

502(075)

К49

М.О.Клименко  
Б.В. Борисюк  
Т.М. Колесник

# ЗБАЛАНСОВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ



Клименко М.О.,  
Борисюк Б.В., Колесник Т.М.

# **ЗБАЛАНСОВАНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ**

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**

*Рекомендовано Міністерством аграрної політики України.  
як навчальний посібник для підготовки фахівців  
за напрямом 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та  
збалансоване природокористування» у вищих навчальних закладах  
II-IV рівнів акредитації*

**ХЕРСОН  
ОЛДІ-ПЛЮС  
2014**

УДК 504:71 (075.8)  
ББК 28.081 я 7  
К 49

Копіювання, сканування, запис на електронні носії і  
тому подібне, книжки в цілому або будь-якої її части-  
ни заборонено

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України*  
*Лист №1/11-78-50 від 23.05.2014 р.*  
*Рекомендовано Міністерством аграрної політики України.*  
*Лист №18-28-13/693 від 13.11.2009 р.*

**Рецензенти:**

**Д.В. Лико**, д. с.-г. н., професор Рівненського державного гуманітарного уні-  
верситету,  
**В.С. Мошинський**, д. с.-г. н., професор Національного університету водного  
господарства та природокористування.  
**І.М. Савчук**, д.с.-г.н., професор Інституту сільського господарства Полісся.

**Клименко М.О., Борисюк Б.В., Колесник Т.М.**

**К 49** Збалансоване використання земельних ресурсів: Навчальний посібник /  
М.О. Клименко, Б.В. Борисюк, Т.М. Колесник. – Херсон: ОЛДІ-  
ПЛЮС, 2014. – 552с.

**ISBN 978-966-8447-60-0**

Навчальний посібник містить теоретичну інформацію щодо принципів,  
методів та засобів збалансованого використання земельних ресурсів різних  
цільових категорій залежно від якісного стану. Навчальний посібник реко-  
мендований як основне літературне джерело для освоєння дисципліни «Зба-  
лансоване використання земельних ресурсів», а також може бути корисним у  
вивченні дисциплін «Охорона та раціональне використання природних ресу-  
рсів», «Агроекологія» студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія,  
охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»  
у вищих навчальних закладах.

**ISBN 978-966-8447-60-0**

468174

УДК 504:71 (075.8)  
ББК 28.081 я 7

© М.О. Клименко, 2014  
© Б.В. Борисюк, 2014  
© Т.М. Колесник, 2014

**НТБ ВНТУ**  
**м. Вінниця**

## ВСТУП

В сучасних умовах розвитку продуктивних сил, зростаючого рівня техногенного навантаження, важливу роль у гомеостазі біосфери відіграє ступінь використання її природних ресурсів. Багато вчених приходять до висновку, що якість життя населення на сучасному етапі і в майбутньому залежить від збалансованості природного потенціалу з рівнем антропогенного перетворення екологічних систем.

Серед природних ресурсів, з якими тісно пов'язане існування людини – забезпечення її місцем проживання та засобами існування – особливе місце займають земельні ресурси. Погіршення їхнього стану відбивається на біосферних, соціально-економічних та ін. функціях ґрунту. Стан земельних ресурсів оцінюється станом ґрунтового покриву, надр, а також зміною екологічних умов існування біорізноманіття на Землі.

Ґрунтовий покрив є тією складовою біосфери, яка виникла із появою життя на Землі та на даний час забезпечує його розвиток. Проте сучасні методи використання ґрунтового покриву у сільському та інших галузях народного господарства спонукають посилення процесів деградації, наслідками яких є різке падіння родючості.

Важливою складовою земельних ресурсів є надра. Широка експлуатація надр пов'язана зі змінами геологічних та гідрологічних умов територій, що можуть мати віддалені вкрай небезпечні наслідки, пов'язані з розвитком екзогенних геологічних процесів, призвести до зменшення запасів та погіршення якості питних вод.

За таких умов дуже гостро постала проблема збалансованого використання природних ресурсів. Нині вчені всього світу прийшли до висновку, що найбільш доцільним і раціональним є напрям збалансованого природокористування, яке є такою системою використання природних ресурсів, за якої реалізуються принципи повного відтворення використаного природного ресурсу або заміна його рівноцінним. Принциповим є оптимальне співвідношення між економічним зростанням та стабілізацією якісного стану природного середовища.



Саме в умовах збалансованого природокористування і, передусім, збалансованого використання земельних ресурсів, забезпечується реалізація прийнятої сьогодні у світі концепції сталого розвитку. В основі цієї концепції лежить процес гармонізації розвитку продуктивних сил. Гарантоване забезпечення потреб усіх членів суспільства відбувається за умови збереження та поетапного відтворення цілісності навколишнього природного середовища.

В основі формування системи сталого розвитку лежить пріоритетність гармонізації взаємовідносин людства із навколишнім середовищем. Досягнення цієї мети можливе передусім за умов стабільного соціально-політичного устрою та соціально-економічних перетворень. Ці перетворення передбачають створення сприятливого середовища для економічного, соціально-політичного, екологічного і духовного відродження людства.

Важливим етапом у створенні умов сталого розвитку суспільства є формування екологічної свідомості людства, в якій важливу роль відіграє екологічна освіта. Щоб сформувати цю свідомість у переважачої частини суспільства, необхідні екологічні підходи у вивченні предметів у школі, освоєнні дисциплін у ВУЗах та впровадження екологічних принципів у природокористуванні. Авторський колектив даного посібника має за мету ознайомити читачів із сучасним станом земельних ресурсів України, основними процесами їх трансформації, методами збалансованого використання та переконати у необхідності впровадження основних наукових принципів збалансованого використання земельних ресурсів на сучасному етапі розвитку земельних відносин в Україні. Описані у навчальному посібнику принципи, заходи та методи реалізації концепції збалансованого землекористування розроблені провідними вченими України та світу з урахуванням сучасного стану земельних ресурсів, наявності різних якісних категорій земель та помилок у впровадженні вже існуючих методів землекористування.

# ЧАСТИНА I

---

---

## ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ: СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОЦЕСИ, ОЦІНКА

### Розділ 1. ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ У СКЛАДІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ

#### 1.1. Земельні ресурси як частина природно-ресурсного потенціалу

Поняття «земельні ресурси» не має єдиного вичерпного визначення, що пов'язано із широким використанням терміну «земля», яким позначається як планета, так і певна територія, ґрунтовий покрив, тощо. Крім того, кожне з цих визначень набуває різного відтінку залежно від галузі свого застосування: географія, природокористування, екологія, право та ін.

У широкому розумінні земельні ресурси ототожнюються із природними ресурсами в межах планети Земля, що є не зовсім правомірно. Тому наведемо коротку характеристику природних ресурсів, виділимо їх складові і визначимо місце власне земельних ресурсів у їхній структурі (див.рис. 1.1, 1.2).

*Природні ресурси* (ПР) – це природні об'єкти і явища, які використовуються в минулому, теперішньому і майбутньому для прямого та непрямого споживання людством, сприяють створенню матеріального багатства і відтворенню трудових ресурсів.

Єдиної класифікації ПР немає. Найбільш повною і вдалою є класифікація природних ресурсів, наведена Н.Ф. Реймерсом.

Природні ресурси диференціюються за двома ознаками (рис.1.1):

- 1) за джерелом походження;
- 2) за можливістю вичерпання.

За джерелом і місцем знаходження, окрім природних ресурсів, що належать оболонкам Землі, слід виділити так звану комплексну ресурсну групу (рис. 1.1).

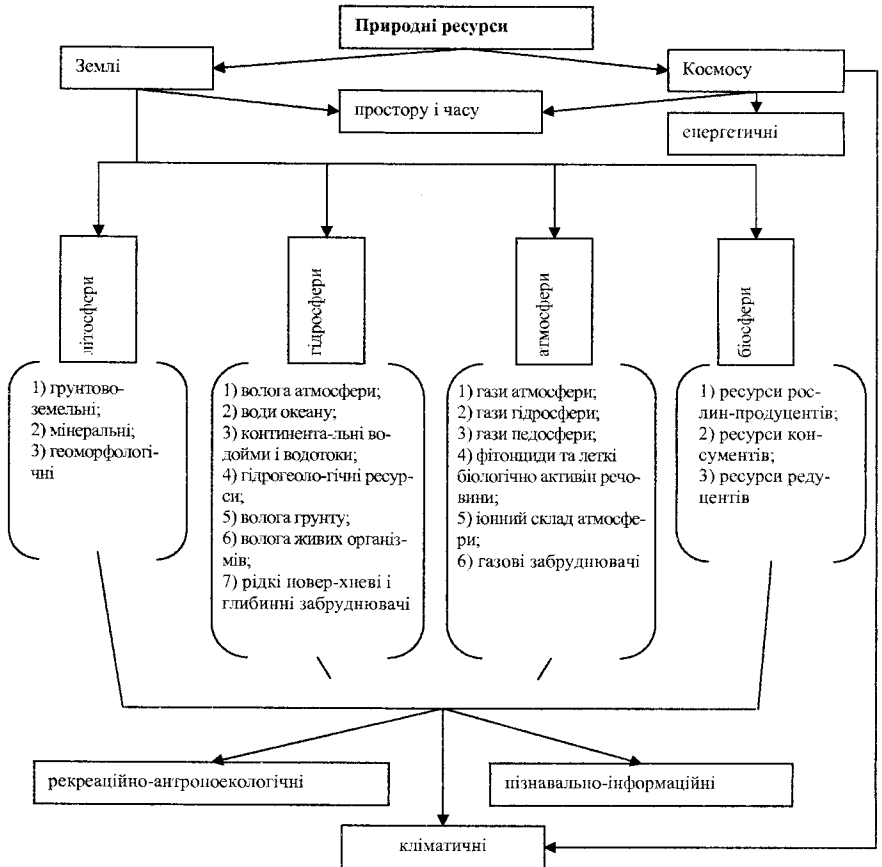


Рис. 1.1. Класифікація природних ресурсів за джерелами походження

**Комплексна (інтегральна) ресурсна група** - група природних ресурсів, які є результатом взаємодії одночасно декількох або усіх відразу оболонок Землі та частини Всесвіту.

Комплексна ресурсна група включає такі типи природних ресурсів:

1) *кліматичні ресурси*: природні та видозмінені кліматичні ресурси (видозміни місцевого клімату мають як позитивні (зони агролісомеліорації), так і негативні сторони (міста));

2) *рекреаційні ресурси*: ресурси природного середовища – оптимуму повсякденних умов для життя людей; ресурси відпочинку; лікувальні ресурси.

3) *антропоєкологічні ресурси*: генетичні ресурси людства; природно-осередкові епідемії і трансмісивні захворювання; соціально-антропоєкологічні ресурси (типи соціального середовища в суспільстві).

4) *пізнавально-інформаційні ресурси*: природно-еталонні ресурси (еталонні природні утворення: території і об'єкти природно-заповідного фонду, опорні геологічні розрізи, тощо, які дозволяють судити про зміни природного середовища); природно-історичні інформаційні ресурси (культурні шари і видозмінена людиною природа, вивчення яких дозволяє судити про минуле людства, оцінювати теперішнє і прогнозувати майбутнє).

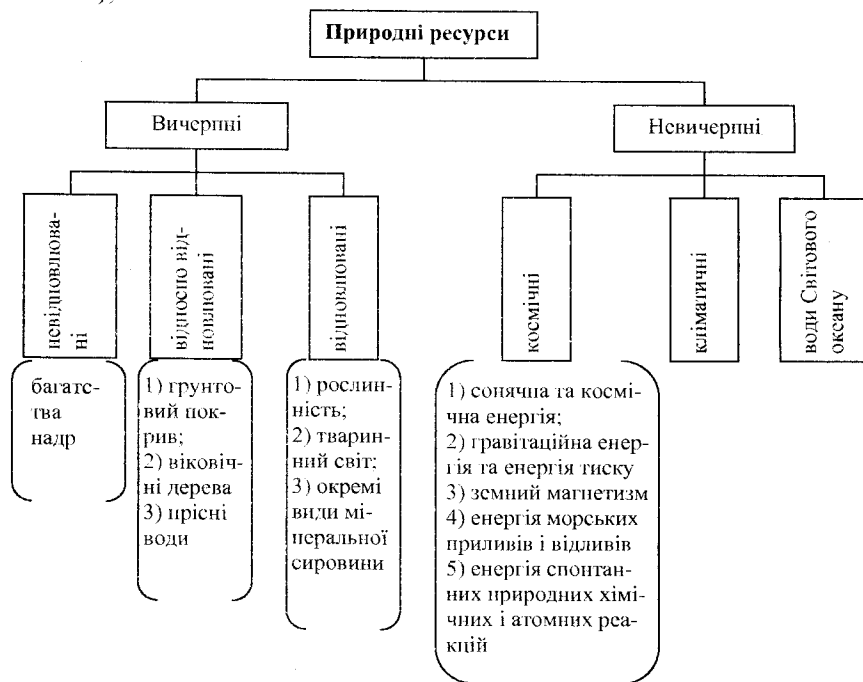
5) *ресурси простору і часу*: ресурси простору (територіального, водного і повітряного, включаючи найближчий космос); ресурси часу (один з самих дефіцитних ресурсів, людство не встигає реагувати на зміни середовища, що створюються ним же, виникає загроза глобального дисхронозу історичного розвитку).

Як видно, комплексна ресурсна група включає в себе ресурси загального екологічного балансу, які близькі до вичерпання, тому їхнє використання повинно строго регулюватися.

**Вичерпні природні ресурси** класифікують за трьома ознаками:

1) *за можливістю самовідновлення і культивування* (тобто здатністю або нездатністю до самовідновлення спродовж строку, порівняного із терміном їхнього споживання):

- відновлювані (рослинний і тваринний світ, тощо),
- відносно відновлювані (вода в річці, ґрунтові води, тощо),
- невідновлювані (мінерали, гірські породи, горючі корисні копалини);



**Рис. 1.2. Класифікація природних ресурсів за можливістю вичерпання**

2) за темпами економічного заповнення (за рахунок пошуку нових джерел або нових технологій ПР або не можуть бути відшкодовані для економічних потреб):

- відшкодовувані (дефіцит вуглеводневої сировини, заліза і марганцю на суші можна компенсувати освоєнням залізисто-марганцевих конкрецій на дні океанів);

- невідшкодовувані (ті ресурси, що є необхідним джерелом споживання і функціонування живих організмів - вода, повітря тощо);

3) за можливістю заміни одних ресурсів іншими:

- замінні (метали – керамікою, пластмасою);
- незамінні (оптимальний для дихання склад атмосферного повітря, прісна вода).

Кількісну оцінку природних ресурсів певної території проводять за критерієм **природно-ресурсного потенціалу**. Цей термін має ряд визначень:

- 1) *в екологічному* розумінні - здатність природних систем без шкоди для себе (а отже і для людей) видавати необхідну для людства продукцію або виконувати корисну роботу в рамках господарства даного історичного типу;
- 2) *в економічному* розумінні - доступна сукупність природних ресурсів при даних технологіях і соціально-економічних відносинах;
- 3) *в географічному* розумінні - умови, явища і процеси, які є з однієї сторони територіальною і ресурсною базою життєдіяльності суспільства, а з іншої - об'єктами антропогенного впливу;
- 4) *в соціально-економічному* розумінні - теоретично гранична кількість природних ресурсів, яка може бути використана людством в умовах кінцевого цілого планети і її найближчого оточення.

**Земельні ресурси** (в широкому розумінні) є частиною природних ресурсів, місцезнаходженням яких є планета Земля.

Вузьке розуміння поняття земельні ресурси залежить від галузі його застосування.

Так, виходячи з *географічної* точки зору, **земельні ресурси** – це вид відновлюваних природних ресурсів, придатних для використання в різних галузях національної економіки, що характеризується величиною території і її якістю: ґрунтовим покривом, кліматом, рельєфом, гідрологічним режимом, рослинністю тощо.

З *економічної* точки зору, **земельні ресурси** – це просторовий базис господарської діяльності і розселення людей та екологічної сталості території, головний засіб виробництва та біологічної продуктивності.

З *екологічної* точки зору, **земельні ресурси** – це біосферне чи природно-соціальне утворення, яке характеризується ознаками просторового та інтегрального характеру – протяжністю, рельєфом, ґрун-



товим покривом, біотою, є об'єктом господарської діяльності та визначальним фактором екологічних умов життя людей.

Виходячи з положень Земельного кодексу України, за основним цільовим призначенням земельні ресурси поділяються на категорії, які в сукупності виконують функції територіального базису, природного ресурсу і основного засобу виробництва.

Територіальний аспект земельних ресурсів характеризується поняттям **«земельний фонд»** – сукупність земель різних категорій цільового використання в межах певної території.

В агрономії вживають термін **грунтово-земельні ресурси** – територія, покрита ґрунтовим покривом або потенційно родючими породами, яка використовується або може бути використана для виробництва сільськогосподарської продукції. Широковживаним є термін ґрунтовий покрив.

**Ґрунтовий покрив** - продукуючий (родючий) шар поверхні землі, самостійне природно-історичне органо-мінеральне утворення, здатне до саморозвитку і самовідтворення. Головна його роль - забезпечення функціонування біогеосистем (біосфери) завдяки характерній властивості – родючості.

**Родючість ґрунтів** - здатність задовольняти потреби рослин в ґрунтових факторах росту і розвитку та забезпечувати певний рівень засвоєння фотосинтетично активної радіації.

При сільськогосподарському використанні землі ґрунтовий покрив віддзеркалює суть і властивості її як засобу виробництва, основи агрофітоценозів, об'єкту оцінки, відтворення і охорони.

Виходячи із тлумачення поняття "земельні ресурси", **охорона земель** – це система правових, організаційних, технологічних та інших заходів, спрямованих на забезпечення раціонального використання та відновлення продуктивності земельних ресурсів, забезпечення режиму цільового використання території.

**Охорона ґрунтів** - система організаційно-господарських, технологічних нормативно-правових і економічних заходів з відновлення цілісності та еколого-ландшафтних функцій ґрунтового покриву, родючості ґрунтів, захисту їх від забруднення і деградації.

Сучасні підходи використання земельних і будь-яких інших ресурсів повинні базуватися на принципах сталого розвитку, одним із пріоритетів якого є збалансоване землекористування.

**Збалансоване землекористування** – це така система використання земельних ресурсів, за якої досягається повне відтворення їхніх функцій, якісно-кількісних характеристик та продуктивності.

***Примітка:** Вважається, що за наявності природних ресурсів Україна належить до багатих країн світу. Із загального обсягу природно-ресурсного потенціалу України (ППП) 44,4 % припадає на земельні ресурси, 28,3% - на мінеральні, 13,1% - на водні, 9,5% - на рекреаційні, 4,2% - на лісові, 0,5% - на біологічні.*

## **1.2. Сучасний стан земельних ресурсів світу**

Загальна площа суші Землі становить 149 млн. км<sup>2</sup> (табл.1.1). Якщо весь земельний фонд нашої планети прийняти за 100%, то найбільша частка (25%) припадатиме на Азію, а найменша (6%) – на Австралію та Океанію. Найбільша частка пасовищ припадає на Африку (24%). Орні землі (11% земельного фонду) дають 88% продуктів харчування. Пасовища та луки, що займають 26% земельного фонду, дають ще 10% продуктів.

Серед земельних ресурсів світу можна виділити три великі групи: 1) продуктивні землі, 2) малопродуктивні землі, 3) непродуктивні. До продуктивних земельних ресурсів відносяться орні угіддя, сади і плантації, луки і пасовища, ліси і чагарники; до малопродуктивним – землі тундри і лісотундри, болота, пустелі; до групи непродуктивних земель входять забудовані і порушені людиною землі, піски, яри, льодовики і засніжені землі.

Країни та регіони неоднаково забезпечені земельними ресурсами, особливо сільськогосподарськими угіддями. На Євразію припадає 59% світової ріллі, на Північну та Центральну Америку – 15%, на Африку – 15%, на Південну Америку – 8%, на Австралію – 3%. Більша частина (80%) світової ріллі розміщена в посушливій зоні. Найбільша частка пасовищ – у країнах Африки (24%) та Азії (18%).

Таблиця 1.1

## Земельний фонд планети

Категорія земель	Площа, млн. км <sup>2</sup>	% площі суші
Льодовики	16,3	11
Полярні і високогірні пустелі	5	3,3
Тундри та лісотундри	7	4,7
Болота за межами тундр	4	2,7
Озера, річки, водосховища	3,2	2,1
Незрошувані пустелі, скельні ґрунти і прибережні піски	18,2	12,2
Ліси	40,3	27
Трав'янисто-чагарникові пасовища та природні луки	28,5	19
Землеробська площа	19	13
Землі промислового і міського призначення	3	2
Землі, схильні до ерозії, засолення, заболочування, латеритні та гіпсові кірки та інші	4,5	3
Суша в цілому	149	100

Світовий показник забезпеченості сільськогосподарськими землями на душу населення становить – 0,23 га. В різних країнах цей показник суттєво відрізняється. В Австралії він становить – 2,45 га, Канаді – 1,48 га, Росії – 0,9 га, Україні – 0,9 га. У Китаї, Бангладеш та Бельгії на кожного мешканця припадає 0,07 га, у Єгипті – 0,05 га, у Японії – 0,03 га.

Однією із головних екологічних проблем людства є деградація ґрунтового покриву та зменшення продуктивності земель. За історичний час внаслідок прискореної ерозії, дефляції та ін. процесів людство втратило майже 2 млрд. га продуктивних земель. До утворення пустель схильна площа в 4,5 млрд га, на якій проживає близько 850 млн. чол. Пустелі досить швидко розвиваються (до 5–7 млн. га за рік) у тропіках Африки, Азії і Америки та субтропіках Мексики. Швидкість зникнення лісів становить 6–20 млн га за рік. Щорічні втрати родючих ґрунтів відбуваються на площі 6–7 млн. га. Площа земельних ресурсів, що припадають на одну людину, щорічно скорочується на 2%, а площа продуктивних угідь – на 6–7%.

На даний час півмільярда людей голодують і близько 1 мільярда хронічно не отримують повноцінного харчування. Щорічний приріст населення становить близько 80 млн. чоловік, і навіть при нинішньому рівні харчування світове землеробство має щорічно збільшувати виробництво на 24–30 млн. т. Кожен новий житель планети вимагає в середньому 0,3 га для виробництва продуктів харчування і 0,07–0,09 га для життя. Продовольчу проблему можливо вирішити тільки з використанням комплексного, екологічно збалансованого підходу до оцінки, охорони та використання земельних ресурсів.

