній, амоній, а також хлориди. Значні концентрації доступних для живлення рослин біогенних елементів в ОСВ, мг/кг сухої речовини: $N_{NH_4^+}$ - 329-2442; $N_{PO_4^{3-}}$ - 3423-6336; $K_{рух}$ - 614-1280. Концентрації мікроелементів (Ti, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Rb, Fe, Y, Pb, As, Se, Br) від 0,8-5,1 (Se) до 58298-70756 мг/кг (Fe) сухої речовини. Фосфорорганічні пестициди і більшість пестицидів групи сим-тріазинів у мулових

відкладах не виявлені. Але знайдені хлорорганічні пестициди, причому їхній вміст вищий, ніж у ґрунтах. Це ГХЦГ, ДДТ і його метаболіти. У той же час їхні концентрації не перевищують ГДК для ґрунту, що не може викликати його забруднення при застосуванні ОСВ як добрив. Вміст радіоактивних елементів незначний. Їхні концентрації коливаються в межах $n \cdot 10^{-9}$ - $n \cdot 10^{-10}$ Кі/кг. Основний внесок у сумарну радіоактивність мають природні ізотопи (^{40}K , ^{212}Pb , ^{214}Pb , ^{214}Bi , ^{208}Tl).

Наявність в ОСВ мікроорганізмів у 5-6 разів перевищує аналогічний показник для ґрунтів. Але в них практично не виявлені бактерії групи кишкової палички і життєздатні яйця гельмінтів, що пов'язано з ефективністю термофільного зброджування. Таким чином, за мікробіологічними показниками якихось суттєвих обмежень для використання ОСВ не має.

Агрохімічна оцінка ОСВ. Під агрохімічною оцінкою ОСВ розуміємо виявлення ступеня їхньої спорідненості із регіональними ґрунтами і наявність токсичних речовин. Отримані експериментальні дані свідчать, що ОСВ є цінним органомінеральним субстратом, але мають значний вміст водорозчинних солей, зокрема хлоридів і деяких важких металів. У зв'язку з цим необхідні розрахунки допустимого надходження лімітованих токсичних речовин, для яких встановлені ГДК у ґрунтах за спеціальною методикою (О.І.Терещук, 1982). Як свідчать виконані нами розрахунки, величину щорічної дози внесення ОСВ у ґрунти регіону лімітують в першу чергу такі показники, як вміст водорозчинних солей (зокрема хлоридів), а також цинку (В.М.Савицький, В.К.Хільчевський, К.О.Чеботько та ін., 1994). З урахуванням їхніх концентрацій щорічна доза внесення ОСВ як добрив не повинна перевищувати 1,3-3,4 т/га сухої

речовини. На добре промитих ґрунтах лімітуючим показником стає лише цинк і вказана доза може бути збільшена до 4,8 т/га. З метою запобігання накопичення токсичних речовин у ґрунтах рекомендується вносити такий субстрат не частіше одного разу на п'ять років. Тоді максимальна доза досліджених осадів, яку можна вносити 1 раз на п'ятирічку (вологість 61,2%) становитиме 16,8-43,8 т/га ОСВ за сухою речовиною.

Можливість використання ОСВ як добрив у різних фізико-географічних умовах. Для нейтралізації прояву лімітуючих факторів при використанні ОСВ необхідне застосування прийомів їхнього перетворення в органомінеральні добрива. Достатньо ефективним є спосіб компостування з використанням добавок (перегною, подрібненої соломи, зеленої маси, меліорантів, які містять кальцій та інші компоненти), а також забезпечення аерування компостованої маси (С.М.Касатиков, В.О.Касатикова, 1991). Зараз в Україні удосконалюються методи обробки ОСВ перед застосуванням на сільгоспугіддях. Зокрема, Інститутом "Укрводпроект" (1996) разом з іншими установами розроблені технічні умови з підготовки та застосування як добрив ОСВ очисних споруд м. Дніпропетровська.