Нині біля 1,5% площі суші займають території, що випадають з господарського використання внаслідок нераціонального використання: бедленди, області антропогенного карсту, покинуті нерекультивовані кар'єри, засолені і заболочені землі, рухомі піски і райони скидання промислово-побутових відходів. У категорії малопродуктивних земель, за даними ФАО, знаходиться близько 2 млн. км<sup>2</sup>, резервних для сільськогосподарського освоєння земель. В Азії таких земель близько 600 тис. км<sup>2</sup>, в Африці – 700 тис. км<sup>2</sup>, на Американському континенті – також близько 700 тис. км<sup>2</sup>. Освоєння цих земель потребує значних капіталовкладень.

Нині чітко простежується тенденція у зміні земельних ресурсів світу, що виражається в наступі міських і сільських територій та гірничо-промислово-транспортних комплексів на орні землі, які в свою чергу розширюються за рахунок пасовищ, а площі останніх зростають за рахунок лісів і пустель. Звідси постійне скорочення площі лісів на Землі та зростання пустель.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Що таке природний фактор і природний ресурс, яка між ними різниця?
2. Яка різниця між поняттями «природні ресурси» і «природні умови»?
3. Розкрийте суть термінів «природно-ресурсний потенціал», «збалансоване природокористування», «охорона ґрунтів».
4. Вкажіть різницю між поняттями «земельні ресурси» та «ґрунтово-земельні ресурси».

## Розділ 2. ФУНКЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

### 2.1. Властивості земельних ресурсів

Для детальної оцінки функцій земельних ресурсів необхідно охарактеризувати їхні властивості.

*Земельні ресурси характеризуються наступними властивостями:*

1) *вичерпність і обмеженість* (планета Земля має обмежену площу, причому територія суші сягає лише близько 1/3 від площі всієї планети; всі природні ресурси планети, за виключенням тих, які надходять на її поверхню із Космосу у вигляді енергетичних потоків, є вичерпними і здатними до зникнення);

2) *змінність* (якість земельних ресурсів залежить від активності Сонця, клімату, антропогенної діяльності);

3) *нерозривний обернений взаємозв'язок із гідросферою, атмосферою і Космосом* (завдяки цим взаємозв'язкам земельні ресурси утворилися і набули теперішнього вигляду і функцій через систему функціонування енергетичних, хімічних і трофічних ланцюгів);

4) *грунтово-земельні ресурси - функціональна ланка великого геологічного та малого біологічного кругообігу речовини і енергії* (грунт є початковою і завершальною ланкою перетворення енергії і речовини в біосфері: процес біосинтезу починається і закінчується в ґрунті – від проростання насіння до розкладу відмерлих організмів);

5) *невідновлюваність* мінерально-сировинної бази надр;

6) *відносна відновлюваність* родючості ґрунтового покриву (порушений або деградований ґрунтовий покрив здатний до відновлення, напрям і швидкість якого залежить від якості і рівня антропогенного впливу);

7) *відносна стабільність складу ґрунту* (грунт володіє буферною здатністю по відношенню до різних чинників, що дозволяє йому підтримувати відносно сталий мінералогічний, хімічний, грануломе-

тричний склад в умовах як антропогенного, так і природного впливу);

8) *родючість ґрунту* (кожен тип ґрунту має свій рівень родючості, що визначається типом ґрунтоутворюючої породи, кліматом місцевості та ступенем антропогенного перетворення);

9) *зональність ґрунтового покриву* і земельних ресурсів (завдяки взаємодії п'яти природних факторів ґрунтоутворення – клімату, рельєфу, живих організмів, ґрунтоутворюючих порід і часу – на Землі встановилася важлива закономірність розміщення різних типів ґрунтів (*зональних ґрунтів*);

10) *відновлюваність* ресурсів рослинного і тваринного світу (рослинний покрив може відновлюватися пасивним природним шляхом через поступову зміну сукцесій або активним антропогенним шляхом – через створення високопродуктивних насаджень і відповідну систему догляду за ними).

11) *незамінність земельних ресурсів* будь-якими іншими природними ресурсами

Найбільш важливою відмінною властивістю та ознакою ґрунтового покриву як природно-історичного утворення є родючість.

Оскільки базисом формування та різноманітності земельних ресурсів є ґрунт, то дамо його визначення з точки зору ґрунтознавства.

**ґрунт** - верхній родючий шар земної кори, який утворився і змінюється під впливом природних чинників та виробничої діяльності людини та характеризується родючістю.

ґрунтознавці виділяють чотири основні категорії родючості ґрунту, які класифікують відповідно за 2-ма ознаками (див. табл.2.1.)

**Природна родючість** – здатність ґрунту забезпечувати необхідні для росту і розвитку рослин умови, зумовлена виключно його властивостями, набутими в процесі природної еволюції без втручання людини), в певній мірі виявляється у всіх ґрунтах, але у чистому вигляді природна родючість реалізується у цілих ґрунтах.

**Антропогенна родючість** – родючість ґрунту, зумовлена виключно властивостями, набутими в процесі антропогенного перетворення (меліорацій, обробітку, застосування добрив і т.п.).



У чистому вигляді антропогенна родючість виявляється в штучно створених ґрунтових субстратах, тобто сумішах матеріалів, що набули ознак ґрунту виключно під впливом людини.

**Потенціальна родючість** – максимальна родючість ґрунту, яка може бути реалізована за ідеальних метеорологічних умов та високого рівня агротехніки.

Потенціальна родючість ґрунту оцінюється комплексом показників родючості: запаси гумусу, макро- та мікроелементів живлення, рНсол та ін. Розрізняють ґрунти з високим рівнем потенціальної родючості (ті, що мають високі запаси елементів живлення, гумусу, сприятливий для розвитку рослин мінералогічний і гранулометричний склад, потужний ґрунтовий профіль, тощо) та низьким.

Таблиця 2.1.

**Класифікація категорій родючості ґрунту**

Тип ознаки	Суть ознаки	Категорія родючості	Приклад
1. Суб'єкт створення родючості	природа	<i>природна</i>	цілинний ґрунт, природний ліс
	людина	<i>антропогенна</i>	тепличний ґрунтовий субстрат
	природа+людина	<i>природно-антропогенна</i>	поле в обробітку
2. Ступінь вияву	виявляється у повній мірі за певний період вегетації	<i>актуальна</i>	родючість, виявлена у врожаї
	виявляється неповністю	<i>потенціальна</i>	прихований потенціал родючості, який міг би виявитися за ідеальних метеоумов, агротехніки, тощо

Наприклад, до перших можна віднести чорноземи, до других – дерново-підзолисті ґрунти. Певний рівень потенціальної родючості характерний як для ґрунтів у природному стані (цілинних), так і ан-

тропогенно перетворених (орних, меліорованих, тощо). Слід відмітити, що ґрунти з високою потенційною родючістю мають не лише високі запаси елементів живлення, а й високий рівень буферності і тому врожаї сільськогосподарських культур на таких ґрунтах відрізняються стабільністю.

**Актуальна (ефективна) родючість** – родючість, виявлена у врожаї, сильно варіює залежно від різних умов (метеорологічних, рівня обробітку, удобрення ґрунту, виду і сорту, умов захисту рослин від хвороб і шкідників, тощо); характеризує як окультурені, антропогенно перетворені, еродовані ґрунти, так і цілинні.

Родючість ґрунту характеризується цілим комплексом показників, які можна поділити на 5 груп:

- 1) будови ґрунту (генетико-морфологічна, фазова);
- 2) складу ґрунту (мінералогічний, гранулометричний, хімічний склад, склад органічної речовини, колоїдів ґрунту);
- 3) властивостей ґрунту (*фізико-хімічні*: вбирна здатність, реакція ґрунтового розчину, буферність ґрунту; *фізичні та фізико-механічні показники родючості*);
- 4) режимів ґрунту (водно-повітряного, теплового, поживного, окисно-відновного, біологічного);
- 5) ґрунтових процесів (*ґрунтоутворюючих, деградаційних*).

Отже, властивості земельних ресурсів дозволяють розглядати їх як базис і важливу функціональну ланка розвитку екосистем планети, так і джерело та засіб задоволення соціально-економічних потреб людства, про що йде мова нижче.

## 2.2. Соціально-економічні функції земельних ресурсів

З точки зору прагматичної свідомості людини *земельні ресурси виконують ряд соціально-економічних функцій*:

- 1) середовище життя і розвитку суспільних формацій;
- 2) базис розміщення продуктивних сил;
- 3) джерело сировини для народного господарства;
- 4) засіб виробництва;

5) предмет і знаряддя праці.

Охарактеризуємо кожну з цих функцій.

➤ **Середовище життя і розвитку суспільних формацій.** В якості середовища життя і розвитку суспільства використовується та частина земельних ресурсів, яка задовольняє потреби людини в проживанні, фізичному і духовному розвитку, відпочинку, оздоровленні, пізнанні світу.

➤ **Базис розміщення продуктивних сил.** Земельні ресурси є основою розміщення продуктивних сил людства: сільськогосподарських, лісгосподарських, промислових, транспортних, енергетичних, військових та ін. об'єктів.

➤ **Джерело сировини для народного господарства.** Залежно від виду сировини в якості такого джерела можуть виступати різні категорії земельного фонду. Так, джерелом мінеральної сировини є надра, які власне є частиною земельних ресурсів в гранично широкому розумінні цього терміну, джерелом біологічної сировини, зокрема сільськогосподарської продукції, є *землі сільськогосподарського призначення, лісового фонду, водного фонду* тощо.

➤ **Засіб виробництва і предмет праці.** Завдяки виключній здатності ґрунтового покриву виступати акумулятором сонячної енергії та елементів живлення рослин через процес фотосинтезу земля виконує функцію засобу виробництва продукції рослинництва і тваринництва. В той же час ґрунтовий покрив виступає і предметом, на який спрямована людська праця, а саме – обробіток ґрунту і посів сільськогосподарських культур, його удобрення, збирання врожаю тощо.

### 2.3. Екологічні функції ґрунтового покриву

У планетарному масштабі ґрунтовий покрив є основною складовою педосфери і невід'ємною функціональною оболонкою біосфери, яка на рівні з іншими оболонками забезпечує її функціонування і цілісність.

За підходом Б.Г. Розанова (2000) всі функції ґрунтового покри-

ву поділяються на дві категорії – біосферні і екологічні.

З точки зору забезпечення необхідних умов існування біосфери виділяють наступні *біосферні функції ґрунтового покриву*.

**1. Біологічні.** Ґрунтовий покрив забезпечує *протікання життя на Землі* завдяки своїй виключній властивості – родючості. У ґрунті створюються умови для росту і розвитку рослин, концентруються усі необхідних для організмів біофільні елементи в доступних для них формах, акумулюється певний запас вологи.

**2. Акумулятивні.** Ґрунтовий покрив в процесі свого формування *накопичує на земній поверхні специфічну активну речовину - гумус* і пов'язану з ним хімічну енергію. В біологічних циклах синтезу й деструкції органічної речовини, які постійно відбуваються на поверхні землі, ґрунт виступає акумулятором залишкових продуктів цих циклів. Органічна речовина, особливо її специфічна частина - гумус, завдяки функції родючості забезпечує стабілізацію процесу продукція - деструкція біомаси.

**3. Трансформаційні.** У ґрунті постійно протікають *процеси трансформації органічної речовини*, що надходить у його екосистему ззовні та утворюється в ній у процесах біосинтезу. В результаті цих процесів постійно утилізуються продукти метаболізму живих організмів і накопичуються елементи живлення рослин.

**4. Біогеохімічні.** Важливою біосферною функцією ґрунтового покриву є *забезпечення постійної взаємодії великого геологічного та малого біологічного колаобігів речовин*. Великий геологічний та малий біологічний колообіги речовин в сукупності утворюють єдиний *біогеохімічний колообіг речовин та енергії* на Землі. Усі біогеохімічні цикли елементів, у тому числі й таких важливих біофілів як вуглець, азот, кисень, а також потокоутворювальні цикли води відбуваються тільки за участю ґрунту через його регулювальну дію як геомембрани з одного боку, і як акумулятора біофілів – з іншого. Ґрунт при цьому є свого роду поєднувальним ланцюгом у системі геологічної та біологічної циркуляції елементів у біосфері.

**5. Регулятивні.** Завдяки своїй високій шпаруватості (40-60 % від об'єму) і щільному заселенню організмами ґрунтовий покрив є

потужним *регулятором складу атмосфери та гідросфери*. В системі ґрунт–атмосфера ґрунт є генератором одних газів і резервуаром інших. У якості регулятора глобального кругообігу води ґрунт вибірково віддає в поверхневий стік розчинні у воді хімічні сполуки, визначаючи таким чином гідрохімічну ситуацію як на суші, так і в прибережних акваторіях.

Оскільки ґрунт як біоосне природне тіло піддається впливу лімітуючих факторів, що обмежують життєдіяльність тих чи інших організмів, то він також виступає в якості *регулятора інтенсивності біосферних процесів*. Через різницю в інтенсивності продуктивності організмів на земній поверхні регулюється щільність популяцій. До лімітуючих факторів ґрунту належать: висока кислотність або лужність, низька вологоємність, наявність токсичних речовин, сильне ущільнення тощо.

**6. Захисні.** Ґрунтовий покрив відіграє роль не тільки геомембрани, а й "геодерми", або "шкіри" планети, захищаючи літосферу від інтенсивної дії екзогенних факторів. Ґрунтова оболонка є буферною зоною між атмосферою та літосферою. Завдяки цій властивості ґрунту забезпечується нормальне тривання геологічної денудації, яка протистоїть швидкому перенесенню продуктів вивітрювання гірських порід з континентального циклу кругообігу в океанічний.

**7. Санітарні.** *Екосистема ґрунту здатна переробляти відходи життєдіяльності організмів*, рештки рослин, тварин, а також політанти – продукти антропогенного забруднення. У процесах продукції-деструкції органічної речовини беруть участь не тільки мікроорганізми, а й безхребетні тварини. Біотична складова ґрунту забезпечує складний комплексний процес – очищення ґрунтів.

**8. Самовідновні.** Самовідновні функції ґрунту виявляються у *підтриманні відносно сталих режимів, хімічного, мікробіологічного складу, структури за наявності впливу певних факторів* (погодних умов, застосування добрив, пестицидів, обробітку ґрунту і т.п.). При цьому ґрунт виявляє важливу властивість – *буферність* – здатність протидіяти зовнішнім навантаженням і зберігати сталими свої основні функції.

**9. Інформаційні.** У своєму розвитку ґрунт «прагне» перетворитися на продукт, який врівноважує стале функціонування екосистеми. *Ґрунт виконує функції регулювання кількісного складу та структури біоценозу, подачі сигналів для сезонних та інших біологічних процесів, регулює пускові механізми сукцесій.* У його морфологічних ознаках, фізико-хімічних властивостях та мінералогічному складі виявляються особливості факторів ґрунтоутворення як у сучасному, так і в історичному аспектах. Особливо інформативною стосовно цих процесів є система гумусових речовин, яка мало змінюється із часом.

*Здатність сигналізувати про початок сезонних біологічних процесів є визначальною у періодичній зміні параметрів деяких ґрунтових режимів – теплового, водно-повітряного, окисно-відновного, поживного, мікробіологічного тощо.*

Екосистемі ґрунту властиві дві діалектично протилежні ознаки – *неперервність* (всі її компоненти взаємопроникнуті потоками речовини та енергії) і *дискретність* (всі компоненти екосистеми ґрунту диференційовані і не переходять із одного стану в інший).

За умов зміни швидкості матеріальних та енергетичних надходжень екосистема ґрунту прагне у своєму розвитку досягти нової динамічної рівноваги. Період змін, що необхідний для досягнення нового стану рівноваги, є перехідним станом. Затрачений на досягнення нової динамічної рівноваги час залежить від трьох складових стійкості екосистеми: структурно-стаціонарної, функціонально-динамічної і буферної.

Накопичення енергії (органічної речовини) в межах екосистеми ґрунту при сталих потоках її надходження залежить від енергетичної ємності. При цьому чим вища здатність екосистеми до накопичення, тим нижча її чутливість. Зрілість екосистеми ґрунту, її стабільність визначаються кількістю кілець трофічних ланцюгів, по яких рухається енергія і елементи живлення, а також ступенем буферної здатності ґрунту.

Екосистема ґрунту забезпечує постійне функціонування **продукційно-трансформаційного процесу**. Цей процес забезпечує енергетичну взаємодію живої речовини з мінеральною частиною ґрунту,



являє собою одну із найважливіших ланок у механізмі функціонування ґрунтової екосистеми, що виражається у малому біологічному кругообігу речовин.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Назвіть основні принципи функціонування екосистеми ґрунту.
2. Що таке продукційно-трансформаційний процес функціонування ґрунту?
3. Розкрийте суть поняття «біосфера».
4. Назвіть необхідні умови існування біосфери
5. В чому полягає суть біологічних функцій ґрунтового покриву?
6. В чому полягає суть акумулятивних функцій ґрунтового покриву?
7. В чому полягає суть трансформаційних функцій ґрунтового покриву?
8. В чому полягає суть біогеохімічних функцій ґрунтового покриву?
9. В чому полягає суть захисних функцій ґрунтового покриву?
10. В чому полягає суть самовідновних функцій ґрунтового покриву?
11. В чому полягає суть інформаційних функцій ґрунтового покриву?
12. Назвіть необхідні умови існування живих організмів.
13. Назвіть та розкрийте суть екологічних функції ґрунтового покриву стосовно живих організмів.
14. Назвіть найбільш характерні властивості екосистеми ґрунту.
15. Розкрийте суть соціально-економічних функцій земельних ресурсів та охарактеризуйте функції ґрунтового покриву і надр окремо.

## Розділ 3. ЗАКОНОДАВЧЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН В УКРАЇНІ

### 3.1. Основні положення земельного законодавства України

Законодавчою базою регулювання земельних відносин в Україні є:

1) Конституція України (набула чинності 28.06.1990 р.);  
2) Земельний кодекс України – ЗКУ - (перший ЗКУ набув чинності у 1991 р., друга редакція ЗКУ була прийнята в 1992 р. у зв'язку з впровадженням приватної та колективної власності на землю, пізніше ЗКУ підлягав редакції у 1993 р., 1999 р., 2000 р., *остання редакція ЗКУ набрала чинності з 2002 року*);

3) закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (введено в дію у 1991 р.)

4) інші нормативно-правові акти, прийняті відповідно до названих вище, котрі не суперечать ним, а саме: Кодекс України про надра (1994), закони України: „Про оренду землі” (1998), „Про охорону земель” (2003), „Про державний контроль за використанням та охороною земель” (2003), „Про оцінку земель” (2003), „Про землеустрій” (2003) та інші нормативно-правові документи, котрі регулюють земельні відносини.

**Земельні відносини** – це суспільні відносини щодо володіння, користування і розпорядження землею.

*Суб'єктами* земельних відносин є громадяни, юридичні особи, органи місцевого самоврядування та органи державної влади.

*Об'єктами* земельних відносин є землі в межах території держави, земельні ділянки та права на них, у тому числі на земельні частки (паї).

Згідно **Конституції України** (розд.І) при використанні землі та інших природних ресурсів народ має наступні **права і обов'язки**.

**Ст. 13. Земля, і надра, атмосферне повітря, водні та інші природні ресурси**, які знаходяться в межах території України, при-

родні ресурси її континентального шельфу, виключної (морської) економічної зони є **об'єктами права власності Українського народу**. Від імені Українського народу права власника здійснюють органи державної влади та органи місцевого самоврядування в межах, визначених Конституцією.

Кожний громадянин має *право* користуватися природними об'єктами права власності народу відповідно до закону.

**Власність зобов'язує.** Власність не повинна використовуватися на шкоду людині і суспільству.

Держава забезпечує захист прав усіх суб'єктів права власності і господарювання, соціальну спрямованість економіки. Усі суб'єкти права власності рівні перед законом.

Ст. 16. Забезпечення екологічної безпеки і підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи — катастрофи планетарного масштабу, збереження генофонду Українського народу є *обов'язком* держави.

Ст. 50. Кожен має *право* на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди.

Кожному гарантується *право* вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена.

Ст. 66. Кожен *зобов'язаний* не заподіювати шкоду природі, культурній спадщині, відшкодувати завдані ним збитки.

Ст. 67. Кожен *зобов'язаний* сплачувати податки і збори в порядку і розмірах, встановлених законом.

**Завданням земельного законодавства** є регулювання земельних відносин з метою забезпечення права на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави, раціонального використання та охорони земель.

Панівним законодавчим актом в системі нормативно-правового регулювання земельних відносин та власності на землю зокрема є Земельний кодекс. Земельні відносини, що виникають при використанні надр, лісів, вод, а також рослинного і тваринного світу, атмос-

ферного повітря, регулюються Земельним кодексом, якщо вони не суперечать ньому та нормативно-правовими актами про надра, ліси, води, рослинний і тваринний світ, атмосферне повітря.

**Земельне законодавство базується на таких принципах** (ст.5, розд.І, гл.І ЗКУ):

- 1) поєднання особливостей використання землі як територіального базису, природного ресурсу і основного засобу виробництва;
- 2) забезпечення рівності права власності на землю громадян, юридичних осіб, територіальних громад та держави;
- 3) невтручання держави в здійснення громадянами, юридичними особами та територіальними громадами своїх прав щодо володіння, користування і розпорядження землею, крім випадків, передбачених законом;
- 4) забезпечення раціонального використання та охорони земель;
- 5) забезпечення гарантій прав на землю;
- 6) пріоритету вимог екологічної безпеки.

**Згідно закону України «Про охорону навколишнього природного середовища»** (ст.38): Використання природних ресурсів в Україні здійснюється в порядку загального і спеціального використання.

Законодавством України громадянам гарантується право загального використання природних ресурсів для задоволення життєво необхідних потреб (естетичних, оздоровчих, рекреаційних, матеріальних тощо) безоплатно, без закріплення цих ресурсів за окремими особами і надання відповідних дозволів, за винятком обмежень, передбачених законодавством України.

Земельний кодекс України (ЗКУ) складається із наступних 10-ти розділів.

1. «Загальна частина» (викладено основні положення земельного законодавства України, наведено основні визначення та регламентовано повноваження органів влади в галузі земельних відносин, про що згадувалося вище);

2. «Землі України» (описано склад земельного фонду за категоріями цільового призначення, охарактеризовано кожну із 10-ти ці-

льових категорій земель та порядок їх використання);

3. «Права і обов'язки» (регламентовано права і обов'язки землекористувачів і землевласників стосовно земель різних цільових категорій);

4. «Набуття і реалізація права на землю» (регламентовано підстави та порядок набуття права власності на землю);

5. «Гарантії прав на землю» (регламентовано способи та порядок захисту прав на землю, умови та порядок відшкодування збитків землевласникам та землекористувачам, порядок вирішення земельних спорів);

6. «Охорона земель» (викладено зміст, завдання, перелік нормативів із стандартизації та охорони земель, умови консервації непридатних та використання техногенно забруднених земель);

7. «Управління в галузі використання і охорони земель» (регламентовано завдання та зміст землеустрою, види та суб'єкти контролю за використанням та охороною земель, призначення, види та склад моніторингу земель, порядок ведення та склад державного земельного кадастру, наведено порядок здійснення плати за землю та відшкодування втрат сільськогосподарського та лісогосподарського виробництва при зміні цільової категорії земель відповідного призначення);

8. «Відповідальність за порушення земельного законодавства» (наведено види відповідальності при порушенні земельного законодавства та умови, за яких вона виникає);

9. «Прикінцеві положення» (органам державної влади регламентовано заходи щодо впровадження і реалізації положень Земельного кодексу України).

10. «Перехідні положення» (викладено положення з урегулювання земельних відносин, що мали місце до і матимуть після введення в дію останньої редакції Земельного кодексу України).

Зупинимося на основних поняттях та нормативно-правових засадах врегулювання земельних відносин, викладених в Земельному кодексі України.

### 3.2. Нормативно-правове забезпечення використання та охорони земель

*Охорона земель* – це система правових, організаційних, економічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання земель, запобігання необґрунтованому вилученню земель сільськогосподарського призначення, захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення і підвищення родючості ґрунтів, підвищення продуктивності земель лісового фонду, забезпечення особливого режиму використання земель природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення.

*Завданнями охорони земель* є забезпечення збереження та відтворення земельних ресурсів, екологічної цінності природних і набутих якостей земель.

Охорона земель передбачає:

- 1) обґрунтування та забезпечення досягнення раціонального землекористування;
- 2) захист сільськогосподарських угідь, лісових земель та чагарників від необґрунтованого їх вилучення для інших потреб;
- 3) захист земель від ерозії, селів, підтоплення, заболочування, вторинного засолення, переосушення, ущільнення, забруднення відходами виробництва, хімічними та радіоактивними речовинами та від інших несприятливих природних і техногенних процесів;
- 4) збереження природних водно-болотних угідь;
- 5) попередження погіршення естетичного стану та екологічних функцій антропогенних ландшафтів;
- 6) консервацію деградованих і малопродуктивних сільськогосподарських угідь.

З метою забезпечення екологічної та санітарно-гігієнічної безпеки громадян передбачено стандартизацію і нормування в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів шляхом прийняття відповідних нормативів і стандартів, які визначають вимоги щодо якості земель, допустимого антропогенного навантаження на ґрунти та окремі території, допустимого сільськогосподарського освоєння



земель тощо.

У галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів встановлюються **такі нормативи:**

- 1) оптимального співвідношення земельних угідь;
- 2) якісного стану ґрунтів;
- 3) гранично допустимого забруднення ґрунтів;
- 4) показники деградації земель та ґрунтів.

Нормативні документи зі стандартизації в галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів затверджуються Кабінетом Міністрів України.

Згідно ЗКУ (ст. 166., гл. розд. IV) землі, які зазнали змін у структурі рельєфу, екологічному стані ґрунтів і материнських порід та у гідрологічному режимі внаслідок проведення гірничодобувних, геологорозвідувальних, будівельних та інших робіт, підлягають рекультивациі.

**Рекультивациа порушених земель** – це комплекс організаційних, технічних і біотехнологічних заходів, спрямованих на відновлення ґрунтового покриву, поліпшення стану та продуктивності порушених земель.

Що стосується випадків забруднення земель небезпечними речовинами, то в ст. 167, гл. розд. IV ЗКУ сказано: *«Господарська та інша діяльність, яка зумовлює забруднення земель і ґрунтів небезпечними речовинами понад встановлені гранично допустимі концентрації забороняється.*

«Забруднені небезпечними речовинами земельні ділянки використовуються із дотриманням встановлених обмежень, вимог щодо запобігання їх небезпечного впливу на здоров'я людини та довкілля. Рівень забруднення ґрунтів враховується при наданні земельних ділянок у користування, вилученні із господарського обігу та зміні характеру і режиму використання». ЗКУ виділяє ґрунти земельних ділянок як «об'єкт особливої охорони».

Значна увага приділяється заходам з використання техногенно забруднених, деградованих і малопродуктивних земель, щодо яких ЗКУ передбачає наступні положення (ст. 169, 170., гл. 27, ст. 171,

гл.28, розд. IV).

**Техногенно забруднені землі** – це землі, забруднені внаслідок господарської діяльності людини, що призвела до деградації земель та її негативного впливу на довкілля і здоров'я людей.

До техногенно забруднених земель відносяться землі радіаційно небезпечні та радіоактивно забруднені, землі, забруднені важкими металами, іншими хімічними елементами тощо. При використанні техногенно забруднених земель враховуються особливості режиму їх використання, які встановлюються законодавством України.

Техногенно забруднені землі сільськогосподарського призначення, на яких не забезпечується одержання продукції, що відповідає встановленим нормативам, підлягають вилученню із сільськогосподарського обігу та консервації.

До **деградованих земель** відносяться;

1) земельні ділянки, поверхня яких порушена внаслідок землетрусу, зсувів, карстоутворення, повеней, добування корисних копалин тощо;

2) земельні ділянки з ґрунтами, які мають такі характеристики: еродовані, перезволожені, закислені, засолені, забруднені хімічними речовинами та ін.

До **малопродуктивних земель** відносяться сільськогосподарські угіддя, ґрунти яких характеризуються негативними природними властивостями, низькою родючістю, а їх господарське використання за призначенням є економічно неефективним.

Деградовані і малопродуктивні землі, господарське використання яких є екологічно небезпечним та економічно неефективним, а також техногенно забруднені земельні ділянки, на яких неможливо одержати екологічно безпечну продукцію, *підлягають консервації* (ст. 172, гл.28, розд. IV).

**Консервація земель** здійснюється шляхом припинення їх господарського використання на визначений термін та залуження або заліснення. Консервація земель здійснюється за рішеннями органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування на підставі угод із власниками земельних ділянок.

### 3.3. Управління в галузі охорони земель

Система державного управління в галузі використання і охорони земель передбачає ведення контролю за використанням та охороною земель та забезпечення економічного стимулювання заходів з охорони земель. Функціонування системи державного управління забезпечують наступні державні структури:

1) Верховна Рада України (прийняття законодавчих документів (земельний, лісовий, водний кодекси, кодекс про надра, земельна реформа та ін.);

2) Міністерство аграрної політики (раціональне використання і охорона сільськогосподарських угідь);

3) Міністерство екології та природних ресурсів Державенства земельних ресурсів, лісового, водного господарства, Державна геологічна служба (контроль землекористування, земельна реформа, моніторинг земельних ресурсів);

4) Міністерство охорони здоров'я (підготовка стандартів, нормативних актів, контроль санітарно-епідеміологічного стану);

5) Національна академія наук, Українська академія аграрних наук (наукове забезпечення політики збалансованого природокористування та охорони ґрунтів, розробка технологій захисту ґрунтів).

**Контроль за використанням та охороною земель** полягає у забезпеченні додержання органами державної влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями і громадянами земельного законодавства України (ст. 187, гл.32, розд. VII). Отже, контроль реалізується на трьох рівнях: державному, самоврядному та громадському.

*Державний контроль* за використанням та охороною земель здійснюється уповноваженими органами виконавчої влади з питань використання земельних ресурсів, а за додержанням вимог законодавства про охорону земель - спеціально уповноваженими органами з питань екології та природних ресурсів.

*Самоврядний контроль* за використанням та охороною земель здійснюється сільськими, селищними, міськими, районними та обласними радами.

*Громадський контроль* за використанням та охороною земель

здійснюється громадськими інспекторами, які призначаються відповідними органами місцевого самоврядування і діють на підставі положення, затвердженого центральним органом виконавчої влади з питань використання земельних ресурсів.

**Базовою інформаційною основою здійснення управління** в галузі використання і охорони земель є система моніторингу земель та Державний земельний кадастр.

**Моніторинг земель** – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, попередження та ліквідації наслідків негативних процесів.

**Основними завданнями моніторингу земель** є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання розвитку або усунення наслідків негативних процесів.

Залежно від цілей, спостережень і охоплення території моніторинг земель може бути національним, регіональним і локальним. Ведення моніторингу земель здійснюється уповноваженими органами виконавчої влади з питань земельних ресурсів, з питань екології та природних ресурсів.

**Державний земельний кадастр** – це єдина державна система земельно-кадастрових робіт, яка встановлює процедуру визнання факту виникнення або припинення права власності і права користування земельними ділянками та містить сукупність відомостей і документів про місце розташування та правовий режим цих ділянок, їх оцінку, класифікацію земель, кількісну та якісну характеристику, розподіл серед власників землі та землекористувачів. Державний земельний кадастр є основою для ведення кадастрів інших природних ресурсів (ст. 193, гл.34, розд. VII).

Оскільки земля є основним національним багатством, то першочерговими завданнями раціонального природокористування є охорона земель та їх раціональне використання. В Україні передбачено економічний механізм стимулювання збалансованого використання земель (гл.35, розд. VII).

**Економічне стимулювання збалансованого землекористування передбачас:**

1) надання податкових і кредитних пільг громадянам та юридичним особам, які здійснюють за власні кошти заходи, передбачені

загальнодержавними та регіональними програмами використання і охорони земель;

2) виділення коштів державного або місцевого бюджету громадам та юридичним особам для відновлення попереднього стану земель, порушених не з їхньої вини;

3) звільнення від плати за земельні ділянки, що перебувають у стадії сільськогосподарського освоєння або поліпшення їх стану згідно з державними та регіональними програмами;

4) компенсацію з бюджетних коштів зниження доходу власників землі та землекористувачів внаслідок тимчасової консервації деградованих та малопродуктивних земель, що стали такими не з їхньої вини.

Економічною основою захисту права на землі сільськогосподарського та лісогосподарського призначення є механізми відшкодування втрат, заподіяних даним галузям господарства (ст.207, гл.36, розд. VII).

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Розкрийте суть поняття «земельні відносини».
2. Назвіть основні нормативні документи законодавчої бази регулювання земельних відносин в Україні.
3. Назвіть основні принципи земельного законодавства України.
4. Розкрийте суть поняття «земельний фонд».
5. Назвіть цільові категорії земель України.
6. Які землі відносяться до категорії земель сільськогосподарського призначення?
7. Які землі відносяться до категорії земель рекреаційного призначення?
8. Розкрийте суть поняття «охорона земель».
9. Які основні нормативи встановлюються у галузі охорони земель та відтворення родючості ґрунтів?
10. Які землі вважаються техногенно забрудненими?
11. Які землі вважаються деградованими?
12. Які землі відносяться до малопродуктивних земель?
13. Які структури забезпечують державне управління та контроль у галузі охорони земель?
14. Що є базовою інформаційною основою здійснення управління в галузі охорони земель?
15. Що являє собою Державний земельний кадастр?

## Розділ 4. ЗЕМЕЛЬНИЙ ФОНД УКРАЇНИ: СТРУКТУРА, СУЧАСНИЙ СТАН

### 4.1. Загальні відомості про земельний фонд та його структуру

За продуктивною земельною площею території Україна є найбільшою (після європейської частини Росії) країною в Європі, а за якісним складом ґрунтів і біопродуктивністю угідь – однією із найбагатших держав світу. Висока продуктивність ґрунтового покриву визначає провідну роль земельного фонду як одного із найважливіших ресурсів держави. Земельні ресурси, на використанні яких формується біля 95 % обсягу продовольчого фонду та 2/3 фонду товарів споживання, по праву вважаються первинним фактором виробництва, фундаментом економіки України. Частка земельних ресурсів у складі продуктивних сил держави становить понад 40-44%, тоді як на виробничі фонди та оборотні засоби припадає 20-21%, трудові ресурси - 38-39%. Земельний фонд складається із земель, що мають різноманітне функціональне використання, якісний стан та правовий статус.

*Земельний фонд України* – це всі землі в межах її території, в тому числі острови та землі, зайняті водними об'єктами. За основним цільовим призначенням землі поділяються на категорії. Кожна із цільових категорій земель України має особливий правовий режим.

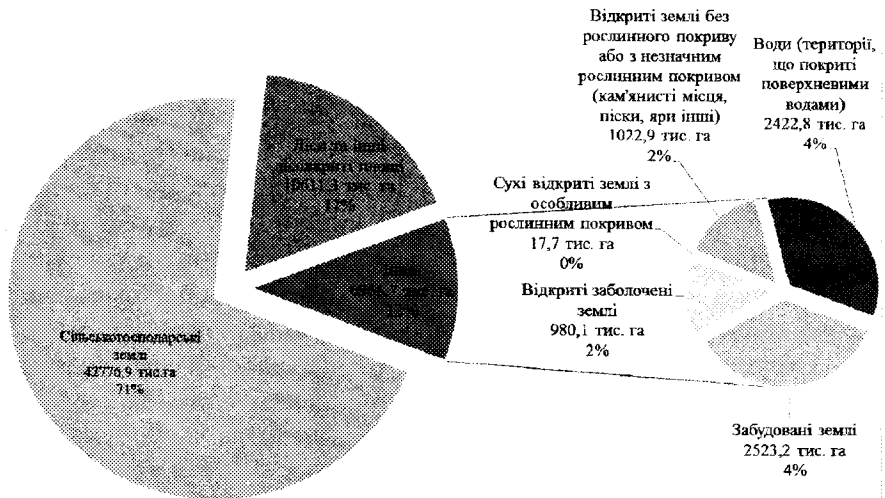
Структура земельного фонду України (згідно ЗКУ, ст. 19) охоплює 9 цільових категорій земель:

- 1) землі сільськогосподарського призначення;
- 2) землі житлової та громадської забудови;
- 3) землі природно-заповідного та іншого природоохоронного призначення;
- 4) землі оздоровчого призначення;
- 5) землі рекреаційного призначення;
- 6) землі історико-культурного призначення;

- 7) землі лісогосподарського призначення;
- 8) землі водного фонду;
- 9) землі промисловості, транспорту, зв'язку, енергетики, оборони та іншого призначення.

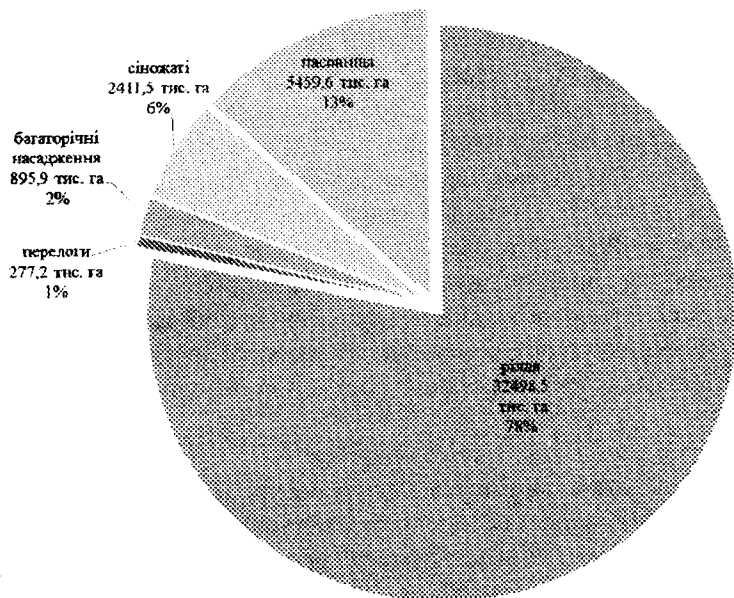
*Земельні ділянки кожної категорії земель, які не надані у власність або користування громадян чи юридичних осіб, можуть перебувати у запасі.*

У зв'язку із аграрним напрямком народного господарства, в структурі земельного фонду України (рис. 4.1) переважають сільськогосподарські землі (71%), у складі яких сільськогосподарські угіддя становлять 97% (решту займають землі сільськогосподарської інфраструктури та забудована територія сільськогосподарських підприємств).



**Рис. 4.1. Структура земельного фонду України**  
(станом на 01.01.2013 р.)

У свою чергу в структурі сільськогосподарських угідь (рис. 4.2) рілля (найбільш екологічно нестійкий елемент ландшафтів) займає близько 78%, найбільш стійкі угіддя – сіножаті і пасовища – 13,1%, багаторічні насадження – 1,5%. Ліси та лісовкриті території складають 17,6%, що є наслідком протяжності переважної частини території України в природно-географічних зонах Лісостепу і Степу.



(станом на 01.01.2013 р.)

З позицій ландшафтної екології структура земельних угідь території України за середньозваженими показниками має незадовільний стан, що є наслідками розбалансованого землекористування.



## 4.2. Землі сільськогосподарського призначення: сучасний стан та екологічні проблеми

*Землями сільськогосподарського призначення* є землі, надані або призначені для виробництва сільськогосподарської продукції, здійснення сільськогосподарської науково-дослідної та навчальної діяльності, розміщення відповідної виробничої інфраструктури.

До земель сільськогосподарського призначення належать:

- *сільськогосподарські угіддя* (рілля, багаторічні насадження, сіножаті, пасовища та перелоги);
- *несільськогосподарські угіддя* (господарські шляхи і прогони, полезахисні лісові смуги та інші захисні насадження, крім тих, що віднесені до земель лісового фонду, землі під господарськими будівлями і дворами, землі тимчасової консервації тощо).

*Сільськогосподарські угіддя* – сільськогосподарські землі, що використовуються для виробництва рослинницької продукції.

Сьогодні існує велика кількість критеріїв для об'єктивної якісної і кількісної оцінки стану земель сільськогосподарського призначення. В.В. Медведєв (1998) пропонує наступний перелік критеріїв та показників:

- 1) структура угідь і ґрунтового покриву;
- 2) екологічна стабільність земельних ресурсів (співвідношення стабільних та нестабільних в екологічному відношенні угідь);
- 3) родючість ґрунтів (вміст гумусу, основних елементів живлення рослин, інші властивості);
- 4) продуктивність орних земель (урожайність основних сільськогосподарських культур);
- 5) продуктивність кормових угідь (урожайність сіна);
- 6) бальна оцінка земель (результати бонітування).

Такий набір показників є досить інформативним при вивченні ступеню і якості господарського освоєння земель сільськогосподарського призначення та їхнього агроекологічного стану. Тому нижче наводимо коротку характеристику стану земель сільськогосподарського призначення за названими показниками.

Структура ґрунтового покриття сільськогосподарських і орних земель характеризується ступенем освоєності (табл. 4.1). Землі України умовно поділені на три групи за ступенем сільськогосподарської освоєності у межах адміністративної області: I <50%, II – 61-80% і III >80%.

Таблиця 4.1

## Структура сільськогосподарських угідь в розрізі областей

(Паньків З.П., 2008)

Група земель	Область	Всього сг-угідь, % від площі області	в т.ч. % від площі сільгоспугідь				
			рілля	перелоги	сіножаті	пасовища	багато-річні насадження
I	Закарпатська	35,6	44,2	-	20,9	29,0	6,0
	Івано-Франківська	45,5	59,1	4,7	12,9	20,7	2,6
	Рівненська	46,7	72,0	1,4	0,14	14,4	1,3
	Волинська	52,3	60,4	-	15,0	21,0	1,1
	Житомирська	52,3	68,7	8,1	8,9	12,8	1,5
	Чернівецька	58,4	71,5	-	8,6	14,5	5,5
	Львівська	58,2	62,8	0,06	14,9	20,4	1,8
II	Київська	59,6	81,7	0,82	7,0	8,1	2,4
	Чернігівська	64,8	65,4	3,8	15,6	14,0	1,2
	Сумська	71,5	72,5	0,01	16,1	9,9	1,4
	Луганська	71,7	68,8	0,94	4,5	24,2	1,6
	Черкаська	69,6	87,6	0,56	4,5	5,5	1,9
	Вінницька	76,2	85,7	0,05	2,5	9,3	2,4
	Хмельницька	76,1	79,9	0,13	8,6	8,7	2,6
	Тернопільська	76,2	80,4	1,54	3,1	13,6	1,4
	Харківська	77,0	79,5	0,01	4,9	12,8	2,1
	Полтавська	75,8	80,7	2,02	7,2	8,7	1,4
Донецька	77,2	80,9	0,03	2,1	14,1	2,9	
III	Херсонська	69,3	90,1	-	0,52	8,0	1,4
	Дніпропетровська	78,7	84,5	-	0,71	12,6	2,2
	Одеська	77,9	79,7	1,16	2,0	13,7	3,5
	Кіровоградська	83,0	86,4	-	1,2	11,2	1,3
	Миколаївська	81,8	84,4	0,16	0,20	13,4	1,80
	Запорізька	82,7	84,8	-	3,7	9,8	1,80
АР Крим	69,1	70,1	0,73	0,12	24,5	4,55	

Сільськогосподарські угіддя України характеризуються високою продуктивністю ґрунтового покриву, в його структурі переважають землі з родючими ґрунтами. У складі сільськогосподарських угідь України зосереджена основна частка особливо цінних земель (36,7% від загальної площі), яка порівняно з іншими країнами Західної Європи є найвищою.

Основна база землеробства країни розміщується на ґрунтах чорноземного типу. В Україні домінують чорноземи звичайні (27,7 % загальної площі орних земель), сірі лісові ґрунти (21,3%) і чорноземи типові (18,1%).

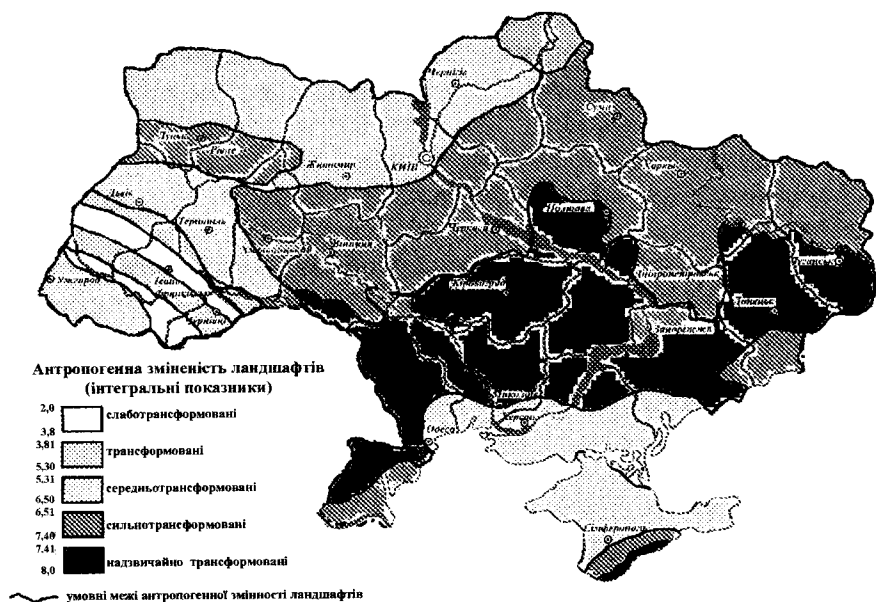
Чорноземи сформовані переважно на потенційно родючих породах – лесах, що зумовлює їхній гранулометричний склад (суглинки та глини). Загалом чорноземи (типові, звичайні, південні) займають біля 52% всього ґрунтового покриву України, при цьому середньозважений відсоток їхньої розораності сягає 84%. Сірі лісові ґрунти розорані на 85%, темно-каштанові та каштанові – на 83,3%. Інші типи ґрунтів розорані значно менше.