При використанні недостатньо знезаражених ОСВ на сільгоспугіддях, що зустрічається на практиці, слід зважати на ступінь епідеміологічної небезпеки, яка зумовлюється тривалістю виживання збудників різних захворювань у ґрунтах. У свою чергу життєдіяльність і активність таких збудників залежить від фізико-географічних умов місцевості, які впливають на здатність ґрунтів до самоочищення, в першу чергу зональної інсоляції (Г.Я.Чегринець та ін., 1989). За умовами радіаційного балансу (98-100 ккал/см²) найбільшим ступенем

епідеміологічного ризику при внесенні на поля недостатньо знезаражених осадів у басейні Дніпра характеризується територія Українського Полісся, північні райони Вінницької і Сумської областей (басейни річок Турія, Стохід, Стир, Горинь, Случ, Уборть, Уж, Тетерів, Здвиж, Ірпінь, Десна, Псел). У цих регіонах застосування ОСВ можна рекомендувати лише за умови їхнього повного знезараження. Ґрунти південно-східних і південних областей (сумарна сонячна радіація становить $110-120 \text{ ккал/см}^2$) більш придатні для застосування ОСВ, оскільки самоочисна здатність даних ґрунтів по відношенню до мікробіологічного забруднення значно вища.

Крім цього, з екологічних позицій треба враховувати такі характеристики місцевості, як ухил і розчленованість тих чи інших ділянок, глибину залягання ґрунтових вод. На основі аналізу літературних джерел, а також особистих досліджень запропонована така схема ступенів ризику недостатньо знезаражених ОСВ для удобрення сільгоспугідь за комплексом фізико-географічних факторів: дуже високий - дерново-підзолисті ґрунти, ухил похилі $> 12^\circ$, глибина залягання ґрунтових вод 1-1,5 м; високий - сірі опідзолені, відповідно $12-8^\circ$, 1,5-3 м; середній - дерново-буроземні, відповідно $8-6^\circ$, 3-5 м; незначний - чорноземи, каштанові, відповідно $< 6^\circ$, $> 5 \text{ м}$.

Глава 6. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ АГРОХІМІЧНИХ ЗАСОБІВ У БАСЕЙНІ ДНІПРА

Районування за екологічними умовами застосування агрохімічних засобів. Для оцінки екологічних умов застосування агрохімічних засобів у басейні Дніпра нами був використаний географічний підхід. Суть цього підходу полягає не в оцінці

наслідків застосування мінеральних добрив чи пестицидів, а у виявленні подібних природних комплексів як за потребою в застосуванні агрохімічних засобів, так і за ландшафтними умовами можливого їх виносу в річки. Для цього необхідно враховувати природні та антропогенні фактори, які узагальнені під назвою екологічні. При цьому виходили з таких основних принципів: 1) необхідність оцінки ролі основних груп факторів, від яких залежить внос хімічних речовин з сільськогосподарських угідь - рівень забезпеченості ґрунтів NPK, вміст гумусу та кислотність, розораність території, рельєф та еродованість ґрунтів, кліматичні умови, рівень ґрунтових вод, густина гідрографічної мережі та хімічний склад поверхневих вод; 2) можливість використання наявної інформації з літературних та архівних джерел; 3) виділення пріоритетних характеристик; 4) уніфікація пріоритетних характеристик за допомогою числових значень для обробки на EOM; 5) вибір основних структурних типологічних територій, до яких можна віднести інформацію; 6) застосування математичних методів для обробки даних.

Типологічною територією, за якою збиралися дані щодо пріоритетних характеристик, обрано фізико-географічний район, який є частиною області чи підобласті з місцевими відмінностями у спрямованості та інтенсивності сучасних природних процесів ("Фізико-географічне районування Української РСР", 1968).

Всього в басейні Дніпра виділяється 117 фізико-географічних районів, по яких залучалися 17 пріоритетних характеристик: рівень забезпеченості ґрунтів азотом, фосфором і калієм (бали); кислотність ґрунту (величина pH); розораність

території (%); ступінь еродованості ґрунтів (%); коефіцієнт фільтрації орного шару (см/с); середня ширина елементарних стилів (м); перевищення вододілу над тальвегом (м); сумарна сонячна радіація (ккал/см²); середня глибина промерзання ґрунту (см); кількість опадів на рік (мм); коефіцієнт зволоження (безрозмірний); густина річкової мережі (км/км²); лісистість (%); глибина ґрунтових вод (м); мінералізація поверхневих вод (мг/л).

Методичною основою районування (рис.1) стало застосування кластерного аналізу, який дозволив за допомогою ЕОМ виділити з множини об'єктів (117) 28 груп різної насиченості:

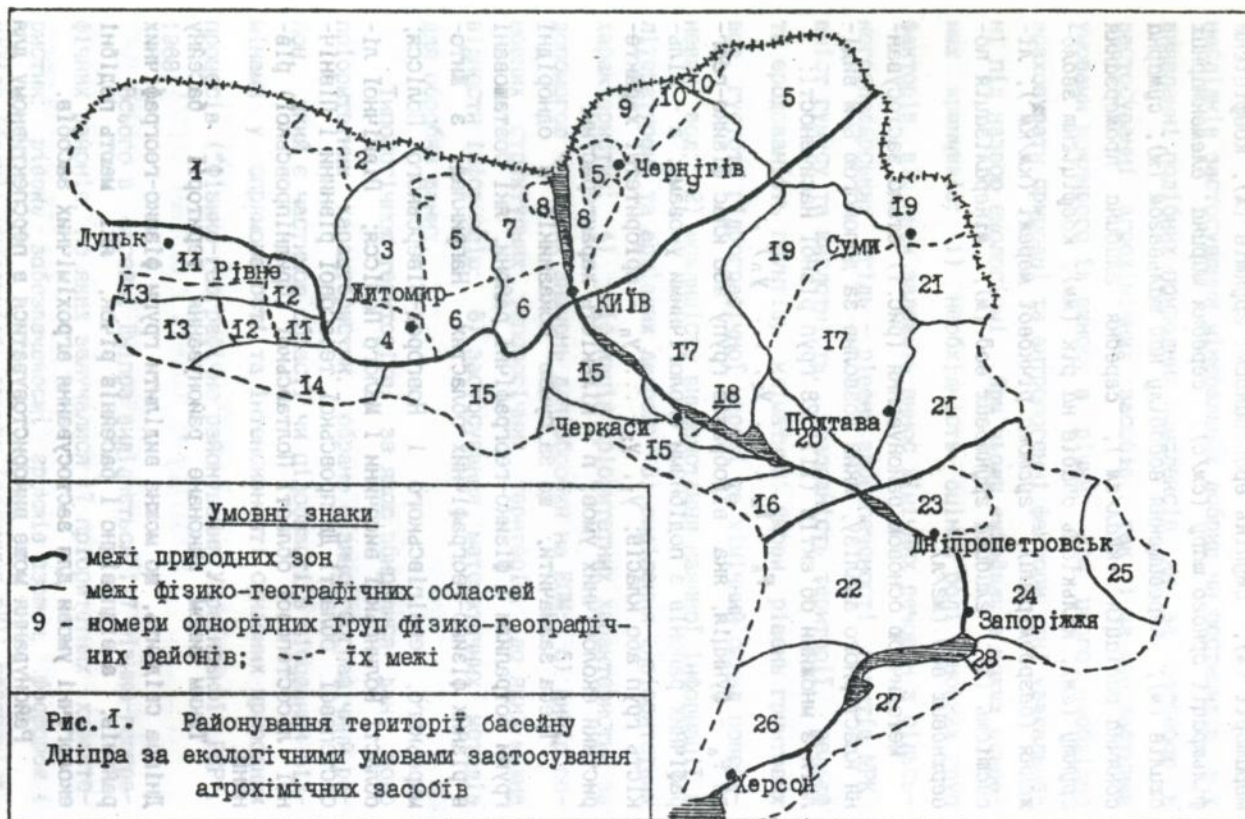
$$F_a = f_a (y_1, y_2, \dots, y_n),$$

де F_a - функція, яка відображає групу або клас фізико-географічних районів з подібними екологічними умовами; a - кількість груп або класів; $y_1, y_2, \dots, y_n$ - пріоритетні характеристики екологічних умов; n - кількість характеристик.

Треба зазначити, що за сумою показників в однорідні групи потрапили і фізико-географічні райони, які розташовані в різних фізико-географічних областях. Наприклад, з Житомирського, Чернігівського і Новгород-Сіверського Полісся; області Волинської височини і Малого Полісся; Північної лісостепової області Дніпровської терасової рівнини і Північної лісостепової області Полтавської (Придніпровської) рівнини.

Таким чином, виконане районування території басейну Дніпра свідчить, що можна виділити групи фізико-географічних районів, а відповідно і басейнів річок, які мають подібні екологічні умови для застосування агрохімічних засобів.

Районування може використовуватися в перспективному для



землеробства напрямку - прогнозуванні врожаїв. Зокрема, воно розширює можливості прогнозування врожаю за ґрунтово-кліматичними та агрохімічними ресурсами. Для кожного фізико-географічного району, який входить до виділеної групи, близькими будуть такі критерії, як максимально можливі запаси продуктивної вологи, запаси гумусу, вміст потенціально доступних для рослин форм елементів живлення (а відповідно і норм застосування агрохімічних засобів) та урожайність.