Найнижчий ступінь розораності характерний для торфвоболотних, болотних ґрунтів та торфовищ – 3,8%, а також зольників та місць виходів порід до поверхні землі – 6,9%.

За експертними оцінками, Україна здатна виробляти продуктів харчування на 140–145 млн. чоловік за існуючого потенціалу родючості ґрунтів при впровадженні збалансованої структури землекористування і відповідному науковому та ресурсному забезпечення сільського господарства.

Україна ще в кінці 80-х та на початку 90-х років посідала чільне місце серед країн світу за обсягами виробництва сільськогосподарської продукції. Так, у 1990 році частка України в обсягах виробництва зерна складала майже 20 %, в т.ч. у вирощуванні пшениці – сьоме місце (після Китаю – 101, США – 67, Індії – 55, Росії – 46, Франції – 33 і Канади – 30 млн. т); друге – за виробництвом цукрових буряків (після Франції); п'яте місце за вирощуванням жита та ячменю; шосте – вівса; четверте – картоплі.

Проте обсяги сільськогосподарської продукції, отримуваної з 1 га оброблюваних земель, у вартісному виразі в Україні були більшими у 2 рази порівняно із Фінляндією, при цьому продукція була неконкурентноздатною на західноєвропейському ринку через низьку якість та високу собівартість.



**Рис. 4.3. Антропогенна перетвореність ландшафтів території України (Мельник Л.Г., Шапочка М.К., 2006)**

Головними причинами низької продуктивності земель України стали надмірна розораність та екстенсивний характер використання, які викликали розвиток процесів деградації ґрунтів, порушення природних процесів ґрунотворення, звели до мінімуму регулюючу біогеохімічну функцію ґрунтів у ландшафтах.

Багаторічна урбанізація та індустріалізація територій, неконтрольований сільськогосподарський тиск на ґрунтовий покрив спричинили глибокі зміни природних властивостей земель, трансформа-

цію внутрішньогрунтових процесів, втрату ними самовідновлювальної здатності.

Екологічна стабільність ландшафтів характеризується індексами екологічної стабільності, які розраховуються за співвідношенням площ умовно стабільних і нестабільних елементів ландшафту. Найбільш нестабільними елементами ландшафту є розорані землі. За антропогенною перетвореністю ландшафтів, згідно картосхеми рис. 4.3, найменш перетвореними є ландшафтно-територіальні комплекси північних і західних областей України, а найбільш перетвореними – південних і східних областей.

#### **4.2.1. Родючість ґрунтів**

Рівень родючості ґрунтів є результатом природного процесу ґрунтоутворення та окультурення ґрунту в умовах сільськогосподарського використання. Саме родючість ґрунтів зумовлює рівень продуктивності земель, їх господарську значимість і вартість. Родючість ґрунтів, які використовуються в сільськогосподарському виробництві, зумовлюється умовами використання і може зменшуватися або збільшуватися залежно від них.

Родючість ґрунтів як основа функціонування агроєкосистеми є критерієм оцінки екологічного стану сільськогосподарських угідь. Родючість та окультуреність ґрунту характеризують три основні групи показників:

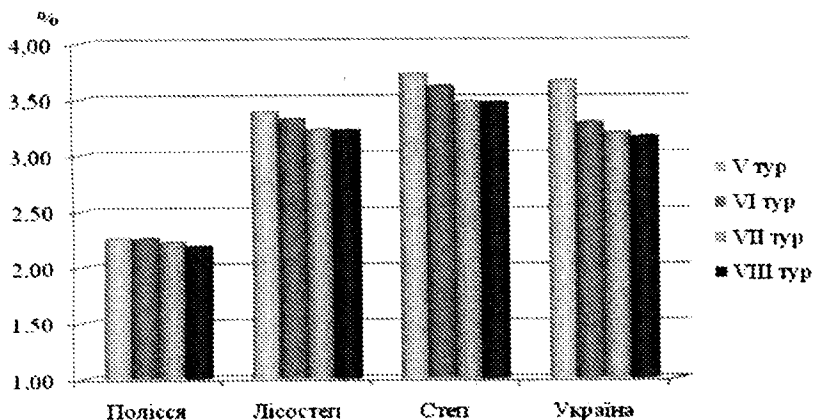
➤ *біологічні*: стан ґрунтової мікрофлори, загальна біологічна активність, чистота ґрунту від насіння бур'янів, шкідників і збудників хвороб сільськогосподарських культур;

➤ *агрохімічні*: вміст гумусу та його склад, вміст у ґрунті поживних речовин, ємність катіонного обміну ґрунту, реакція ґрунтового середовища, тощо;

➤ *агрофізичні*: потужність ґрунтового профілю, будова профілю ґрунту, гранулометричний склад, щільність твердої фази, щільність складення, пористість, структурно-агрегатний склад, вологоємність та ін.

У гетерогенній системі ґрунту всі агрофізичні та хімічні показники родючості впливають на біологічні та взаємодіють із ними. Одним із головних інтегральних показників родючості ґрунту є вміст в ньому комплексу специфічних органічних речовин – гумусу. Від вмісту гумусу залежить не лише врожайність рослин, але й екологічний стан ґрунтів і ландшафтів, ефективність заходів відтворення родючості.

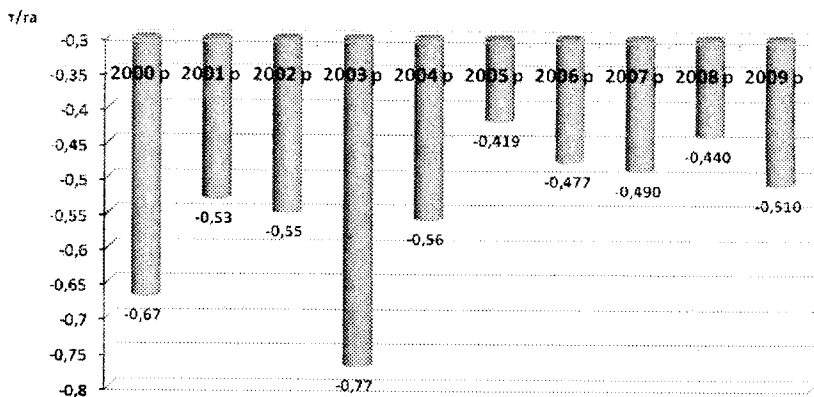
Районування ґрунтів України за вмістом гумусу підпорядковується природно-географічній та агроґрунтовій зональності, що зумовлено особливостями генезису ґрунтів і в першу чергу їхнім гранулометричним і мінералогічним складом. На сучасному етапі розвитку землеробства в ґрунтах України спостерігається зниження вмісту гумусу (рис. 4.2). Втрати обумовлюються, як правило, двома причинами – ерозією ґрунтів і перевагою процесів мінералізації гумусу над процесами гумусоутворення. Районування ґрунтів України за інтенсивністю втрат ними гумусу проведено на основі аналізу динаміки вмісту гумусу за 30 років (див. рис. 4.4). Середньорічні втрати гумусу в ґрунтах Полісся становлять 0,1, Лісостепу – 0,8, Степу – 0,4 т/га.



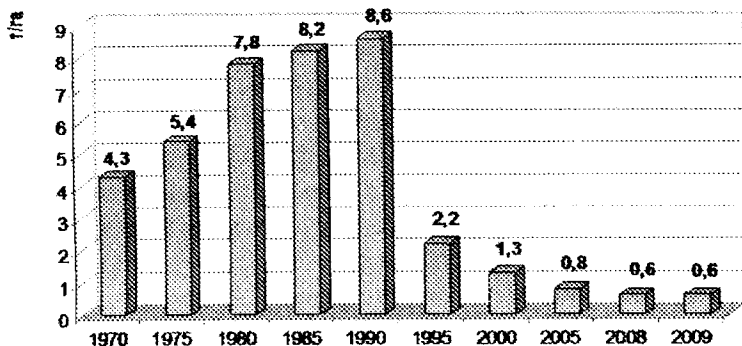
**Рис.4.4. Динаміка вмісту гумусу в орних ґрунтах України**  
(за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів  
«Центрдержродючість», 2010)

Діапазон відносних втрат гумусу по Україні в цілому становить 0,1-39,4%, при цьому абсолютні втрати не співпадають по регіонах з відносними. Максимальний рівень відносних втрат запасів гумусу – в Житомирській області – 39,4%. На другому місці – Миколаївська область – 23,4% втрат запасів гумусу. Здебільшого це обумовлено двома причинами – ерозією ґрунтів і прискореною мінералізацією гумусу (дегуміфікацією).

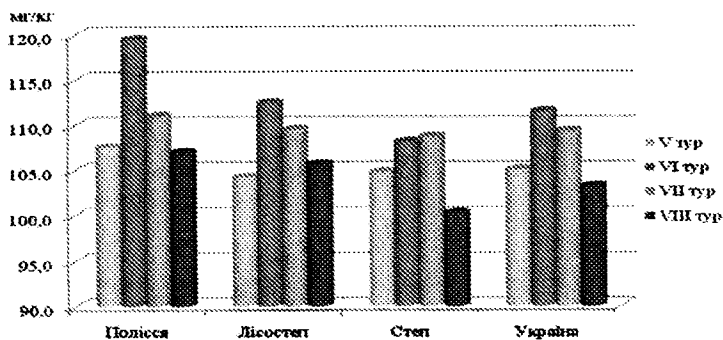
Підтвердженням розбалансованості землекористування є відомості про застосування органічних добрив та баланс гумусу в ґрунтах України (рис. 4.5–4.6). В останні роки середньорічний дефіцит балансу гумусу дещо зменшився у зв'язку із реорганізацією структури посівних площ в напрямку зменшення частки просапних культур, які в найбільшій мірі створюють дефіцит гумусу. Проте дегуміфікація ґрунтів України продовжує розвиватися. Це означає, що й всі інші властивості ґрунтів та родючість в цілому погіршуються. З агрохімічних показників найбільш динамічними та важливими є вміст в ґрунтах рухомих форм елементів живлення рослин (рис.4.7-4.8).



**Рис. 4.5. Динаміка балансу гумусу в орних ґрунтах України**  
(за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів  
«Центрдержродючість», 2010)



**Рис.4.6. Динаміка внесення органічних добрив в орні ґрунти України**  
(за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів  
«Центрдержродючість», 2010)



**Рис.4.7. Динаміка вмісту рухомих сполук фосфору в орних ґрунтах України**  
(за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів  
«Центрдержродючість»)

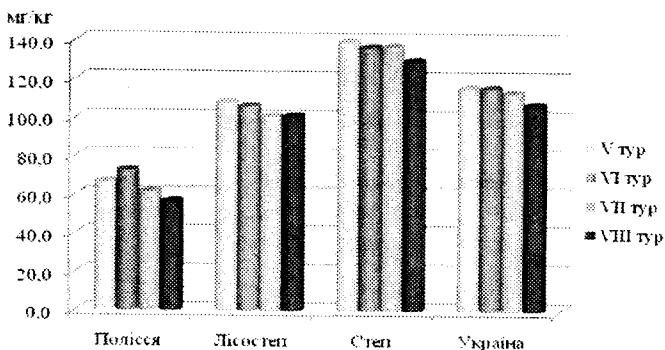
В ґрунтах Полісся, бідних за своїм генезисом на фосфор, відмічаємо більш високий вміст рухомих форм фосфору порівняно із ґрунтами Степу та Лісостепу, яким за генезисом властиві значно вищі валові запаси фосфору. Нижчі показники в ґрунтах Лісостепу і Степу є наслідками нейтральної та слабкокислої реакції ґрунтового розчину, що погіршує перехід фосфатів у рухомі форми. Протікання ґрунтоутворюючо-



го процесу переважно на карбонатних породах сприяє утворенню слабкорозчинних фосфатів кальцію і зв'язуванню фосфору.

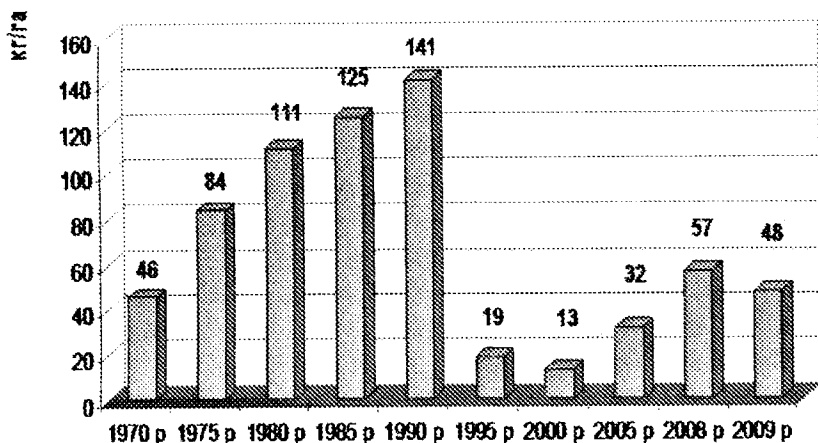
За балансовими розрахунками (рис. 4.10) дефіцит мінерального фосфору щорічно складає 15–20 кг/га, що обумовлює зниження вмісту фосфору в ґрунті на 0,4–0,5 мг/100 г. ґрунту. Згідно розробленому прогнозу, впродовж наступних 10 років при існуючих нормах використання фосфорних добрив, вміст фосфору в ґрунтах знизиться на 3,0–3,2 мг/100 г ґрунту. Практично ґрунти втратять ту кількість фосфору, яка була накоплена за роки інтенсивної хімізації.

Обмінним калієм ґрунти України забезпечені значно ліпше, ніж азотом і фосфором. Вміст калію в ґрунтах зростає в напрямку із північного заходу на південний схід, що відповідає змінам гранулометричного складу від супіщаних і глинисто-піщаних до важкосуглинкових ґрунтів. Середньозважений вміст обмінного калію в ґрунтах України на кінець 2009 р. становить 111 мг/кг ґрунту (рис.4.8). Падіння вмісту обмінного калію в ґрунтах України пов'язане із критично недостатнім рівнем калійного удобрення. На рис. 4.9. представлено динаміку застосування мінеральних добрив на ґрунтах ріллі України за сумою надходження діючих речовин NPK, в якій на азот припадає більше 75%, а на калій – менше 10%.



**Рис. 4.8.** Динаміка вмісту обмінного калію у орних ґрунтах України (за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість»)

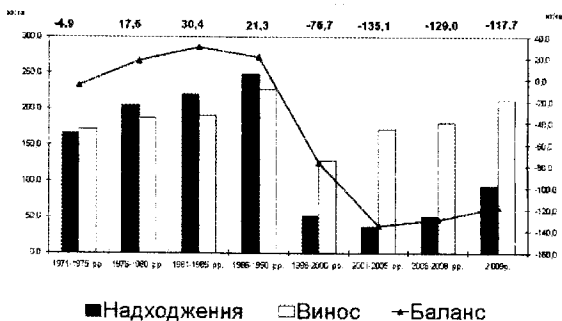
У ґрунтах жодної із агроґрунтових зон вміст обмінного калію не досягає оптимальних величин – 200-250 мг/кг ґрунту. Враховуючи, що останнім часом різко впали обсяги застосування всіх видів і форм добрив (рис. 4.9), прогнозується поступове падіння вмісту як обмінного калію, так і рухомих форм фосфору в ґрунтах України. Це зумовить істотне погіршення поживного режиму ґрунту, розбалансування живлення рослин, отримання невисоких врожаїв низької якості.



**Рис.4.9. Динаміка застосування мінеральних добрив (кг/га д.р. NPK) на ґрунтах ріллі України**

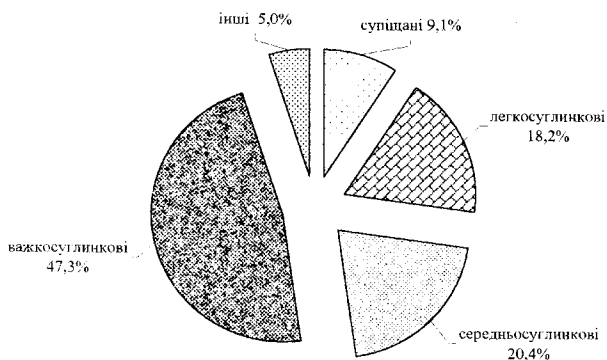
(за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість»)

Серед інших властивостей, що відображають агроекологічний стан ґрунтів та їхню якість, є: гранулометричний склад, еродованість, оглесність, засоленість і солонцюватість (рис. 4.11). Гранулометричний склад ґрунту є похідною від мінералогічного і успадковується від материнської породи.



*Рис.4.10. Динаміка балансу азоту, фосфору і калію у ґрунтах ріллі України (за даними Державного технологічного центру охорони родючості ґрунтів «Центрдержродючість»)*

Найбільш агрономічно цінними за гранулометричним складом є легко- та середньосуглинкові ґрунти. Україна володіє значним агропотенціалом – біля 40% ґрунтів мають найбільш агрономічно цінний гранулометричний склад (середньо- та легкосуглинковий), біля 65% ґрунтів – близький до оптимального (супіщаний та важкосуглинковий). Це є передумовами високої родючості ґрунтів.



*Рис. 4.11. Середньозважений розподіл ґрунтового покриву України за гранулометричним складом*

Сучасна динаміка трансформації властивостей ґрунтів характеризується падінням загального гумусу і відносній стабілізації вмісту рухомих форм фосфору і калію. На думку вчених в найближчі роки для цих елементів динаміка може змінитись на нестійку низхідну за рахунок наростання сумарного дефіциту балансів.

#### **4.2.2. Продуктивність орних земель**

Найбільш інформативним критерієм оцінки стану сільськогосподарських угідь є їхня продуктивність або ефективна родючість ґрунту. Вона оцінюється урожайністю польових культур, продуктивністю сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень.

Розташування території України у трьох кліматичних поясах - бореальному (Полісся), суббореальному (Лісостеп та Степ) і частково субтропічному (Південний Берег Криму) зумовило таке зональне поширення ґрунтового покриву, яке дозволяє вирощувати широкий набір сільськогосподарських культур у відповідності із розподілом тепла, вологи та потенціалом ґрунтової родючості.

У ґрунтово-кліматичних умовах України, за розрахунками вчених (Алексєєвського В.Е., Наседкіна І.Ю., Корсунської І.Б. (1988)), потенційно можливий урожай пшениці становить 60-75 ц/га, цукрових буряків - 370-450 ц/га за коефіцієнту використання ФАР 1,5%; а при величині цього коефіцієнту 3% - відповідно 120-145 ц/га і 750-900 ц/га

На Держсортоділянках України у 1981-1985 рр. (табл. 4.2) урожай озимої пшениці складав: на Поліссі 31-38 ц/га, в Лісостепу 42- 44 ц/га і в Степу 41-56 ц/га. Тільки в сприятливі за метеорологічними умовами (зволоження, температура) роки урожаї озимої пшениці на Держсортоділянках (ДСД) у Лісостепу і Степу були близькими до потенційно можливих (56-72 ц/га). Нині у передових фермерських господарствах Лісостепу із впровадженням no-till-технології виробництва зерна вдається отримувати врожаї пшениці озимої на рівні 90-100 ц/га.

Таблиця 4.2

**Потенційно можливі врожаї сільськогосподарських культур на території України (ц/га зерн. од.) (Б.М. Данилишин та ін., 1999)**

Умови отримання врожаю	Степ	Лісостеп	Полісся
Потенційно можливий урожай:			
при коефіцієнті використання ФАР (ц/га):			
1,5%	61-67	60,8-68,7	60-63
3,0%	122-141	121,4-137,4	121-128
Максимально середньо-багаторічний на ДСД	47-62	57-62	45-48
Середньобагаторічний:			
а) на ДСД	41-56	41,7-43,8	30,7-38,0
б) в умовах виробництва на богарі:	25,9-32,4	30,2-38,6	22,5-27,9

У виробничих умовах врожаї основних сільськогосподарських культур нижчі, ніж на ДСД. В цілому резерви підвищення врожаїв становлять за групою зернових культур 20-54%, в т.ч. за озимою пшеницею 13-52%; озимим житом - 39-121%; кукурудзою на зерно - 46-100%.

Серед ряду європейських країн Україна характеризується максимальною часткою ріллі на душу населення. За виробництвом продукції на душу населення Україна суттєво відстає від Данії за всіма групами культур, а також від Франції за зерновими і зернобобовими та від Бельгії за цукровими буряками (табл. 4.3-4.4). За розрахунками вчених, українські землі здатні прогодувати не менше 150 млн. чол.

Забезпеченість населення України ріллею є досить високою (0,61 га/чол), тоді як середня забезпеченість ріллею у світі – 0,25 га/чол. Слід зауважити, що рілля займає лише 11% світового земельного фонду. Україна посідає 10 місце серед передових держав світу за площею ріллі (27,8 млн. га), першість у якому належить США (185,7 млн. га), Індії (166,1 млн. га) та Росії (130,3 млн. га).

Таблиця 4.4

**Виробництво продукції тваринництва на душу населення, кг**  
(Статистичний щорічник України, 2012)

Країна	М'ясо (у забійній вазі)		Молоко		Яйця	
	1990	2011	1990	2011	1990	2011
<b>Україна</b>	<b>84</b>	<b>47</b>	<b>472</b>	<b>243</b>	<b>18</b>	<b>24</b>
<b>Весь світ</b>	<b>34</b>	<b>42</b>	<b>103</b>	<b>103</b>	<b>7</b>	<b>10</b>
Данія	301	367	923	873	16	14
Іспанія	88	118	169	163	17	18
Італія	70	69	211	182	12	12
Казахстан		57		319		13
Канада	101	126	288	242	11	13
Китай	26	58	6	30	7	21
Нідерланди	183	159	751	707	43	41
Німеччина	91	102	395	370	12	9
Польща	78	95	416	325	11	15
США	112	134	262	282	16	17
Угорщина	156	88	280	173	25	14
Фінляндія	69	74	565	426	15	12
Франція	101	90	473	399	16	13
Швеція	60	56	410	304	13	12

Загалом в Україні на одного мешканця припадає у 3-4 рази більша площа ріллі ніж в країнах Західної Європи. Ці країни, маючи нижчий потенціал родючості ґрунту, досягли високого рівня соціального благополуччя, в т.ч. і за рахунок високоефективного землекористування.