Районування дозволяє, визначивши пріоритетні водоохоронні заходи для одного фізико-географічного району (організаційно-господарські, агротехнічні, луко- і лісомеліоративні, гідротехнічні), планувати і впроваджувати їх для всієї виділеної групи.

Організація та функціонування моніторингу впливу землеробства на якість природних вод. Існуюча система моніторингу природних вод, практично, не враховує процеси формування якості вод місцевого стоку, який в першу чергу може відчувати на собі антропогенне навантаження за рахунок застосування агрохімічних засобів у землеробстві. Таке становище пов'язане з тим, що, наприклад, у басейні Дніпра з близько 90 пунктів контролю якості поверхневих вод майже всі розташовані на великих і середніх річках. Причому таке положення характерне не лише для України. Як відзначає Г.М.Черногаєва (1995), дані існуючої мережі спостережень в Росії не задовольняють користувачів гідрометеорологічної інформації. Необхідне вивчення закономірностей формування рідкого, твердого і хімічного стоку на водозборах, до надходження води в річкову мережу. Виникає потреба в спеціальних на ландшафтній основі водобалансових дослідженнях. В Україні такі дослід-

ження без особливих капітальних затрат можна організувати на існуючих в системі Держкомгидромету водобалансових станціях - Придеснянській (зона мішаних лісів), Богуславській (лісостепова зона), Велико-Анадольській (степова зона) і Закарпатській гірській (Українські Карпати).

Головними положеннями концепції моніторингу впливу землеробства на якість природних вод, яка пропонується, є комплексне вивчення водного стоку і стоку хімічних речовин та їх генетичних складових у рамках геосистеми "водозбір-річка", використання узагальнень природної зональності щодо місцевого стоку, врахування особливостей формування водного стоку і стоку хімічних речовин різних природних та антропогенних ландшафтів, контроль за внесенням агрохімічних засобів на водозборі та агротехнічними прийомами. За І.П.Герасимовим, який виділяє три ступеня моніторингу (біоекологічний або санітарно-гігієнічний, геоекологічний і біосферний), даний вид моніторингу буде належати до другого ступеня (табл. 3).

Моніторинг впливу землеробства на якість природних вод може здійснюватися самостійно на водобалансових станціях або ж після методичного узгодження бути об'єднаним з ґрунтовим моніторингом в Україні, концепція якого розроблена В.В.Медведевим (1989). На водобалансових станціях основним водним об'єктом, який досліджується, є мала річка. В її басейні обираються і обладнуються гідрометричними спорудами дослідні водозбори, розташовані залежно від природних умов на сільгоспугідях у лісі, на не зайнятих у сільському господарстві полях. Щодо елементів рельєфу, то це є улоговини, лощини, балки, які входять до гідрографічної мережі малої річки і першими "перехоплюють" хімічні речовини, що вино-

Таблиця 3. Процеси і показники, які контролюються
мониторингом впливу землеробства на якість
природних вод

N	Контрольований процес	Показник
1	2	3
1	Випадання атмосферних опадів	Кількість опадів (мм); pH, вміст у них біогенних елементів, головних іонів, важких металів, пестицидів (мг/л)
2	Утворення схилових вод	Витрата ($\text{м}^3/\text{с}$), об'єм ($\text{м}^3, \text{км}^3$), pH вміст - такі, як у (1); хімічний стік (тис т)
3	Формування річкового стоку	Всі показники, як у (2)
4	Формування ґрунтових вод	Глибина залягання (м), pH, вміст - такі, як у (1)
5	Залучення до сільсько-господарського обороту	Площі, які залучаються (га); види сільгоспкультур
6	Агрохімічне навантаження	Норми внесення добрив і пестицидів; дані про валпсування і гіпсування ґрунтів (кг/га, т/га)
7	Водний режим ґрунту	Вологість, %
8	Поживний режим ґрунту	Рухомі форми NPK; NO_3^- (мг/л)
9	Забрудненість ґрунту	Валові і рухливі форми важких металів; пестицидів; радіоактивні елементи (мг/л)
10	Оцінка інтенсивності процесів ерозії	Площі еродованих земель, га
11	Визначення втрат ґрунту і води на стокових майданчиках	Маса рідкого ($\text{м}^3/\text{га}$) і твердого (т/га) стоку
12	Засоленість ґрунту зони аерації	Вміст водорозчинних солей (мг/л)
13	Вторинне осолонцювання	Склад увібраних катіонів; активність іонів H^+ ; кальцій і натрій, співвідношення $a_{\text{Ca}}/a_{\text{Na}}$

сяться з водами місцевого стоку.

Частота відбору проб води і зразків ґрунту може змінюватися залежно від місцевих умов. Але при цьому обов'язково треба охопити такі строки: початок сніготанення на водозборі; розвиток весняного водопілля, його пік і спад; період весняного внесення агрохімічних засобів; початок і кінець періоду вегетації, літнє підживлення сільгоспкультур добривами; літні та осінні паводки; період після збирання врожаю. В осінньо-зимовий період частота відбору проб може становити один раз на місяць.

Моніторинг впливу землеробства на якість природних вод повинен забезпечити можливість оцінки трансформації лімічного складу атмосферних опадів на водозборі, інтенсивності вимивання сільовими водами агрохімічних засобів, самоочисної здатності водних об'єктів і ґрунту.

В И С Н О В К И

Реалізація на практиці основних аспектів агрогідрохімічних досліджень в умовах басейну Дніпра показала:

- Застосування агрохімічних засобів у сучасному землеробстві формує три потоки можливого надходження хімічних речовин у водні об'єкти. Перший - речовини добрив, які постійно застосовуються для дотримання балансу біогенних елементів у ґрунті. Поряд з поживними елементами - азотом, фосфором і калієм - вносяться баластні речовини (сульфати, хлориди та ін.), які входять до складу добрив і часто за кількістю перевищують самі поживні елементи. Другий - речовини хімічних меліорантів, в основному карбонати, сульфати і хлориди кальцію та магнію, сульфати заліза та інші, які епізодично зас-

тосовуються для усунення надлишкової кислотності (вапнування) і лужності (гіпсування) і теж присутні в природних водах. Третій - пестициди, які застосовуються для боротьби з бур'янами і шкідниками в сільському господарстві і є ксенобіотиками (речовинами неприродного походження).

- Численні дані про винос хімічних елементів з дослідних майданчиків сільгоспугідь безпосередньо не характеризують їхнє кінцеве надходження у водні об'єкти, оскільки не враховуються процеси трансформації на шляху від поля до водного об'єкта. Реальним може бути лише оцінка частки стоку хімічних речовин з поверхневими водами, яка формується за рахунок агрохімічних засобів за умови виділення періоду відносного агрохімічного фону і сучасного розрахункового. Реалізувати такий підхід дає змогу дослідження стоку хімічних речовин з водами місцевого стоку на водобалансових станціях у різних природних зонах (мішаних лісів - Придеснянська ВЕС, лісостеповій - Богуславський ГТС, степовій - Велико-Анадольська ВЕС).

- Азотні та фосфорні добрива, які найбільше застосовуються в землеробстві, у першу чергу впливають на вміст і стік сполук азоту і фосфору в річкових водах. У басейні Дніпра за рахунок виносу добрив з сільгоспугідь формується 7% річного стоку нітратів, 11% нітритів, 8% фосфатів. Більше біогенних речовин за рахунок агрохімічних засобів надходить з сільгоспугідь у зоні мішаних лісів, які розташовані на легких за механічним складом ґрунтах і добре промиваються атмосферними опадами. Переважна частина сполук азоту і фосфору виноситься з водозборів місцевим стоком під час весняного водопілля: у зоні мішаних лісів 95%, у лісостеповій -

70-90%; у степовій - 56-80%.

- Баластні речовини, які в деяких видах добрив (хлорид амонію, хлорид калію, суперфосфат та ін.) за кількістю в 2-2,5 рази перевищують поживну речовину, впливають на вміст і стік головних іонів у річкових водах. Свій внесок дають і хімічні меліоранти. За рахунок виносу речовин з агрохімічними засобами в басейні Дніпра формується 11% річного стоку хлоридів, 3 - сульфатів, 8 - натрію і калію, 3% - суми іонів. Переважна більшість головних іонів виноситься з водозборів під час весняного водопілля.

- Досліджені за період 1982-1992 рр. дані спостережень Держкомгідромету за чотирма видами хлорорганічних пестицидів (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДЕ і ДДТ) по 18 створах засвідчили, що ці пестициди присутні далеко не в усіх пробах. Частка проб, у яких вони виявлені, становить 10-38%. У середньому за рік найбільше проб із знайденими пестицидами характерно для лісостепової зони - 26%, потім зони мішаних лісів - 22% і степової - 19%. Найбільше виявлено пестицидів у річкових водах під час весняного водопілля, коли формується значний схиловий стік. Концентрації пестицидів, знайдених у річкових водах, коливаються від тисячних до десятих часток мкг/л, що не перевищує ГДК для водних об'єктів господарсько-побутового використання, але є неприпустимими для рибогосподарських водних об'єктів. Набагато рідше, ніж інші, але все ж виявляється у воді заборонений до застосування ДДТ, що є свідченням його високої персистентності у навколишньому середовищі. Але, згідно з введеним нами коефіцієнтом пестицидного навантаження, більший антропогенний вплив на якість вод мають α -ГХЦГ і γ -ГХЦГ, оскільки в них значно менші ГДК.