Поряд з низькою ефективністю використання земель відчутне відставання України від розвинутих світових держав як за впровадженням новітніх технологій, так і за самими принципами ведення сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 4.3

**Виробництво продукції рослинництва на душу населення, кг**  
(Статистичний щорічник України, 2012)

Країна	Зернові та зернобобові культури		Цукрові буряки (фабричні)		Картопля		Овочі та баштанні культури		Плоди, ягоди та виноград	
	1990	2011	1990	2011	1990	2011	1990	2011	1990	2011
<b>Україна</b>	<b>983</b>	<b>1242</b>	<b>853</b>	<b>410</b>	<b>322</b>	<b>531</b>	<b>144</b>	<b>231</b>	<b>72</b>	<b>53</b>
<b>Весь світ</b>	<b>382</b>	<b>376</b>	<b>59</b>	<b>39</b>	<b>51</b>	<b>53</b>	<b>88</b>	<b>154</b>	<b>67</b>	<b>90</b>
Данія	1984	1572	687	483	288	290	59	54	20	17
Іспанія	483	471	187	85	136	50	293	265	365	330
Італія	310	322	208	58	41	25	249	218	302	285
Казахстан		1635		12		188		252		14
Канада	2072	1473	34	20	109	120	78	65	28	22
Китай	354	379	13	8	28	64	111	406	18	97
Нідерланди	94	97	577	350	471	439	235	302	38	49
Німеччина	477	515	382	305	182	144	34	44	61	31
Польща	750	681	439	305	953	214	150	151	37	90
США	1228	1230	98	83	71	61	123	110	95	86
Угорщина	1245	1380	458	86	118	60	190	148	223	98
Фінляндія	862	694	226	125	177	125	40	51	4	4
Франція	1036	1050	560	587	84	126	132	92	211	150
Швеція	759	495	324	263	139	93	33	35	20	4

За даними Медведєва В.В. та ін. (1997) процеси дегуміфікації спонукають до закономірних втрат продуктивності ріллі та збіднення ґрунтів на елементи живлення рослин (табл. 4.4). Найвищі втрати продуктивності ріллі для більшості сільськогосподарських культур відмічаємо на дерново-середньопідзолених та дерново-карбонатних ґрунтах, які за особливостями свого генезису мають рівень гумусованості орного шару нижче середнього. Найнижчі відповідні втрати – на чорноземах південних.

Таблиця 4.4

**Недобір врожайів основних культур від втрати гумусу і поживних речовин, %**

(за узагальненням даних стаціонарних багаторічних дослідів ДСГДС Т.М. Лактіоновою)

Область	Грунт	Сільськогосподарська культура										
		Пшениця озима		Кукурудза		Цукрові буряки	Жито озиме	Ячмінь ярий	Овес	Картопля	Горох+овес, багаторічні трави	Соняшник
		після чорного пару, гороху	після кукурудзи	зерно	силос							
Луганська	Чорнозем звичайний	21	40	-	32	-	-	56	-	-	36	13
Полтавська	Чорнозем типовий	12	18	11	17	30	-	77	-	-	18	-
Чернігівська	Дерново-середньоопідзолений супіщаний	58	-	-	69	-	47	50	50	59	58	-
Рівненська	Дерново-карбонатний	61	58	-	60	69	-	74	-	85	58	-
Волинська	Дерново-середньоопідзолений поверхнево оглеєний супіщаний	-	65	-	86	-	48	57	-	54	69	-
Одеська	Чорнозем південний	8	34	15	11	-	-	-	-	-	-	28
Миколаївська	Чорнозем південний	18	15	23	14	-	-	19	-	-	19	23
<b>Осереднені втрати</b>		<b>30</b>	<b>38</b>	<b>16</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>66</b>	<b>43</b>	<b>21</b>

Аналіз осереднених даних по Україні відносно втрат продуктивності ріллі (табл. 4.4) показує, що найбільше страждають від проце-



сів дегуміфікації та втрати ґрунтом елементів живлення картопля, ячмінь ярий, овес і цукровий буряк – 50-66% врожаю, найменше – кукурудза на зерно (16%) та соняшник (21%) Відповідні втрати врожайності для інших культур коливаються у межах 30-43%.

#### **4.2.3. Природні кормові угіддя**

Кормові угіддя представлені переважно природними луками і пасовищами, а також окультуреними пасовищами та сіножатями.

У світі природні кормові угіддя за площею переважають площу ріллі більш як у 2 рази. Так, у всьому світі в середньому 23% площ суші використовується під кормові угіддя.

Землі, зайняті під кормові угіддя, в силу особливостей місцезнаходження, виконують специфічні біосферні функції. Найчастіше вони розташовані на заплавах землях в межах долин великих і малих річок, на лучних терасах. Ландшафт заплави сформований таким чином, що являє собою класичний геохімічний бар'єр. Заплава виконує специфічну санітарно-гігієнічну та водорегулюючу функції, затримуючи та очищуючи стоки, що попадають сюди з плакорів та вододілів.

Заплава на сьогодні залишається одним із останніх резерватів природної флори і фауни з їх величезним і до кінця не розпізнаним біопотенціалом. Майже половина представників природної флори сконцентрована саме в заплавах малих та середніх річок. Це природні ареали рідкісних, зникаючих, реліктових, лікарських, кормових, медоносних та інших рослин. В заплавах розташовані місця відпочинку, мисливські та рибальські угіддя.

Значимість заплавної землі для суспільства не може визначатися лише економічними критеріями. Заплавні торфовища Полісся до їх осушення відігравали глобальну біосферну роль поглинувачів діоксиду вуглецю та акумуляторів вологи, яка використовувалась великими ріками. Великою є і фітотерапевтична функція торфовищ, боліт, луків.

Культурні сіножаті є значно продуктивнішими порівняно із природними. Найвища продуктивність (26 ц/га сіна) характерна для кормових агроценозів у складі сільськогосподарських земель на місці моренно-зандрових ландшафтів Полісся. Згідно принципів збалансованого землекористування використання природних екосистем повинно відбуватися в напрямку найменшої їх трансформації. Тому одним із заходів підвищення продуктивності кормових фітоценозів є докорінне поліпшення саме штучних типів та мінімізація втручання в природні. Головна мета збалансованого використання таких угідь – збереження біорізноманіття та екологічних функцій заплавлених ландшафтів, які є безцінними.

### 4.3. Землі лісогосподарського призначення

До земель лісогосподарського призначення належать землі, вкриті лісовою рослинністю, не вкриті, які підлягають залісненню, зайняті лісовими шляхами, просіками, протипожежними розривами, а також нелісові землі, зайняті спорудами, пов'язаними із веденням лісового господарства, трасами ліній електропередач, комунікацій тощо, зайняті сільськогосподарськими угіддями для потреб лісового господарства, зайняті болотами і водоймами в межах земельних ділянок лісового фонду.

Загальна площа лісів у світі становить 4 млрд.га. За площею лісів лідирують Латинська Америка і країни СНД (близько 1 млрд.га). Загалом держави світу можна розділити на три групи:

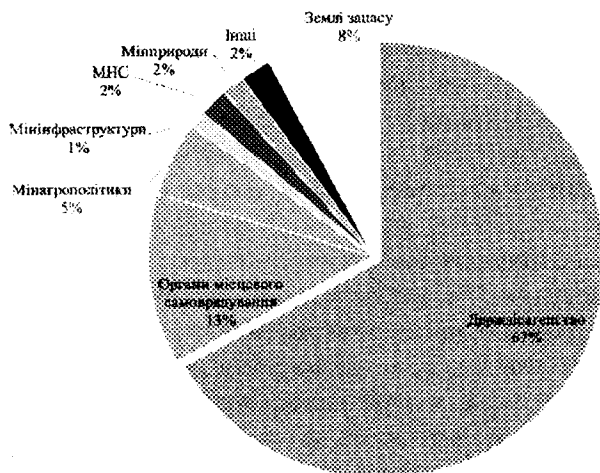
- **сильнолісисті** (лісистість=50-100%): Гвіана, Суринам, Мозамбік, Японія, Еквадор, Конго, М'янма;

- **середньолісисті** (лісистість=10-50%): Ангола, Бразилія, Іспанія, США, Канада, Індія, Росія, Україна;

- **малолісисті** (лісистість<10%): Монголія, Великобританія, Кенія, Сирія, ПАР, Кувейт.

Найбільшими розмірами лісових площ володіють: Росія, Бразилія, Канада, США, Китай, Індонезія.

Лісистість території України в середньому становить 15,6%. Площа лісового фонду України (за всіма фондоутримувачами) складає 10,8 млн. га (рис. 4.12). З них вкриті лісом землі становлять 9,6 млн. га із загальним запасом деревини 1,74 млрд.м<sup>3</sup>. У грошовому виразі ресурси деревини оцінюються приблизно в – 3,4 млрд. доларів США , а за світовими цінами – 27 млрд. доларів США.

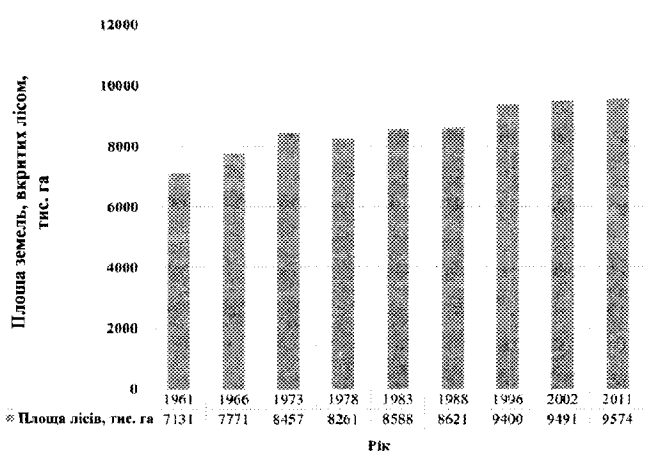


*Рис. 4.12. Структура лісового фонду України за відомчою підпорядкованістю (Держагенство лісових ресурсів України, 2011)*

Характерною рисою лісу є його здатність до відновлення. За раціонального ведення лісового господарства та лісокористування ліси вважаються невичерпним природним ресурсом. Загальний середній приріст насаджень України (зміна запасу) складає 35 млн. м<sup>3</sup>, середній приріст деревини на 1 га вкритих лісом земель – 3,7м<sup>3</sup> / рік. Частка вкритих лісом земель в загальній площі території становить 15,6 %. Це значно нижче розрахунково-оптимального показника (20-22 %).

Динаміка площі вкритих лісовою рослинністю земель України (рис. 4.13) свідчить про їхнє зростання із 1961 р. до 2011 р. на 34%.

Нині Україна є найменш залісненою європейською державою і не спроможна задовільнити власних потреб у деревині. В багатьох країнах світу лісистість території значно вища. За даними ФАО в Фінляндії вона складає 58,9 %, Швеції – 67,7%, Німеччині – 29,0%, Франції – 27,8%, Італії – 21,2%, Канаді – 26,6%, США – 32,7%, колишньому СРСР – 36,4%. На душу населення в Україні припадає всього 0,17 га вкритої лісом площі, 20 м<sup>3</sup> запасів деревини та 0,28 м<sup>3</sup> обсягу річного користування. Для порівняння: в Радянському Союзі ці показники становили відповідно: 3,06 га, 332 м<sup>3</sup> та 1,5 м<sup>3</sup>.



*Рис. 4.13. Динаміка площі вкритих лісовою рослинністю земель України (Держагенство лісових ресурсів України, 2011)*

Значна частина лісів України знаходяться в зоні інтенсивного впливу промислового виробництва. Екологічною катастрофою для цих природних ресурсів стала аварія на Чорнобильській АЕС. Різною мірою забруднені радіонуклідами ліси на площі 3,5 млн. га. Вилучені із лісгосподарського обороту експлуатаційні ліси площею понад 200 тис. га. Внаслідок цього за останні роки не добирається приблизно 1 млн. м<sup>3</sup> деревини щорічно. Значно зменшилися обсяги заготівлі

грибів, ягід, лікарської сировини, завдаються збитки і через скорочення рекреаційного лісокористування.

Намітилася тенденція скорочення обсягів лісокористування. За рахунок місцевих ресурсів потреба в деревині задовольняється лише на 30-35 %, дефіцит складає близько 18-20 млн. м<sup>3</sup> щорічно. Світовий досвід ведення лісового господарства підтверджує, що там, де лісистість висока, природні ландшафти менше деградують, створюється більш надійна система збереження сільськогосподарських земель і водних ресурсів. Чим більше території зайнято лісом, тим повніше використовуються продуктивні сили природи.

#### **4.3.1. Структура земель лісогосподарського призначення**

До структурних характеристик земель лісогосподарського призначення відносять:

- розподіл земель за формою користування та цільовим призначенням;
- розподіл лісів за породним складом, віком, повнотою та бонітетом.

*За цільовим призначенням* державні ліси поділяються на *першу* та *другу групи* лісів. Цей поділ базується на принципах диференційованого використання різноманітних властивостей лісів і певної спеціалізації ведення лісового господарства.

До *першої групи* (3412,6 тис. га або 44% від усіх лісів) відносяться ліси зелених зон навколо міст і промислових центрів (37,6%), охоронні смуги вздовж річок, навколо озер та інших водойм (11,4%), полежахисні і ґрунтозахисні ліси (30,4%) захисні смуги вздовж залізниць та автошляхів (6,9%). Ліси першої групи є засобом поліпшення умов навколишнього середовища, тому використання їх деревини не має масштабного значення.

До *другої групи* віднесено експлуатаційні ліси, ліси спецзон і спецсмуг. В Україні питома вага лісів першої групи становить 49%, другої -51%. Залежно від групи лісів встановлюється порядок ведення господарства в них. Так, у лісах першої групи ведуться рубки, які

спрямовані на оздоровлення лісових насаджень, у лісах другої групи рубка стиглого лісу обмежується величиною середнього річного приросту деревини.

Важливими характеристиками лісового фонду є *породний склад та вікова структура лісів*. Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови України визначають досить різноманітний породний склад лісів (рис.4.14). Понад 25 листяних і хвойних порід зростають в лісах України, серед яких найпоширенішими із хвойної групи є сосна і смерека, а з листяних – дуб, бук, граб, береза і вільха. Хвойні насадження займають 42,2 % від загальної площі вкритих лісом земель (з них сосна – 33,3 %, смерека – 7,5%), твердолистяні – 43,2% (із них дуб – 24,2%, бук – 7,3%), м'яколистяні – 13,6 % (вільха – 5,7%, береза – 5,6%).

Таблиця 4.5

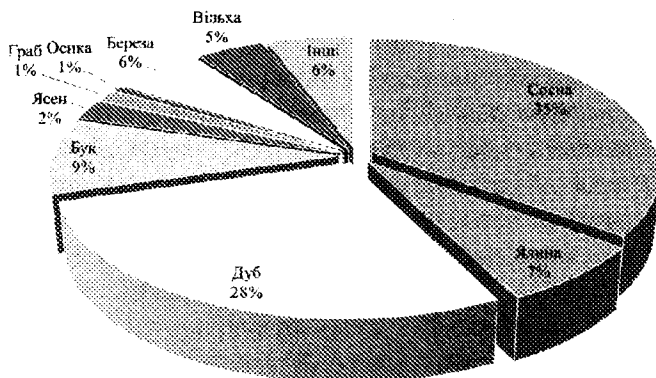
*Динаміка середніх запасів деревини на 1 га по лісах Державного агентства лісових ресурсів України, м<sup>3</sup>.*

Показники	Роки державних обліків лісів				
	1983	1988	1996	2002	2011
Середньовікові	208	216	240	257	267
Пристигли	266	267	282	301	312
Стигли	276	264	262	258	258
<b>В цілому</b>	<b>167</b>	<b>171</b>	<b>211</b>	<b>231</b>	<b>241</b>

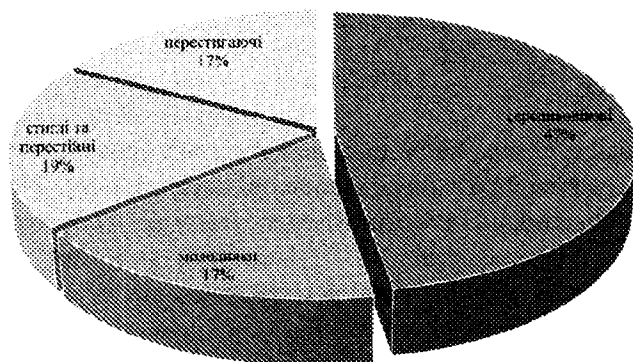
Вікова структура лісів дуже нерівномірна (рис. 4.15). На молодняки приходить 31,5%, середньовікові насадження – 44,6%, досягаючі – 12,7%, стиглі і перестійні деревостани – 11,2 % вкритих лісом земель.

*Критеріями оцінки стану та продуктивності земель лісового фонду є:*

- лісистість (відношення вкритої лісом площі до загальної) території;
- бонітет лісів та повнота насаджень;
- запас головних лісоутворюючих порід;
- середній приріст деревини на 1 га вкритої лісом площі.



*Рис. 4.14. Розподіл площі лісів України за переважаними деревними породами (Держагенство лісових ресурсів України, 2011)*

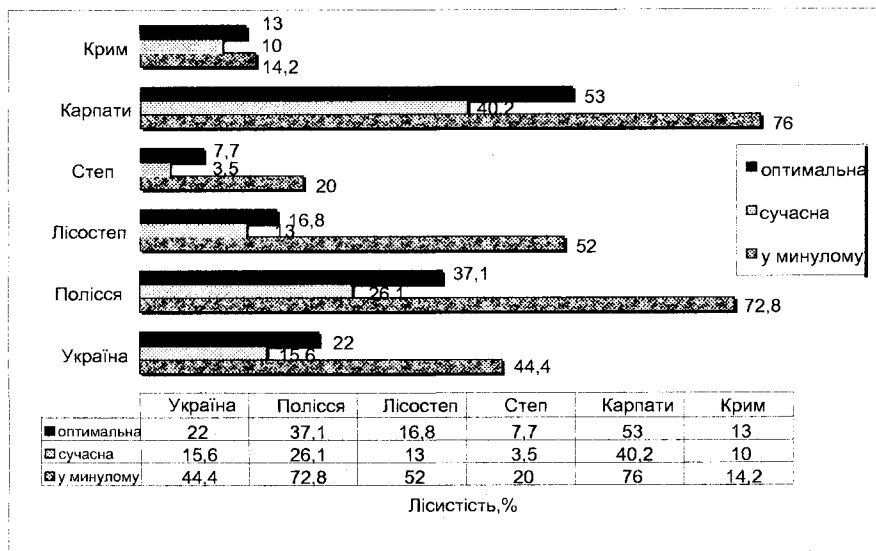


*Рис. 4.15. Розподіл вкритих ліською рослинністю земель за групами віку в лісовому фонді (Держагенство лісових ресурсів України, 2011)*

Розподіл лісів за віком не забезпечує розширеного лісокористування. На долю стиглих насаджень, можливих для експлуатації, припадає лише 4,0 % при нормі 15–20 %.

Ліси України розміщені по території нерівномірно: на Поліссі – 29% площі регіону, у Лісостепу – 14%, Карпатах – 40%, Степу – 5%, Криму (в основному в горах) – 10 %.

Нормативом для визначення необхідної кількості лісів на території різних регіонів України є показник оптимальної лісистості, за яким найбільш ефективно виявляється увесь комплекс корисних властивостей лісу (середовищеутворюючих, сировинних, захисних, водоохоронних, санітарно-гігієнічних та ін.)- див. рис. 4.16.



**Рис .4.16. Порівняльна характеристика лісистості на території України**

Максимальна різниця між оптимальною та фактичною лісистістю відмічається в Карпатах (12,8%) та Поліссі (11,0%). Відповідні показники в Лісостепу і Степу становлять 3,8% та 4,2%. Для оптимізації лісистості в першу чергу слід використовувати низкопродукти-



вні землі сільськогосподарського призначення, порушені гірничо-видобувними розробками території та деградовані землі. Щоб ново-проектвані лісонасадження виконували весь спектр властивих їм екологічних функцій до їхнього створення повинен застосовуватися басейновий підхід. Території заліснення потрібно розглядати як елемент біоцентрично-сітьової моделі ландшафтно-територіального комплексу басейну річки.

### **4.3.2. Екологічні функції лісу**

Ліс як екосистема та невід’ємний елемент ландшафтів виконує широкий спектр екологічних функцій, головними з яких є:

- ґрунтозахисні;
- водоохоронні;
- водорегулюючі;
- санітарно-гігієнічні.

**1. Ґрунтозахисні функції лісу.** Ліс є засобом охорони і збереження земель від водної і вітрової ерозії та запобігання розвитку опустелювання.

Головну роль у системі протиерозійних заходів виконують *захисні насадження*. Принцип розміщення лісових смуг за горизонталями в поєднанні з агротехнічними і водорегулюючими заходами виступає основою контурно-меліоративної організації території.

Позитивний вплив лісових насаджень виявляється у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур. Основним ефектом захисного лісорозведення є запобігання втрат внаслідок ерозії та поліпшення цілого ряду режимів. Позитивна роль лісомеліоративних насаджень виявляється вже після зімкнення крон і створення під їх наметом лісового мікроклімату – тобто приблизно із 5–7 річного віку. Ефект від використання звичайних насаджень настає через 40–100 років.

Лісомеліоративним насадженням властива вагома екологічна ефективність, яка виявляється у наступному:

- водопроникність ґрунту приблизно у 4 рази більша під наметом лісонасаджень, ніж за їхніми межами;
- поверхневий стік в насадженнях майже повністю припиняється, переходить у ґрунтовий, в результаті лісонасадження інтенсифікують ґрунтоутворюючі процеси, обмін речовин та енергії;
- ліс сприяє накопиченню в ґрунті органічної маси, кількість якої нерідко не поступається продуктивності сільськогосподарських культур на родючих ґрунтах;
- лісові насадження в роки з екстремальними погодними умовами захищають землі і посіви від дифляції, суховіїв і посух.

### **Факти**

*В Україні кожен гектар лісонасаджень захищає близько 25-30 га ріллі. В результаті впливу завершеної системи захисних насаджень прибавка врожаю на 1 га землі, за даними УкрНДІЛГА, складає: на Поліссі - 3 ц кормових одиниць, у Лісостепу - 4, Степу - 5 ц. На полях, захищених лісосмугами, вартість додаткового врожаю сільськогосподарських культур у 2-2,5 рази перевищує витрати, що пов'язані з вилученням земель для створення лісосмуг.*

Існуючі нині лісомеліоративні насадження України, як за площею, так і за характером розміщення, не забезпечують екологічної рівноваги та необхідних умов функціонування розвинутого сільськогосподарського виробництва.