- Розробка проблеми використання осадів стічних вод очисних споруд як додаткового джерела удобрення сільгоспугідь зумовлена рядом факторів. По-перше, досвід такого використання ОСВ є в зарубіжних країнах; по-друге, неконтрольовано в Україні вони теж використовуються з цією метою; по-третє, існує проблема утилізації значної кількості ОСВ, які накопичуються поблизу міст і часто спричиняють вторинне забруднення поверхневих і ґрунтових вод. Дослідження, виконані на очисних спорудах м.Нетішина, показали, що за умови спеціальної обробки (зброджування, компостування та ін.) у процесі якої знешкоджуються патогенні мікроорганізми та оптимізується вміст лімітованих хімічних речовин, ОСВ господарсько-побутових чи змішаних стічних вод можна перетворити у повноцінне органіномінеральне добриво і використовувати в сільському господарстві. При цьому необхідно здійснювати поточний контроль вмісту лімітованих показників у ґрунті та природних водах.

- Винос агрохімічних засобів з сільгоспугідь залежить від багатьох факторів: рельєфу місцевості, густоти гідрографічної мережі, кількості та характеру атмосферних опадів, фізико-механічних властивостей ґрунту, доз внесення тощо. Розроблений метод оцінки екологічних умов застосування агрохімічних засобів і виконане районування дозволили виявити на території басейну Дніпра 28 груп фізико-географічних районів, які мають подібні екологічні умови для використання агрохімічних засобів. Виявлення такої подібності розширює можливість прогнозування врожаю сільськогосподарських культур за ґрунтово-кліматичними та агрохімічними ресурсами, дає можливість оптимізувати водоохоронні заходи в межах виділе-

них груп фізико-географічних районів.

- У рамках існуючої мережі державного моніторингу практично не можливо оцінити вплив агрохімічних засобів, зокрема, чи землеробства взагалі на якість поверхневих вод, оскільки не досліджуються води місцевого стоку. Принциповими положеннями розробленої концепції та методології моніторингу впливу землеробства на якість поверхневих вод є комплексне вивчення водного стоку і стоку хімічних речовин та їхніх генетичних складових у рамках геосистеми "водозбір-річка", використання гідрологічних, гідрохімічних узагальнень щодо природної зональності, врахування особливостей формування водного стоку і стоку хімічних речовин різних природних і антропогенних ландшафтів.

- Оскільки в найближчому майбутньому реальної альтернативи застосуванню добрив і пестицидів немає, то проблеми підвищення продуктивності землеробства, його інтенсифікації за рахунок використання агрохімічних засобів і охорони природних вод від забруднення не повинні становити протиріччя, їх вирішення має бути взаємообумовленим. Такий підхід реалізується через розробку нових видів агрохімічних засобів з більш досконалим хімічним складом, поліпшення технологій їх використання, внесення в науково обґрунтованих дозах, дотримання встановлених правил перевезення, зберігання і підготовки до внесення.

ПУБЛІКАЦІЇ З ТЕМИ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії

1. Поверхностные воды Украины (карты) / Гидрохимический атлас СССР. - М.: ГУГК, 1990. - С.59-66. (соавторы Горев Л.Н., Закревский Д.В., Пелешенко В.И., Ромасъ Н.И.).

2. Методи очистки вод : Навч. посібник. - К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 1993. - 117 с. (співавтори Горев Л.М., Пелешенко В.І.).

3. Гідрохімія України. - К.: Вища школа, 1995. - 307 с. (співавтори Горев Л.М., Пелешенко В.І.).

4. Агрогідрохімія : Навч. посібник. - К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 1995. - 162 с.

5. Роль агрохімічних засобів у формуванні якості вод басейну Дніпра. - К.: ВПЦ "Київ. ун-т", 1996. - 222 с.

Статті

6. Про вплив осушувальних меліорацій на хімічний склад вод Шацького природного підрайону // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1978. - Вип.20. - С. 56-60 (співавтори Пелешенко В.І., Закревський Д.В.).

7. Уровенный и гидрохимический режим на осушительной системе "Верховье р.Стоход" // Физ. география и геоморфология. - 1980. - Вип. 24. - С. 74-81 (соавторы Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Довгич М.И.).

8. Качественная оценка вод водоемов и малых водотоков Киевской области // Физ. география и геоморфология. - 1981. - Вип.25. - С.102-108 (соавторы Пелешенко В.И., Горев Л.Н.).

9. Гідрохімічний режим річок Київського і Чернігівського Полісся УРСР в умовах антропогенного впливу // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1982. - Вип. 24. - С. 43-46 (співав-

тори Пелешенко В.І., Гарасевич І.Г.).

10. Про точність розрахунків хімічного стоку // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1983. - Вип. 25. - С. 29-34 (спів-автори Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Ромась М.І.).

11. Влияние хозяйственной деятельности на формирование качества воды р. Стугна // Метеорология, климатология и гидрология. - 1983. - Вип. 19. - С. 11-16 (соавторы Горев Л.Н., Пелешенко В.И.).

12. Комплексна оцінка якості річкових вод басейну Верхнього Дніпра // Вісн. с.-г. науки. - 1983. - N 11. - С. 38-41.

13. Вміст мікроелементів у водах осушувальних систем УРСР // Вісн. с.-г. науки. - 1983. - N 4. - С. 12-15 (спі-вавтори Закревський Д.В., Савицький В.М.).

14. Влияние хозяйственной деятельности на химический состав речных вод бассейна Верхнего Днепра // Мат-лы 28-го Всесоюз. гидрохим. совещания. - Л.: Гидрометеоздат, 1984. - Т. 2. - С. 5-6 (соавтор Пелешенко В.И.).

15. Основні види господарської діяльності, які вплива-ють на хімічний склад води басейну Верхнього Дніпра // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1984. - Вип. 26. - С. 42-47.

16. Вплив господарської діяльності на гідрохімічний ре-жим і якість води р. Рось // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1985. - Вип. 27. - С. 37-44 (співавтори Пелешенко В.І., Закревський Д.В. та ін.).

17. Особливості режиму показників якості води малих рі-чок Лівобережного Придніпров'я і басейну Сіверського Донця // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1986. - Вип. 28. - С. 46-52 (співавтори Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Сніжко С.І.).

18. Оценка антропогенного воздействия на химический состав речных вод территории УССР // Мат-лы 5-го Всесоюз. гидрол. съезда. - Л.: Гидрометеиздат, 1986. - С. 53-55 (соавтор Пелешенко В.И.).

19. О постановке и результатах исследований химического состава различных типов природных вод на стационаре Киевского университета // Мат-лы 29 Всесоюз. гидрохим. совещания. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - С. 87-89.

20. Зміна концентрацій і стоку іонів у річкових водах Дніпра, Прип'яті, Десни під впливом антропогенного фактору // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1987. - Вип. 29. - С. 50-53 (співавтор Пелешенко В.І.).

21. Изменение ионного стока рек бассейна Верхнего Днепра в связи с хозяйственной деятельностью // Гидрохим. материалы. - 1987. - Т. 14. - С. 58-64 (соавтор Пелешенко В.И.).

22. Качество поверхностных вод Киевского и Черниговского Полесья и их рациональное использование // Географические аспекты рационального природопользования. - К.: Наук. думка, 1987. - С. 77-80.

23. Оценка качества речных вод с помощью комбинаторных индексов // Мат-лы Республ. науч. конф. молодых ученых "Проблемы комплексного использования, мелиорации и охраны водно-земельных ресурсов". - К., 1987. - С. 14-18.

24. Дослідження гідрохімічних умов на Богуславському гідролого-гідрохімічному стаціонарі Київського університету // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1988. - Вип. 30. - С. 47-50 (співавтори Пелешенко В.І., Закревський Д.В., Сніжко С.І. та ін.).

25. Гидрохимия поверхностных вод УССР в условиях антропо-

погенного воздействия // Современные проблемы региональной и прикладной гидрохимии. - Л.: Гидрометеоздат, 1988. - С. 140-152 (соавторы Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Горев Л.Н. и др.).

26. Сток химических компонентов рек Украинской ССР // Вод. ресурсы. - 1988. - № 6. - С. 63-71 (соавторы Закревский Д.В., Пелешенко В.И.).