**2. Водоохоронні і водорегулюючі функції лісу.** Лісонасадження сприяють зменшенню поверхневого стоку, підтриманню рівня водності рік, запобігають замуленню їх продуктами ерозії, поліпшують якість води, захищають водні джерела від виснаження і забруднення.

Цінні водоохоронно-захисні властивості лісу позитивно впливають на водний баланс регіону. Від стану лісових насаджень, якості, характеру розміщення залежить гідрологічний режим територій, а також рівень приросту річкового стоку.

Ліси сприяють накопиченню додаткової кількості атмосферних опадів. Це явище є наслідком збільшення шорсткості земної поверхні, сповільнення руху повітря, його охолодження і відтворення хмарності.

Для окремих районів виявлено залежність кількості опадів від лісистості території. У найбільшій мірі сприяє накопиченню опадів ріст лісистості від 1 до 20 %.

Завдяки лісовим насадженням зростає зволоження місцевості. Грунтові води в лісі розміщені нижче, ніж у полі, тому лісові насадження використовуються для фітомеліорації – осушення надмірно зволжених ділянок. З цією метою створюються лісові культури з вологолюбних швидкоростучих порід, що характеризуються підвищеною здатністю до випаровування.

Лісові насадження зменшують поверхневий стік і пов'язані з ним повені. Сумарний поверхневий стік в лісі значно менший, ніж на відкритій місцевості, а в багатьох випадках він взагалі не виявляється.

Створення системи водоохоронно-захисних насаджень більш економічне, ніж будівництво великих господарських споруд, здатних зарегулювати однаковий обсяг річкового стоку. При цьому забезпечується поліпшення якості води, родючості ґрунту на вододілах і схилах, підвищення врожайності сільськогосподарських культур, одержання деревини та іншої продукції лісу.

### **Факти**

*Конденсація опадів найвища у гірських лісах. В Карпатах, наприклад, їх кількість сягає 1500-1600 мм за рік. У рівнинних лісах в середньому акумулюється 4-5% річного обсягу опадів, а відносно їх загальної кількості — 9-14%. Завдяки лісовим насадженням збільшуються атмосферні опади — від 5 до 25% річної кількості. Ліс також конденсує вологу у вигляді роси, інею, наморозі, ожеледі на гілках дерев, кущів, на трав'яному покриві.*

**3. Санітарно-гігієнічні функції лісу.** Ліс забезпечує створення екологічно сприятливого середовища для людини. Дослідженнями виявлена перевага лісу в процесах поглинання надмірної кількості вуглекислоти і токсичних речовин та забезпечення біосфери киснем.

Не дивлячись на те, що лісами вкрито всього 9 % земної поверхні, саме в лісових рослинних формаціях, що представляють собою найбільшу концентрацію біомаси на одиницю площі, спостерігається висока інтенсивність колообігу кисню і вуглекислого газу. Виробни-

цтво кисню лісом на 1 га площі у 3–10 разів перевищує його продукування польовими культурами.

### **4.3.3. Продуктивність земель лісогосподарського призначення та фактори її формування**

Продуктивність лісів України визначається такими показниками:

- бонітет лісонасаджень;
- повнота насаджень;
- запас головних лісоутворюючих порід;
- середній приріст деревини.

В цілому по Україні середня продуктивність лісів характеризується II класом бонітету, що є відносно високим показником для держави, рівнинна територія якої простягається у трьох природно-географічних зонах (табл. 4.6). Середній приріст деревини на 1 га вкритої лісом площі держлісфонду становить  $4,0 \text{ м}^3$ , середній запас деревостанів становить  $171 \text{ м}^3$ . У держлісфонді України переважають насадження з повнотою 0,7 і вище, їхня питома вага становить близько 75%.

Найвищу продуктивність мають хвойні лісостани –  $4,4 \text{ м}^3/\text{га}$ . Середній приріст на 1 га вкритої лісом площі складає: в лісах Карпат –  $4,6 \text{ м}^3$ , Лісостепу –  $3,9 \text{ м}^3$ , Полісся –  $3,6 \text{ м}^3$ , Степу –  $2,9 \text{ м}^3$ . До найбільш продуктивних земель відносяться ліси північних і західних областей України. Найнижча продуктивність лісових земель – у АР Крим, Одеській, Кіровоградській, Миколаївській, Дніпропетровській та Запорізькій областях. В цих лісах найнижчі в Україні показники середнього приросту деревини – від  $1,7$  до  $2,9 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Стан лісів України не відповідає еколого-економічним вимогам. Головними причинами цього є: перевищення науково обґрунтованих нормативів рубок головного користування у повоєнні роки, надмірне зрідження насаджень рубками догляду та осушення земель лісового фонду у 70–80-ті роки, низька продуктивність відомчих лісових насаджень, зокрема сільськогосподарських.

Таблиця 4.6

## Продуктивність лісів України

(В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова та ін., 1998)

Область	Покриті лісом землі по класах бонітету, тис. га		Покриті лісом землі по повнотам, тис. га				Середній запас деревини на 1 га головних лісоутвор. порід, м <sup>3</sup>		Середній приріст деревини	
	II та вищі класи бонітетів	III—V класи бонітетів	V та нижчі класи бонітетів	1,0-0,8	0,7-0,5	0,4—0,3	всіх насаджень	спілих, які можливо експлуатувати	загальний, млн м <sup>3</sup>	на 1 га покритих лісом земель, м <sup>3</sup>
<b>Україна - всього</b>	<b>4939</b>	<b>1126</b>	<b>84</b>	<b>2526</b>	<b>3499</b>	<b>124</b>	<b>171</b>	<b>287</b>	<b>24,4</b>	<b>4,0</b>
Мінлігосп - всього	3939	1017	72	2043	2896	89	155	249	18,7	3,7
в тому числі:										
Вінницька	187	13	-	140	60	-	144	218	0,7	3,2
Волинська	307	63	1	136	230	5	134	222	1,4	3,9
Луганська	82	94	1	63	112	2	101	132	0,5	3,0
Дніпропетровська	33	29	-	17	44	1	72	-	0,2	2,6
Донецька	46	41	-	39	46	2	113	-	0,3	3,0
Житомирська	561	91	2	222	245	7	190	253	2,6	3,9
Запорізька	6	12	-	9	9	-	48	-	-	2,2
Київська	383	41	-	187	232	5	184	257	1,9	4,5
Кіровоградська	53	18	-	51	20	-	136	173	0,2	2,9
АР Крим	9	174	59	107	121	14	130	-	0,4	1,7
Лівівська	412	16	-	173	240	15	189	341	1,9	4,5
Миколаївська	17	13	-	13	16	1	56	-	0,1	2,7
Одеська	42	33	-	27	47	1	104	186	0,2	2,7
Полтавська	93	35	-	62	64	2	142	145	0,5	4,1
Рівненська	437	125	9	213	342	16	116	203	2,0	3,6
Сумська	243	21	-	58	203	3	221	260	1,1	4,1
Тернопільська	137	8	-	76	67	2	138	175	0,6	3,9
Харківська	199	88	-	99	183	5	148	185	1,0	3,4
Херсонська	43	36	-	48	29	2	85	-	0,2	3,0
Хмельницька	154	12	-	94	72	-	150	213	0,7	4,1
Черкаська	169	28	-	79	116	2	164	243	0,7	3,8
Чернігівська	326	26	-	130	218	4	177	203	1,5	4,3

Необґрунтованими залишаються віки рубки для лісів першої групи. Віки рубки лісу в Україні встановлені у 50-60-х роках (табл.4.7) і до цього часу майже не коригувалися, не зважаючи на відповідні наукові розробки з цього питання.

Таблиця 4.7

### Віки рубок основних лісових порід (років)

(Б.М. Данилишин та ін., 1999)

Порода	Україна	Болгарія	Польща	Румунія	Чехія, Словакія	Німеччина
сосна	81-90	100-120	100-120	-	100	80-120
ялина	71-120	100	100	80	-	90-120,
дуб	91-120	120	120-140	110-130	120	160
береза	51-70	120	81-120	100-120	-	120-140,

### Факти

У розрахунку на 1 га вкритої лісом площі в середньому вирубається  $1,4 \text{ м}^3$  деревини, що складає 38 % щорічного приросту або 0,8 % від загального запасу, в той час як у розвинутих країнах Європи щорічний приріст використовується на 80-85 %, а загальний запас — 1,8-2,0%.

При встановленні терміну рубок не враховуються економічні показники (рентабельність лісовирощування, собівартість лісопродукції, особливості споживання деревини).

Надзвичайно велике значення в оптимізації природокористування і підвищенні його ефективності має збалансована структура та раціональне розміщення лісових та сільськогосподарських угідь.

Нині інтенсивність лісокористування в Україні залишається невисокою (табл. 4.8). Вирубка деревини в розрахунку на 1 га вкритих лісом земель становить  $1,4 \text{ м}^3$ , або 38 % річного приросту насаджень і 0,8 % запасу при нормі, відповідно  $80-85 \text{ м}^3$  і 2,0%.

За рекомендаціями вчених серед шляхів оптимізації лісокористування та збільшення лісозаготівель слід виділити:

1. Залучення в рубки лісів першої групи що втрачають захисні, водоохоронні та інші природні властивості на площі 155 тис. га, з запасом деревини 27 млн. $\text{м}^3$ . Запобігання екологічних втрат від експлу-

атації насаджень природоохоронного призначення досягатиметься шляхом впровадження вибіркового рубок.

Таблиця 4.8

**Обсяг лісозаготівель в Україні, млн. м<sup>3</sup>/рік***(Б.М. Данилишин та ін., 1999)*

Економічний регіон	Загальний обсяг рубок	В т.ч. рубки головного користування	Обсяги рубок в лісах Держкомлісу	
			всього	в т.ч. головне користування
<b>Україна</b>	12,2	5,0	10,2	4,4
в тому числі регіони:				
Карпатський	3,0	1,6	2,4	1,4
Подільський	1,3	0,5	1,0	0,4
Поліський	4,2	1,9	3,6	1,7
Східний	1,4	0,4	1,2	0,3
Донецький	0,3	-	0,3	
Придніпровський	0,1	-	0,1	
Центральний	1,6	0,6	1,3	0,6
Південний	0,3	-	0,2	

Таблиця 4.9

**Напрями використання деревини***(Б.М. Данилишин та ін., 1999)*

Показник	Обсяг, млн. м <sup>3</sup>	Напрями використання		
		виробництво деревних плит	целюлозно-паперове виробництво	на рудничний стоек
Ресурси деревини від рубок переформування деревостанів	2,1-2,4	0,7-0,8	0,8-0,9	0,6-0,7
Ресурси деревини від перегляду віку рубки	1,0-1,3	0,3-0,4	0,5-0,6	0,2-0,3
Ресурси деревини із насаджень цільового призначення	0,8-1,0	0,3-0,4	0,3-0,4	0,2
Разом	3,9-4,7	1,3-1,4	1,6-1,9	1,0-1,2

2. Уточнення віку рубки лісів другої групи, зокрема насаджень низької продуктивності і некорінних типів лісу. Рубка цих насаджень доцільна у віці кількісної стиглості - за максимальним виходом загальної маси деревини (40-50 років).

3. Зниження віку стиглості і рубки окремих категорій насаджень в лісах першої групи, що експлуатуються; це дасть змогу уникнути накопичення перестійних деревостанів, оздоровити насадження, підвищити їхню продуктивність і захисні функції.

4. Рациональне використання деревини, одержаної від реконструкції малоповнотних і малоцінних насаджень, зосереджених в Дер-жлісфонді (близько 150 тис. га) і на значних площах в лісах, наданих у користування неспеціалізованим підприємствам і організаціям.

5. Збільшення заготівлі деревини за рахунок плантаційного вирощування насаджень хвойних і листяних порід із зниженим віком рубки для потреб целюлозно-паперового виробництва, будівництва і виготовлення рудникового стояка.

Важливе місце і особливу цінність в загальних обсягах продукції лісового господарства займають ресурси недеревного рослинного походження – дикорослі плоди і ягоди (харчові продукти), лікарська та технічна сировина. На сьогодні їх заготівля не перевищує 40–50% від експлуатаційно доступних обсягів. У лісовому фонді нараховується близько 800 видів лікарських рослин, з яких приблизно 150 використовуються в офіційній медицині.

### **Факти**

---

1. За даними статистичної звітності та матеріалів спеціальних досліджень максимально можливі потенційні обсяги недеревних ресурсів складають біля 84 тис. т, а в грошовому виразі (за цінами внутрішнього ринку) — 41 млн. грн. За світовими цінами вказана продукція оцінена в 60 млн. доларів США.

2. В Україні є можливості для заготівлі без шкоди для лісових насаджень близько 15 тис. т живиці та 60 тис. т березового соку на рік. Проте частка цих видів сировини в загальному обсязі лісоресурсного потенціалу невелика.



#### 4.4. Землі природно-заповідного фонду

*Території природно-заповідного фонду* (ПЗФ) – ділянки суші і водного простору, природні та штучно створені комплекси й об'єкти, які мають особливу екологічну, наукову, естетичну та народногосподарську цінність і призначені для збереження природного різноманіття, генофонду видів тварин і рослин, підтримання загального екологічного балансу і фоновий моніторинг навколишнього природного середовища. Такі землі повністю або частково вилучаються із господарського використання.

Організація та функціонування природно-заповідних територій здійснюється у відповідності із Законом «Про природно-заповідний фонд України» та охороняється як національне надбання, яке є складовою частиною світової системи природних територій та об'єктів, що перебувають під особливою охороною.

До природно-заповідного фонду України належать:

- *природні території та об'єкти*: природні заповідники, біосферні заповідники, національні природні парки, регіональні ландшафтні парки, заказники, пам'ятки природи, заповідні урочища;
- *штучно створені об'єкти* – ботанічні сади, дендрологічні парки, зоологічні парки, парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Головним призначенням територій природно-заповідного фонду є збереження біорізноманіття. Важливим кроком у напрямку охорони живої природи для нинішніх та майбутніх поколінь є ведення Червоної та Зеленої книги.

До складу природно-заповідного фонду України входять території та об'єкти 10 категорій (табл. 4.10), статус та заповідний режим яких охарактеризовано нижче.

**1. Природні заповідники** – це природоохоронні території та акваторії загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження в природному стані типових і унікальних природних комплексів, у межах яких охороняються природні об'єкти та ресурси, що становлять особливу екологічну, генетичну, наукову чи культурну цінність: типові чи рідкісні ландшафти, рідкісні геологічні утворення, угруповання рослин і тварин із характерним генофондом тощо.

Таблиця 4.10

## Структура природно-заповідного фонду (ПЗФ)

України (станом на 01.01.2010)

(дані Державної служби заповідної справи)

Категорія	Кількість		Площа	
	об'єктів	% загальної кількості	тис. га	% загальної площі
<b>1. Заповідники:</b>				
- природні	19	0,2	198,7	5,7
- біосферні	4	0,1	246,4	7,1
<b>2. Національні природні парки</b>	38	0,5	1001,8	28,7
<b>3. Заказники:</b>	2853	37,5	1257,5	36,1
- загальнодержавного значення	306	4,0	419,7	12,1
- місцевого значення	2547	33,5	837,8	24,0
<b>4. Пам'ятки природи:</b>	3203	42,1	26,5	0,8
- загальнодержавного значення	132	1,7	5,8	0,2
- місцевого значення	3071	40,4	20,7	0,6
<b>5. Ботанічні сади:</b>	27	0,4	1,9	0,05
- загальнодержавного значення	18	0,2	1,8	0,05
- місцевого значення	9	0,2	0,1	
<b>6. Зоологічні парки:</b>	12	0,2	0,4	0,01
- загальнодержавного значення	7	0,1	0,1	
- місцевого значення	5	0,1	0,3	0,01
<b>7. Дендрологічні парки:</b>	54	0,7	1,7	0,04
- загальнодержавного значення	19	0,2	1,4	0,03
- місцевого значення	35	0,5	0,3	0,01
<b>8. Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва:</b>	542	7,1	13,4	0,4
- загальнодержавного значення	88	1,1	6,0	0,2
- місцевого значення	454	6	7,4	0,2
<b>9. Регіональні ландшафтні парки:</b>	55	0,7	639,5	18,3
<b>10. Заповідні урочища</b>	800	10,5	97	2,8
<b>Всього</b>	<b>7607</b>	<b>100</b>	<b>3484,8</b>	<b>100</b>
В тому числі:				
- загальнодержавного значення	631	8,3	1881,7	
- місцевого значення	6976	91,7	1603,1	
<b>Заказник загальнодержавного значення «Чорне море»</b>	1		402,5	

При створенні природного заповідника ділянки землі та водного простору, що входять до його складу, з усіма природними ресурсами повністю вилучаються із господарського використання і надаються заповідникам. На території природних заповідників забороняється будь-яка господарська та інша діяльність, що суперечить цільовому призначенню заповідника, порушує природний розвиток процесів та явищ або створює загрозу шкідливого впливу на його природні комплекси та об'єкти.

**2. Біосферні заповідники** – природоохоронні, науково-дослідні установи міжнародного значення, що створюються з метою збереження в природному стані найбільш типових природних комплексів біосфери, здійснення фонових екологічних моніторингу, вивчення навколишнього природного середовища, його змін під дією антропогенних факторів.

Біосферні заповідники створюються на базі природних заповідників, національних природних парків з включенням до їх складу територій та об'єктів природно-заповідного фонду інших категорій та інших земель і включаються в установленому порядку до Всесвітньої мережі біосферних резерватів у рамках програми ЮНЕСКО "Людина і біосфера".

Для біосферних заповідників установлюється диференційований режим охорони, відтворення та використання природних комплексів згідно функціонального зонування:

➤ *заповідна зона* – зона, яка включає території, призначені для збереження і відновлення найбільш цінних природних та мінімально порушених антропогенними факторами природних комплексів, генфонду рослинного і тваринного світу; її режим визначається відповідно до вимог, встановлених для природних заповідників

➤ *буферна зона* – зона, яка включає території, виділені з метою запобігання негативного впливу на заповідну зону господарської діяльності на прилеглих територіях; її режим визначається відповідно до вимог, встановлених для охоронних зон природних заповідників;

➤ *зона антропогенних ландшафтів* - зона, яка включає території традиційного землекористування, лісокористування, водокористування, місць поселення, рекреації та інших видів господарської діяльності; в ній забороняється мисливство.

У межах території біосферних заповідників можуть виділятися зони регульованого заповідного режиму, до складу яких включаються регіональні ландшафтні парки, заказники, заповідні урочища з додержанням вимог щодо їх охорони.

**Національні природні парки** – це природоохоронні, рекреаційні, культурно-освітні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення і ефективного використання природних комплексів та об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність.

На території національних природних парків встановлюється диференційований режим щодо їх охорони, відтворення та використання згідно функціонального зонування:

➤ *заповідна зона* призначена для охорони та відновлення найбільш цінних природних комплексів, режим якої визначається відповідно до вимог, встановлених для природних заповідників;

➤ *зона регульованої рекреації* – зона, в межах якої проводяться короткостроковий відпочинок та оздоровлення населення, огляд особливо мальовничих і пам'ятних місць; у цій зоні дозволяється влаштування та відповідне обладнання туристичних маршрутів і екологічних стежок; тут забороняються рубки лісу головного користування, промислове рибальство, мисливство, інша діяльність, яка може негативно вплинути на стан природних комплексів та об'єктів заповідної зони;

➤ *зона стаціонарної рекреації* призначена для розміщення готелів, мотелів, кемпінгів, інших об'єктів обслуговування відвідувачів парку; тут забороняється будь-яка господарська діяльність, що не пов'язана із цільовим призначенням цієї функціональної зони або може шкідливо вплинути на стан природних комплексів та об'єктів заповідної зони і зони регульованої рекреації;

➤ *господарська зона* – зона, у межах якої проводиться господарська діяльність, спрямована на виконання покладених на парк завдань, знаходяться населені пункти, об'єкти комунального призначення парку, а також землі інших землевласників та землекористувачів, включені до складу парку, на яких господарська та інша діяльність здійснюється з додержанням вимог та обмежень, встановлених для зон антропогенних ландшафтів біосферних заповідників.

*Регіональні ландшафтні парки* – це території, які створюються з метою збереження у природному стані типових або унікальних природних комплексів та об'єктів, а також забезпечення умов організованого відпочинку населення.

На території регіональних ландшафтних парків з урахуванням цінностей природних комплексів та об'єктів, їх особливостей проводиться зонування з урахуванням вимог, встановлених для територій національних природних парків.

*Заповідними урочищами* оголошуються лісові, степові, болотні та інші відокремлені цілісні ландшафти, що мають важливе наукове, природоохоронне і естетичне значення, з метою збереження їх у природному стані.

*Ботанічні сади* створюються з метою збереження, вивчення, акліматизації, розмноження та ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої та світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної і освітньої роботи. Можуть мати статус загальнодержавного та місцевого значення.

У ботанічних садах проводиться зонування з виділенням *експозиційних, наукових, заповідних та адміністративно-господарської зон*.

*Дендрологічні парки* створюються із метою збереження і вивчення у спеціально створених умовах різноманітних видів дерев і чагарників та їх композицій для найбільш ефективного наукового, культурного, рекреаційного та іншого призначення. Дендропарки можуть мати статус загальнодержавного або місцевого значення.

**Зоологічні парки** створюються з метою організації екологічної освітньо-виховної роботи, створення експозицій рідкісних, екзотичних та місцевих видів тварин, збереження їх генофонду, вивчення дикої фауни і розробки наукових основ її розведення в неволі. Можуть мати статус як загальнодержавного, так і місцевого значення. На територіях зоологічних парків виділяють зони експозиційну, наукову, рекреаційну і господарську.

**Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва** - найбільш значні та цінні зразки паркового будівництва, які оголошуються такими з метою охорони їх і використання в естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях. Можуть мати статус загальнодержавного або місцевого значення.

**Заказники** - це природні території і акваторії, на яких охороняються окремі види рослин і тварин або природні комплекси (озера, болота, ділянки лісу чи степу) з рідкісними видами рослин або тварин, печери, території з унікальними геологічними утвореннями тощо. Заказники можуть мати статус загальнодержавного або місцевого значення.

Оголошення заказників провадиться без вилучення земельних ділянок, водних та інших природних об'єктів у їхніх власників або користувачів. Власники або користувачі земельних ділянок, водних та інших природних об'єктів, оголошених заказником, беруть на себе зобов'язання щодо забезпечення режиму їх охорони та збереження.

На території заказників дозволяється обмежена господарська діяльність, але тільки така, що не завдає шкоди об'єктам, які охороняються. Наприклад, обмежена заготівля сіна в лісових заказниках, регламентоване полювання на окремі види тварин у заповідно-мисливських господарствах тощо.

**Пам'ятки природи** являють собою окремі невідновні природні об'єкти, які мають наукове, історичне чи культурно-естетичне значення. Наприклад: водоспад, печера, дуже старе дерево, джерело. Можуть мати статус загальнодержавного або місцевого значення.

Критеріями стану мережі ПЗФ є:

➤ репрезентативність рослинного покриву та ландшафтів усіх регіонів,

➤ відображення типових для певного регіону та рідкісних угруповань рослин.

В цілому, природно-заповідний фонд України складає 7608 установ, загальною площею 3484,8 тис. га, що складає 5,8% загальної площі нашої країни.

Землі, що зайняті об'єктами ПЗФ, відіграють велику роль у оздоровленні земельних ресурсів і в більшості випадків є екологічними оазисами. Найбільшу частку заповідності території мають західні та північно-західні адміністративні області України, де іще збереглися достатні площі природної рослинності. Найнижчим є показник заповідності в областях із високою розораністю земель (рис.4.17): Вінницькій, Дніпропетровській, Кіровоградській, Київській.

Одним із найдієвіших заходів збереження біорізноманіття є створення охоронних територій, природних та біосферних заповідників, національних природних парків. Ці території сприяють збереженню цілісності екологічних систем та можуть підтримувати природні механізми взаємовідносин між біологічними видами. За прогнозами вчених, на виконання програми Європейської екомережі до 2015 р. в Україні передбачається розширення мережі об'єктів ПЗФ приблизно у 4 рази порівняно із існуючими на кінець 1990р. площами. При цьому найбільші площі займатимуть природно-заповідні території в АР Крим, Херсонській та Хмельницькій областях. Максимальний потенціал розширення мережі об'єктів ПЗФ припадає саме на Хмельницьку область.

#### **4.5. Землі житлової та громадської забудови**

До земель житлової, громадської та промислової забудови належать земельні ділянки в межах населених пунктів, які використовуються для розміщення житлової забудови, громадських та промислових будівель і споруд, інших об'єктів загального користування.

Використання земель житлової та громадської забудови здійснюється відповідно до генерального плану населеного пункту, іншої містобудівної документації, плану земельно-господарського устрою з дотриманням державних стандартів і норм, регіональних та місцевих правил забудови.

З розвитком людських цивілізацій пов'язане виникнення *урбанізації* – процесу зростання кількості та густоти міських поселень з характерною інфраструктурою та взаємозв'язками.

*Урбанізовані території* – території, зайняті безпосередньо місцями та селищами міського типу, що являють собою специфічне середовище існування людини, що містить природні і штучні компоненти. Характерною рисою цих територій є значна соціально-економічна активність людини.

*Місто* – це комплексна система, до складу якої входять урбо-екосистема (змінена людиною природна екосистема міських територій), соціальна підсистема (соціосфера міста), техносфера міста (виробничо-господарський комплекс).

*Показник урбанізованості території* – частка населення, що проживає у містах та селищах міського типу на даній території.

На сьогодні для України в цілому показник урбанізованості сягає близько 68%. Загалом в Україні налічується 493 міста і 911 селищ міського типу, де розташована значна частина промислових підприємств (понад 80%), що формують основне техногенне навантаження на навколишнє природне середовище.

Загальні *критерії оцінки* масштабу антропогенного впливу на природне середовище у великих містах враховують:

- розміри міста;
- чисельність і густоту населення;
- багатоповерховість і густоту забудови;
- функціональність використання території;
- площі відкритих і озелених просторів;
- виробничо-господарську спеціалізацію;
- рівень забезпечення інженерною інфраструктурою та ін.



## ДІЮЧІ ТА НЕЩОДАВНО СТВОРЕНІ ОБ'ЄКТИ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ (UKRAINE.WWF. RAPPAM)

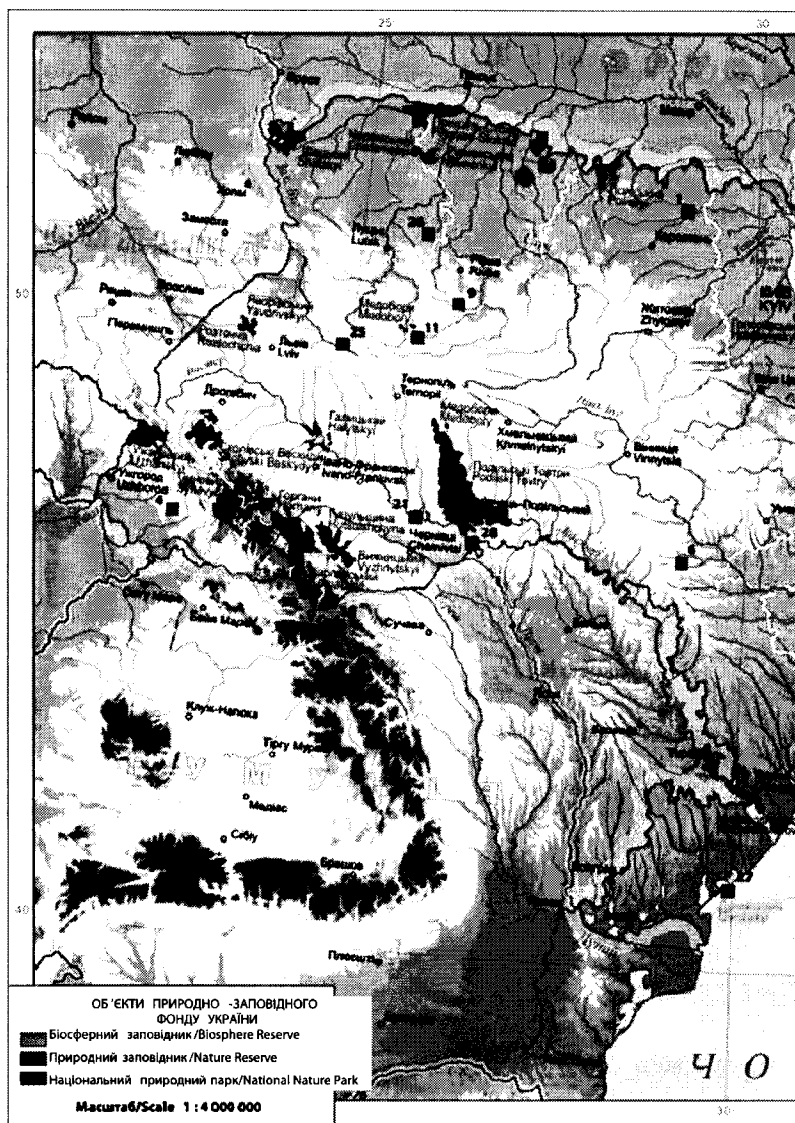
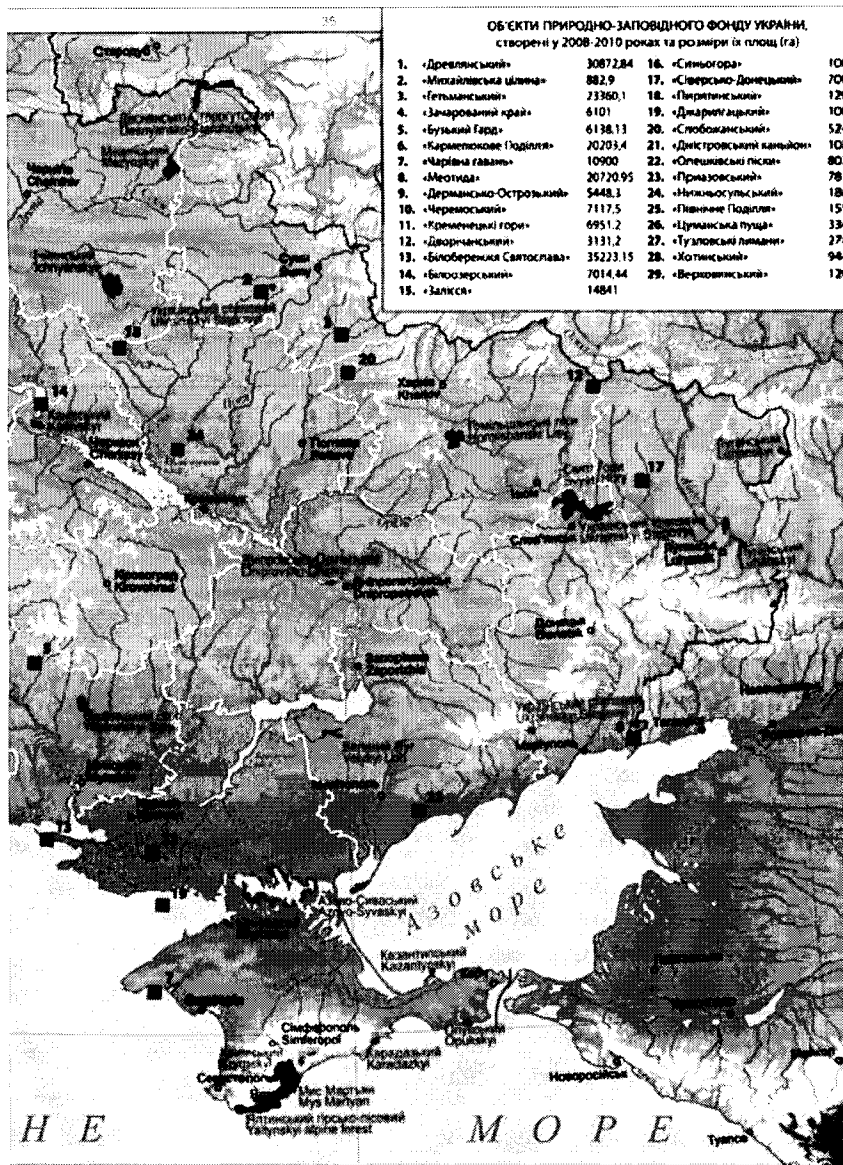


Рис.4.17. Розміщення об'єктів ПЗФ на території України



(дані Державної служби заповідної справи)

Накопичення значної кількості відходів потребує відведення нових земельних ділянок під звалища, спричиняє подальше забруднення атмосферного повітря і водойм, є вибухо- і пожежонебезпечним, потенційним джерелом поширення інфекційних захворювань, а отже, пов'язане із значним ризиком для здоров'я людей і стану довкілля.

#### **4.6. Землі оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення**

До *земель оздоровчого призначення* належать землі, що мають природні лікувальні властивості, які використовуються або можуть використовуватися для профілактики захворювань і лікування людей.

На територіях лікувально-оздоровчих місцевостей і курортів встановлюються округи і зони санітарної охорони, в межах яких забороняються передача земельних ділянок у власність і надання у користування підприємствам, установам, організаціям і громадянам для діяльності, несумісної з охороною природних лікувальних властивостей і відпочинком населення.

До *земель рекреаційного призначення* належать землі, які використовуються для організації відпочинку населення, туризму та проведення спортивних заходів.

До *земель історико-культурного призначення* належать землі, на яких розташовані об'єкти, що мають історичну, культурну та пізнавальну цінність.

Під *рекреаційними ресурсами* розуміють сукупність природних, природно-технічних, соціально-економічних комплексів та їх елементів, що сприяють відновленню та розвитку фізичних і духовних сил людини, її працездатності.

На думку О.Бейдик (2002), загальна площа земель, придатних для рекреаційного використання, становить в Україні 9,4 млн.га (15,6% території), у т.ч. рівнинних рекреаційних ландшафтів - 7,1 млн.га і гірських - 2,3 млн.га (83% у Карпатах, 17% у Криму). Крім

того, рекреаційне значення мають понад 10% лісів державного лісового фонду.

Згідно з прогнозними розрахунками на базі використання такого курортно-рекреаційного потенціалу є можливість одночасно оздоровити близько 50 млн. чоловік.

На території нашої країни виділяють чотири рекреаційні регіони: (Карпатський, Кримський, Дніпровсько-Дністровський, Азово-Чорноморський), у межах яких розміщується вісім рекреаційних районів (Одеський, Приазовський, Феодосійський, Ялтинський, Євпаторійський, Придніпровський, Донецький, Придністровський). Серед останніх виділяють окремі рекреаційні вузли (підрайони). Особливо багато таких вузлів з унікальними можливостями для відпочинку і лікування знаходиться у Криму (Судацький, Євпаторійський, Алуштинський, Ялтинський та ін.).

Не дивлячись на очевидну економічну доцільність і гостру соціальну потребу в розвитку рекреаційного комплексу, на сьогоднішній день в Україні основними перешкодами цього процесу є:

- 1) відсутність повного кадастру земель курортного, рекреаційного, природоохоронного та історико-культурного призначення;
- 2) не визначено цінних природніх територій з метою наступного їх заповідання;
- 3) не встановлено меж охоронних зон всіх видів;
- 4) не скориговано показників потреби резервних територій для розвитку курортів, рекреації та туризму навіть на ближчу перспективу.

### **Факти**

---

*Питома вага доходів від туризму у валовому національному продукті в Іспанії становить майже 4 %, Кіпрі – близько 20%, у країнах Центральної і Східної Європи – біля 7,6%. В Україні частка доходів від туризму у валовому національному продукті не перевищує 1%.*

Оцінка потенціалу рекреаційного фонду та курортно-лікувальних ресурсів дає об'єктивні підстави розраховувати, що Україна має перспективу поживлення туризму та нарощування ку-

портно-рекреаційних і природоохоронних територій приблизно у 3 рази від існуючих показників.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Охарактеризуйте структурно-цільовий склад земель сільськогосподарського призначення.
2. Вкажіть основні типи ґрунтів, що переважають у структурі ґрунтового покриву України та ступінь їхньої розораності.
3. Вкажіть регіони України із найвищим ступенем антропогенної перетвореності ландшафтно-територіальних комплексів.
4. Вкажіть області України, де відмічено найбільші та найменші відносні втрати вмісту гумусу в ґрунтах України.
5. Охарактеризуйте особливості застосування органічних добрив та балансу гумусу в орних ґрунтах України.
6. Яка динаміка вмісту рухомих форм фосфору в ґрунтах України простежується за результатами агрохімічних обстежень?
7. Яка динаміка вмісту обмінного калію в ґрунтах України простежується за результатами агрохімічних обстежень?
8. Вкажіть структуру ґрунтового покриву України за гранулометричним складом.
9. Охарактеризуйте середньозважені показники еродованості переважаючих типів ґрунтів України.
10. Назвіть найвищий та найнижчий рівень продуктивності орних земель відносно пшениці озимої.
11. Для яких культур відмічається найбільший недобір врожаю, що зумовлюється втратами гумусу і поживних речовин?
12. Вкажіть рівень продуктивності екосистем кормового призначення на території України
13. Які землі складають структуру лісового фонду?
14. Порівняйте показники сучасної лісистості на території України з лісистістю у минулому та оптимальною.
15. Назвіть екологічні функції лісу та охарактеризуйте їх суть та способи використання людиною.
16. Які основні показники визначають продуктивність лісів України?

17. Охарактеризуйте показники, що визначають лісоресурсний потенціал України на даний час та ступінь його реального використання.
18. Які об'єкти та землі відносяться до територій природно-заповідного фонду України?
19. Охарактеризуйте структуру земель природно-заповідного фонду України вкажіть кількість природних, біосферних заповідників та Національних природних парків та назвіть їх.
20. Назвіть основні критерії стану мережі ПЗФ.
21. Охарактеризуйте основні завдання функціонування та режим охорони природних заповідників.
22. Охарактеризуйте основні завдання функціонування та режим охорони біосферних заповідників.
23. Охарактеризуйте основні завдання функціонування та режим охорони національних природних парків.
24. Які території відносяться до урбанізованих?
25. Що таке «показник урбанізованості території»?
26. Назвіть та охарактеризуйте екологічні проблеми урбанізованих територій
27. Охарактеризуйте основні рекреаційні ресурси України та їх потенціал.

## Розділ 5. ОСОБЛИВО ЦІННІ ЗЕМЛІ

### 5.1. Особливо цінні землі та їх поширення на території України

Земельні ресурси є базисом розвитку основних сфер життя суспільства та незамінним засобом забезпечення головних життєвих потреб людства. За рахунок використання земельних ресурсів Україна виробляє до 95% продовольчого фонду та 2/3 товарів споживання. За оцінками економістів, вартість землі у складі загального ресурсозабезпечення соціально-економічного розвитку України складає 40-44%, тоді як на вартість виробничих фондів і обігових засобів припадає 20-21%, а трудових ресурсів – 38-39%. Особливу цінність для суспільства і економіки кожної країни представляють високопродуктивні землі.

**Високопродуктивні землі** – землі, збалансоване цільове використання яких дає максимальний соціальний, економічний і екологічний ефект і не обмежується жодними умовами, за виключенням природно-кліматичних.

Згідно визначення, до високопродуктивних земель можуть бути віднесені землі всіх цільових категорій. Основною умовою віднесення земель до такої групи є висока продуктивність використання.

В Земельному кодексі України виділяється категорія особливо цінних земель.

**Особливо цінні землі** – землі, які мають найвищий потенціал продуктивності в якості сільськогосподарських угідь чи використовуються в наукових цілях або належать до земель природно-заповідного фонду чи історико-культурного призначення.

Земельним кодексом України у виключених випадках допускається вилучення (вкуп) ділянок особливо цінних земель, що перебувають у державній або комунальній власності, для несільськогосподарських потреб (будівництво об'єктів загальнодержавного значення, доріг, ліній електропередач та зв'язку, трубопроводів, осушувальних і зрошувальних каналів, геодезичних пунктів, житла, об'єктів соціа-

льно-культурного призначення, нафтових і газових свердловин та виробничих споруд, пов'язаних з їх експлуатацією. Підставою зміни цільового призначення особливо цінних земель повинна бути Постанова Кабінету Міністрів України або рішення відповідної місцевої ради за умови, що питання про вилучення земельної ділянки погоджується Верховною Радою України.

При цьому в Земельному кодексі України надається пріоритет землям сільськогосподарського призначення як такій категорії, що здатна повністю забезпечити функціонування економіки країни за рахунок великого спектру отримуваної продукції і повсякденного розширення технологічних напрямків її переробки.

Землі історико-культурного і природно-заповідного фондів не можливо замінити землями інших категорій, тому вони і віднесені до особливо цінних. Ці землі можна лише поповнити землями інших категорій, якщо є для цього підстави і необхідне наукове обґрунтування.

Яка ж різниця між високопродуктивними і особливо цінними землями ?

Високопродуктивні землі охоплюють всі 9 категорій цільового призначення, а особливо цінні – лише 3 із 9. Високопродуктивні – ті землі, які дають найвищий ефект від використання в межах своєї цільової категорії. Для розвитку економіки, інфраструктури і благоустрою населених пунктів необхідні всі категорії земель. В межах кожної категорії можна виділити землі, ефективність використання яких є високою і такі, для підвищення ефективності використання яких до високого рівня потрібні великі затрати або зміна цільового призначення. Останні не можна назвати високопродуктивними.

Особливо цінні землі мають високий потенціал продуктивності, але для того, щоб назвати їх високопродуктивними, потрібно забезпечити збалансоване використання, яке і даватиме тривалий високий ефект. Розглянемо особливості поширення особливо цінних земель на території України.

Основна частка особливо цінних земель (37,6% від загальної площі) зосереджена в складі сільськогосподарських угідь, де у структурі орних земель особливо цінні займають 44,6% площі. Розподіл особливо цінних земель у природно-географічних зонах України має свої особливості (табл. 5.1).



Таблиця 5.1

**Наявність особливо цінних земель, тис. га**

(за даними Державного агентства земельних ресурсів України)

Назва адміністративних утворень	Площа с/г угідь			Площа ріллі			Економ. оцінка ріллі по окупі. затрат, балів
	Загальна	Особливо цінн.	Пит. вага, %	Загальна	Особливо цінн.	Пит. вага %	
<b>Степ</b>							
АР Крим	1793	511	28,5	1194	418	35,0	60-72
Кіровоградська	1945	919	47,2	1715	909	53,0	54-86
Дніпропетровська	2397	916	38,2	2044	891	43,6	65-100
Запорізька	2171	582	26,8	1885	558	29,5	71-100
Миколаївська	1985	662	33,4	1675	640	38,2	66-77
Одеська	2454	831	33,9	2008	771	38,4	52-87
Херсонська	1931	649	33,6	1720	636	37,0	66-84
Донецька	1939	582	30,2	1613	559	34,6	63-96
Луганська	1841	296	16,1	1408	286	20,3	60-100
<b>Разом</b>	<b>18456</b>	<b>5948</b>	<b>32,2</b>	<b>15262</b>	<b>5668</b>	<b>37,1</b>	<b>52-100</b>
<b>Лісостеп</b>							
Вінницька	1860	835	44,9	1612	824	51,1	50-82
Київська	1556	750	48,2	1310	725	55,3	46-87
Черкаська	1332	886	66,5	1192	872	73,3	59-82
Полтавська	2073	1442	69,6	1742	1411	81,0	53-82
Харківська	2302	1106	48,0	1884	1079	57,3	52-82
Сумська	1639	905	55,2	1305	882	67,6	51-95
Хмельницька	1450	696	48,0	1249	679	54,4	55-69
Тернопільська	972	683	70,3	846	672	79,4	44-87
Чернівецька	417	82	19,7	299	79	26,4	50-70
<b>Разом</b>	<b>13601</b>	<b>7385</b>	<b>54,3</b>	<b>11439</b>	<b>7223</b>	<b>63,1</b>	<b>50-95</b>
<b>Полісся</b>							
Чернігівська	2015	559	27,7	1434	529	36,9	62-87
Житомирська	1546	310	20,1	1192	298	25,0	44-87
Рівненська	868	159	18,3	607	156	25,7	55-87
Волинська	993	115	11,6	623	81	12,0	54-90
Львівська	1159	155	13,4	771	130	16,9	45-72
Івано-Франківська	526	148	28,1	340	51	15,0	28-70
Закарпатська	427	103	24,1	162	53	32,7	29-48
<b>Разом</b>	<b>7534</b>	<b>1549</b>	<b>20,6</b>	<b>5129</b>	<b>1298</b>	<b>25,3</b>	<b>28-90</b>
<b>Україна</b>	<b>39591</b>	<b>14882</b>	<b>36,7</b>	<b>31830</b>	<b>14189</b>	<b>44,8</b>	<b>44-100</b>

За даними Інституту ґрунтознавства і агрохімії УААН, основна база землеробства України розміщується на чорноземах та ґрунтах чорноземного типу - 60,2 % площі орних земель (табл.5.2).