27. Изменение природной среды под влиянием хозяйственной деятельности // Киевское Приднепровье. - К.: Наук. думка, 1988. - С. 25-36 (соавторы Закревский Д.В., Пелешенко В.И., Шищенко П.Г. и др.).

28. Гидрохимические проблемы освоения природных ресурсов УССР // Изв. Всесоюз. Геогр. об-ва. - 1989. - Т. 121. - Вып. 3. - С. 244-249 (соавторы Пелешенко В.И., Закревский Д.В., Горев Л.Н. и др.).

29. Основні напрямки дослідження впливу сільськогосподарського виробництва на хімічний склад річкових вод // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1989. - Вип. 31. - С. 43-47.

30. Гідролого-гіdroхімічна характеристика середньої і нижньої частини басейну Дунаю // Вісн. Київ. ун-ту. Географія. - 1990. - Вип. 32. - С. 29-33.

31. Методичні аспекти оцінки впливу сільськогосподарського виробництва на хімічний склад річкових вод // Вісн. Київ. ун-ту. Хіміко-біол. науки та науки про Землю. - 1991. - № 4. - С. 78-81.

32. Гіdroхімічний баланс // Малі річки України : Довідник. - К.: Урожай, 1991. - С. 218-220.

33. Влияние сельскохозяйственного производства на химический состав природных вод // Гидробиол. журнал. - 1993.

- 29. - N 1. - С. 74-85.

34. Сполуки азоту і пестициди в природних водах України // Меліорація і водне госп-во. - 1993. - Вип. 79. - С. 31-34.

35. Особливості використання надлишкового мулу сучасних очисних споруд на сільськогосподарських угіддях // Гідротехніка і меліорація. - 1994. - Вип. 3. - С. 109-120 (співавтори Савицький В.М., Чеботько К.О. та інші).

36. Оценка эколого-гидрохимического состояния природных вод Украины // Вод. ресурсы. - 1994. - Т. 21, N 2. - С. 182-188 (соавтор Чеботько К.А.).

37. Resursele de apa ale Ucrainei si protectia calitatii lor // Terra. - 1989. - V. 21, N 9. - P.54-57 (Romania).

38. Cercetari hidrochimice in cadrul bazinului experimental al unui riu mic, dintre zona de agricultura intensiva // Analele Univesitatii Bucuresti. Geografie. - 1990. - N 39. - P.71-77.

39. Aspecte metodice all cercetari influentel agriculturii asupra calitatii apei riurilor // Studii si cercetari de geologie, geofisica si geografie. Geografie. - 1991. - N 33. - P. 48-53 (Acad. R. Romania).

40. The conten and dynamics of nitrogen bearing and some other biologically active substances in the Danube // XXVII th. conference of the Danube countries on hydrological forecastig and hydrological bases of water management. - Budapest. - 1994. - Vol. 2. - P. 771-775 (Savitsky V., Chebotko K.).

Scimus

Hilchevski V.K. The estimation of the influence of agrochemical means on run-off of chemical substances and surface water quality (on the example of the basin of Dnieper river).

Dissertation for Doctor of Science degree in Geography in speciality 11.00.07 - Surface Hydrology, Water Resources, Hydrochemistry. Kiev Taras Shevchenko University, Kiev, 1996.

On the example of the basin of Dnieper river the role of agrochemical means on forming the surface water quality and run-off of chemicals are determined. The environmental conditions of the application of agrochemical means in different physiographic zones are also evaluated. The concept and methodology of monitoring of the impact of agriculture on surface water quality are elaborated.

Хильчевский В.К. Оценка влияния агрохимических средств на сток химических веществ и качество поверхностных вод (на примере бассейна Днепра) (защита рукописи). Диссертация на соискание ученой степени доктора географических наук по специальности 11.00.07 - гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия. Киевский университет имени Тараса Шевченко, Киев, 1996.

Определена на примере бассейна Днепра роль агрохимических средств в формировании качества поверхностных вод и стока химических веществ, а также оценены экологические условия применения агрохимических средств в различных физико-географических зонах. Разработана концепция и методология мониторинга влияния земледелия на качество поверхностных вод.

Ключові слова: агрохімічні засоби, добрива, хімічні меліоранти, пестициди, дослідні водозбори, природна зона, стік хімічних речовин, якість води, осаді стічних вод.

Зам. 106 Формат 60х84/16. Обл.-вид.арк. 2,0

Підписано до друку 19.II.96 р. Тираж 100

Поліграфічна дільниця ІТФ ім. М.М.Боголюбова НАН України

436415

A АВ 36.192