За оцінками вчених, Україна має особливий виграшний агро-економічний статус порівняно з іншими європейськими державами та країнами СНД у зв'язку з високою часткою особливо цінних земель.

Таблиця 5.2.

**Структура ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь України (основні групи ґрунтів) \***

№ п.п	Основні групи ґрунтів	Сільгоспугідь		в т.ч. ріллі	
		тис.га	%	тис.га	%
1	Дерново-підзолисті різного генезису	2522	6,03	2081	6,3
2	Ясно-сірі і сірі лісові опідзолені	2149	5,1	1932	5,8
3	Темно-сірі опідзолені і чорноземи опідзолені	4133	9,9	3858	11,6
4	Дернові різного генезису	1281	3,06	537	11,6
5	Лучні різного генезису	1566	3,7	765	2,3
6	Лучно-болотні і болотні	716,5	1,7	99,4	0,3
7	Торфово-болотні і торфовища	614,6	1,5	82,2	0,2
8	Мочаристі	87,0	0,2	66,2	0,2
9	Чорноземні різного генезису	22112	52,8	19968	60,2
10	Лучно-чорноземні	718,9	1,7	567,9	1,7
11	Солонці і солончаки різного генезису	171,1	0,4	57,7	0,2
12	Осолоділі і подові	301,4	0,7	223,9	0,7
13	Темно-каштанові і каштанові різного генезису	1238	3,0	1133,6	3,4
14	Буроземи, дерново-буроземні, підзолисто-буроземні	189,1	0,5	73,4	0,2
15	Коричневі	127,2	0,3	71,4	0,2
16	Намиті	658	1,6	348	1,05
17	Рекультивовані	10,6	0,03	5,0	0,02
18	Розмиті, виходи порід	119,1	0,3	17,0	0,05
19	Бурі гірські	322,9	0,8	74,7	0,2
20	Інші	2801,9	6,7	1226,0	3,7
Всього по Україні		41840	100	33189	100

\* Дані Держагенства земельних ресурсів України

Згідно офіційних публікацій, в Україні зосереджена третина світових запасів чорноземів. Однак, надмірна розораність і екстенсивний характер використання спричинили їх деградацію, порушення природних процесів ґрунтоутворення, звели до мінімуму регулюючу біогеохімічну роль в ландшафтах.

## 5.2. Земельно-ресурсний потенціал України

*Земельно-ресурсний потенціал* – міра здатності земель виконувати корисні для суспільства функції, не зменшуючи рівня стабільності наземних екосистем.

Стосовно земель сільськогосподарського призначення доцільно застосовувати поняття «агроресурсний потенціал».

*Агроресурсний потенціал земель* – міра здатності земель, зайнятих сільськогосподарськими угіддями, стабільно виявляти певний рівень продуктивності за умов стійкого функціонування агроекосистем та протікання в них процесів простого чи розширеного відтворення родючості ґрунтового покриття.

Одним із основних критеріїв ефективності використання земельно-ресурсного потенціалу є *продуктивність угідь*, яка визначається урожайністю культур у сівозмінах на орних землях, продуктивністю сіножатей, пасовищ та багаторічних насаджень. Висока продуктивність угідь залежить від ґрунтово-кліматичних умов, рівня розвитку продуктивних сил при забезпеченні оптимальної відповідності структури землекористування природно-економічним умовам регіонів.

Відомо, що найвищий потенційно можливий урожай сільськогосподарських культур може бути отриманий за умов регулювання всіх факторів росту й розвитку та максимального рівня використання фотосинтетично активної радіації (ФАР).

Аналізи вчених показують (див. табл. 4.2), що продуктивний потенціал земель України за обов'язкової умови навіть його простого відтворення є дуже високим, що відкриває широкі можливості нарощування врожаїв сільськогосподарських культур.

Виконана Інститутом аграрної економіки УААН економічна

оцінка ефективності використання продуктивного потенціалу земель показала, що найвищі показники продуктивності, окупності витрат та диференціального доходу мають сільськогосподарські угіддя західного регіону, дещо зменшуються в Центральному Лісостепу і Поліссі і найнижчих значень досягають у степових областях, на які припадають основні площі ґрунтів чорноземного типу.

Продуктивність землекористування визначається ефективністю землеробства (табл.5.3). В Україні вкрай низький рівень ефективності землекористування - (450 дол./га), беручи до уваги найвищу в світі частку особливо цінних земель в складі земельного фонду (44,6%). Найвищий рівень ефективності землекористування відмічено в Японії (11250 дол./га) та Нідерландах (8900 дол./га).

Таблиця 5.3

**Порівняльна ефективність використання земель в Україні та інших країнах світу у 1990 р.**

Країна	Сільськогосподарські угіддя			Отримано продукції з 1га, в дол. США	Годує	
	всього, млн.га	в т.ч.рілля, млн.га	розораність		1 га рілля, чол.	1 працівник сільськогосподарства, чол
США	431,5	154,9	35,9	580	1,3	80
Канада	78,0	46,0	58,9	325	0,6	55
Франція	30,7	17,7	57,6	140	3,0	40
ФРН	11,9	7,3	61,3	2650	8,0	50
Нідерланди	2,0	0,9	45,0	8900	16,5	60
Бельгія	1,5	0,8	50,0	3750	12,5	100
Данія	2,8	2,6	80,0	1150	2,0	40
Фінляндія	2,5	2,4	90,0	1875	2,0	20
Японія	5,4	4,2	75,8	11250	26,5	20
Україна	42,03	33,5	79,8	450	1,5	19

Серед причини низької ефективності використання земель в Україні виділяють:

- розбалансованість структури ландшафтів та сільськогосподарських угідь, високий ступінь розораності, що зменшує їх буферні властивості і робить дуже вразливими до будь-яких зовнішніх факторів впливу: кліматичних, техногенних і т.д.

- застосування низькоефективних розбалансованих систем землеробства;

- низький рівень технічної оснащеності сільськогосподарського виробництва і висока людиноємність;

- низьку культуру застосування добрив та пестицидів;

- низький рівень врожайності сільськогосподарських культур;

- низьку експортну ціну сільськогосподарської продукції через її непривабливий вигляд;

- велику частку сільськогосподарської продукції можна реалізувати як екологічно безпечну, але вона реалізується на одному рівні із продукцією, яка вирощена за інтенсивними технологіями (із застосуванням високих норм мінеральних добрив та пестицидів).

Україна має найвищий у світі потенціал виробництва екологічно безпечної продукції. Головна ознака особливо цінних земель в тому, що вони мають високі буферні властивості, які спроможні забезпечувати отримання екологічно безпечної продукції навіть в умовах допустимих рівнів техногенного навантаження (застосування мінеральних добрив, пестицидів). Але якщо збалансувати структуру ландшафтів і перейти на біологічні системи землеробства, то Україна вироблятиме екологічно безпечну продукцією із мінімальними затратами.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Які землі відносяться до високопродуктивних?
2. Яка різниця між високопродуктивними та особливо цінними землями?
3. Які цільові категорії земель складають фонд особливо цінних в Україні?

4. Які типи ґрунтів складають фонд особливо цінних земель сільськогосподарського призначення?
5. Охарактеризуйте особливості територіального поширення особливо цінних земель за природно-географічними зонами України.
6. Охарактеризуйте земельно-ресурсний потенціал України та рівень його реалізації в сучасних умовах.
7. Охарактеризуйте різницю між поняттями «агроресурсний» та «земельно-ресурсний» потенціал.
8. Назвіть основні причини низької ефективності землекористування в Україні.
9. Назвіть країни світу, котрі характеризуються найвищими та найнижчими показниками ефективності землекористування та розкрийте причини такої ситуації.

## Розділ 6.

# ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬ ТА НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

*Оцінка стану земель* – процес встановлення величини оціночного показника землі (балу, індексу тощо), який ґрунтується на порівнянні досліджуваних показників із визначеними нормативами.

Залежно від цільової категорії (землі сільськогосподарського призначення, лісового фонду, забудови тощо) визначаються пріоритетні функції та критерії оцінки земель. В основі методики оцінки покладені співвідношення фактичних можливостей землі виконувати основні функції з певними нормативними показниками.

Залежно від цільової категорії земель набір показників при визначенні кожної із функцій може дещо відрізнятись. Серед трьох оцінюваних функцій – екологічної, соціальної та господарської (економічної) – екологічна є пріоритетною, оскільки незабезпечення цієї функції знецінює землю як природний ресурс.

Результати оцінки земель частково відображаються у Державному земельному кадастрі.

### **6.1. Поняття про Державний земельний кадастр та бонітування ґрунтів**

*Державний земельний кадастр* (ДЗК) – це єдина державна система земельно-кадастрових робіт, яка встановлює процедуру визнання факту виникнення або припинення права власності і права користування земельними ділянками. ДЗК містить сукупність відомостей і документів про місце розташування та правовий режим цих ділянок, їх оцінку, класифікацію земель, кількісну та якісну характеристику, розподіл серед власників землі та землекористувачів.

Державний земельний кадастр є основою для ведення кадастрів інших природних ресурсів.

Основними завданнями ДЗК є:

- 1) забезпечення повноти відомостей про всі земельні ділянки;
- 2) застосування єдиної системи просторових координат та системи ідентифікації земельних ділянок;
- 3) запровадження єдиної системи земельно-кадастрової інформації та єдиного механізму перевірки її достовірності.

Схема ведення ДЗК наведена на рис.6.1.



Рис. 6.1. Схема ведення земельного кадастру  
(М.М. Городній та ін., 2003)

Державний земельний кадастр ведеться уповноваженим органом виконавчої влади з питань земельних ресурсів (Держкомзем України). Порядок ведення державного земельного кадастру встановлюється законом.



*Державний земельний кадастр* включає:

- 1) кадастрове зонування;
- 2) кадастрові зйомки;
- 3) бонітування ґрунтів;
- 4) економічну оцінку земель;
- 5) грошову оцінку земельних ділянок;
- 6) державну реєстрацію земельних ділянок;
- 7) облік кількості та якості земель.

*Кадастрове зонування* включає встановлення:

- 1) місця розташування обмежень щодо використання земель;
- 2) меж кадастрових зон та кварталів;
- 3) меж оціночних районів та зон;
- 4) кадастрових номерів (на території адміністративно-територіальної одиниці).

*Кадастрові зйомки* – це комплекс робіт, які виконують для визначення та відновлення меж земельних ділянок.

Кадастрова зйомка включає:

- 1) геодезичне встановлення меж земельної ділянки;
- 2) погодження меж земельної ділянки із суміжними власниками та землекористувачами;
- 3) відновлення меж земельної ділянки на місцевості;
- 4) встановлення меж частин земельної ділянки, які містять обтяження та обмеження щодо використання землі;
- 5) виготовлення кадастрового плану.

*Економічна оцінка земель* – це оцінка землі як природного ресурсу і засобу виробництва в сільському і лісовому господарстві та як просторового базису в суспільному виробництві за показниками, що характеризують продуктивність земель, ефективність їх використання та дохідність з одиниці площі.

Економічна оцінка земель різного призначення проводиться для порівняльного аналізу ефективності їх використання. Дані економічної оцінки земель є основою грошової оцінки земельної ділянки різного цільового призначення. Економічна оцінка земель визначається в умовних кадастрових гектарах або у грошовому виразі.

*Грошова оцінка земельних ділянок* визначається на рентній основі. Проводиться за методикою, яка затверджується Кабінетом Міністрів України.

Залежно від призначення та порядку проведення грошова оцінка земельних ділянок може бути нормативною і експертною.

*Нормативна грошова оцінка* земельних ділянок використовується для визначення розміру земельного податку, втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель тощо.

*Експертна грошова оцінка* використовується при здійсненні цивільно-правових угод щодо земельних ділянок.

Державна реєстрація земельних ділянок здійснюється у складі державного реєстру земель.

*Державний реєстр земель* складається із двох частин:

- 1) книги записів реєстрації державних актів на право власності на землю та на право постійного користування землею, договорів оренди землі із зазначенням кадастрових номерів земельних ділянок;
- 2) поземельної книги, яка містить відомості про земельну ділянку.

*Облік кількості земель* відображає відомості, які характеризують кожну земельну ділянку за площею та складом угідь.

*Облік якості земель* відображає відомості, які характеризують земельні угіддя за природними властивостями та набутими властивостями, що впливають на їх родючість, а також за ступенем забруднення ґрунтів.

Включення до земельного кадастру якісної оцінки земель дає змогу порівняти економічну діяльність сільськогосподарських підприємств, узгодити податкову політику, планувати подальший розвиток господарств, виходячи із рівня природної родючості ґрунтів.

Основними завданнями системи якісного обліку ґрунтів є: досягнення оптимальної структури землеустрою; розробка узгодженої із природним потенціалом території структури посівних площ та сівозмін; впровадження в господарствах заходів відтворення родючості ґрунтів; прогнозування урожаїв сільськогосподарських культур; ана-

ліз виробничої діяльності господарств.

Важливим етапом ведення ДЗК та основою економічної оцінки земель є *бонітування ґрунтів*.

**Бонітування ґрунтів** – це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур.

Бонітування ґрунтів проводиться за 100-бальною шкалою. Вищим балом оцінюються ґрунти із кращими властивостями, які мають найбільшу природну продуктивність.

Згідно методики, запропонованої Українською академією аграрних наук, бонітування буває двох типів:

- 1) бонітування за сталими критеріями ґрунтової родючості;
- 2) бонітування за продуктивністю окремих культур.

I. *Бонітування за сталими критеріями ґрунтової родючості* визначається на основі наступних показників:

- 1) запаси гумусу в шарі 0-100 см (еталоном вважається 500 т/га і оцінюється у 100 балів);
- 2) запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см (еталон -200 мм, оцінюється у 100 балів);
- 3) вміст рухомих сполук фосфору та калію у ґрунті (за 100 балів приймають відповідно 260 мг/кг та 170 мг/кг за Кірсановим; 200 мг/кг та 200 мг/кг за Чиріковим; 60 мг/кг та 400 мг/кг за Мачигіним).

Середній бал бонітету ґрунту коригується поправочними коефіцієнтами за наявності небажаних ознак, котрі понижують родючості ґрунтів, таких як засолення, оглеєння, еродованість, кислотність.

II. *Загальне бонітування за продуктивністю культур* здійснюють за схемою:

- 1) у окремі агроґрунтовій зоні чи районі визначають ґрунт, на якому урожайність культури є максимальною для даних умов. Такий ґрунт вважається еталонним, а його бонітет прирівнюється до 100 балів;
- 2) у співвідношенні до показників еталонного ґрунту розраховують бонітети решти ґрунтових агровиробничих груп конкретної

території;

3) за основу беруть наступні показники ґрунтової родючості:

- вміст гумусу, %;
- потужність гумусового горизонту, см;
- вміст «фізичної» глини, %;
- засоленість (ступінь);
- кислотність (ступінь);
- оглеєність (ступінь);
- змитість (ступінь);
- вміст рухомих сполук фосфору та калію.

## **6.2. Оцінка агроекологічного стану земель**

*Агроекологічний стан земель* - комплексна характеристика земель, що відображає умови стабільного високопродуктивного функціонування агроєкосистем.

До характеристик агроекологічного стану земель відносяться:

- 1) ландшафтно-територіальна структура угідь в межах басейну річки (рівень екологічної стабільності ЛТК);
- 2) топогеодезичні умови території басейну річки та тип організації системи землеробства;
- 3) агровиробничі умови території;
- 4) показники агроекологічного стану ґрунтового покриву;
- 5) показники, що характеризують ступінь небезпеки прояву процесів деградації ґрунтового покриву (ПДГП).

### **6.2.1. Оцінка екологічної стабільності ландшафтів**

Оптимальне співвідношення та локалізація земельних угідь в басейні річки визначають ступінь стабільності ландшафтів. Стабільність в свою чергу дозволяє ландшафтам виконувати свої функції, в першу чергу – екологічні, суть яких зводиться до забезпечення процесів продуктивного функціонування та самовідтворення екосистем.

За сучасних умов землекористування ландшафти втрачають пе-

вні екологічні, естетичні, рекреаційні і соціальні функції. В середньому, розораність території в Україні сягає 56,7%, частка лісовкритих територій - 14,1%, кормових угідь (сінокосів, пасовищ) - 12%.

Внаслідок зміни мікроклімату, гідрологічного режиму в басейні річки посилюються процеси, що спонукають активній деградації ґрунтового покриву, забрудненню річки наносами, зміні її гідрохімічного режиму, трансформації рослинних та тваринних угруповань, зменшенню біорізноманіття ландшафту.

Екологічну стабільність ландшафту визначають такі параметри:

- рівень управління витратними статтями водного балансу території, особливо в забезпеченні акумуляції поверхневого стоку під час екстремальних періодів;
- екологічна стабільність структурної основи ЛТК (співвідношення стабільних та нестабільних в екологічному відношенні угідь);
- родючість ґрунтів, заходи попередження їх деградації;
- створення умов для існування різноманіття природної флори і фауни.

До головних факторів, котрі порушують стабільність ландшафту, відносяться:

- висока розораність території, що обумовлює не тільки прискорену ерозію ґрунтів, але й інші процеси деградації, погіршення стану водних ресурсів;
- ерозійні процеси, котрі руйнують ґрунти і можуть призвести до перетворення ландшафту в цілому;
- нерациональне використання схилівих земель, що прилягають до гідрографічної мережі;
- дефіцитний баланс органічної речовини та біогенних елементів ґрунту;
- техногенне надходження ксенобіотиків;
- понаднормативне урбанізаційне та рекреаційне навантаження.

У структурі ландшафтів виділяють такі основні біотехнічні елементи:

- лісовкриті території;
- природні кормові угіддя (луки, пасовища, сіножаті);
- багаторічні насадження (сади, виноградники, хмільники);
- території, зайняті ріллею;
- території забудови та відчуження під шляхову мережу;
- території під водоймами і водотоками.

Стабілізуючими функціями володіють лісовкриті території та природні кормові угіддя, інші елементи є дестабілізуючими чи умовно дестабілізуючими.

Оцінка екологічної стабільності сучасного ландшафту є необхідною умовою при розробці екологічно оптимальних методів ведення господарства в межах басейну річки, для формування, використання та захисту ландшафту.

Кількісна оцінка екологічної стабільності ландшафту характеризується *коефіцієнтом екологічної стабілізації ландшафту – КЕСЛ*. Розрахунки КЕСЛ проводять за формулою:

$$КЕСЛ = \frac{\sum_{i=1}^n (f_i \cdot K_{e3} \cdot K_z)}{F_{заг}}, \quad (6.1)$$

де  $f_i$  – площа  $i$ -го біотехнічного елемента, га;

$K_{e3}$  – коефіцієнт екологічного значення  $i$ -го біотехнічного елемента (див. табл. 6.1);

$K_z$  – коефіцієнт геолого-морфологічної стабільності рельєфу: для стабільного рельєфу  $K_z = 1,0$ , для нестабільного -  $K_z = 0,70$ .

Виходячи із отриманого значення КЕСЛ, проводиться оцінка стабільності ЛТК басейну річки, котрий досліджується, та його окремих елементів:

$КЕСЛ \leq 0,33$  - ЛТК нестабільний;

$0,34 < КЕСЛ < 0,50$  – ЛТК малостабільний;

$0,51 < КЕСЛ < 0,66$  – ЛТК середньостабільний;

$КЕСЛ \geq 0,66$  – ЛТК стабільний.

Таблиця 6.1

**Екологічна оцінка біотехнічних елементів ландшафту**

<b>Біотехнічний елемент</b>		<b><math>K_{el}</math></b>
1.	Землі забудови та транспортних мереж	0,03
2.	Рілля	0,14
3.	Виноградники	0,29
4.	Сади, акації	0,43
5.	Лісосмуги (хвойні породи)	0,38
6.	Лісосмуги (листяні породи)	0,63
7.	Луки	0,62
8.	Пасовища	0,68
9.	Водойми і водотоки	0,79
10.	Природні ліси	1,00

Розрахунки за наведеною методикою дають інформацію про ступінь екологічної стабільності ЛТК басейну річки в цілому, а обернені перерахунки дозволяють намітити заходи стабілізації ЛТК.

### **6.2.2. Оцінка обмежуючих факторів сільськогосподарського використання земель (за В.І. Купчиком та ін., 2006)**

Виробнича цінність земельних угідь сільськогосподарського призначення визначається їхньою спроможністю забезпечувати повноцінний ріст і розвиток природної та культурної рослинності. За показником спроможності забезпечувати повноцінну вегетацію рослин земельні ділянки поділяють на класи придатності.

Базовими критеріями розподілу земельних ділянок на класи є показники родючості ґрунтів, режими зволоження та засолення ґрунтів, схильність ґрунтів до процесів деградації.

З метою екологічного обґрунтування напряму використання земель у США було розроблено *систему придатності земель*, яку можна застосовувати й для України із врахуванням вимог контурно-меліоративної організації території та класифікації земель за еколого-технологічними групами. В основу системи придатності земель було

покладено наступні фактори, які обмежують використання земельних ділянок для вирощування сільськогосподарських культур:

- водна та вітрова ерозія (*e*);
- режим зволоження ґрунту (*w*);
- фізико-хімічні властивості ґрунту, що обмежують розвиток кореневої системи рослин (*s*);
- кліматичні умови (надто холодний чи посушливий клімат) (*c*).

За існуючою класифікацією виділяють дві групи та вісім класів придатності земель (табл. 6.2). Клас придатності земель позначається римськими цифрами, а підклас придатності позначається англійськими літерами *e*, *w*, *s*, *c*. Підклас та фактори обмеження наносяться на ґрунтову карту, надаючи повну інформацію про якість ґрунтів і напрямки їх використання. Категорії класу і підкласу придатності ґрунтів вказують на ступінь та характер обмеження при використанні земельних ділянок.

Таблиця 6.2

**Групи та класи придатності земель**  
(*A.Klingebiel., P.Montgomery, США*)

Клас	Група придатності земель	Клас	Група придатності земель
	1-ша група: землі, придатні під рілля		2-га група: землі, придатні під пасовища, сіножаті, лісові масиви
I	Можна інтенсивно використовувати, без жодних обмежень	V	Без обмежень використовують у складі залужених земель
II	Потребують запровадження виробничих технологій з елементами помірної консервації земель	VI	Помірні обмеження у використанні
III	Потребують запровадження виробничих технологій з елементами інтенсивної консервації земель	VII	Досить значні обмеження у використанні
IV	Використовують за умови постійного запровадження ґрунтозахисних технологій з обмеженням кількості культивування та обробітків	VIII	Найкраще підходять для використання під паркові та рекреаційні зони



### *Приклад*

*Клас I не має обмежень, а тому він не поділяється на підкласи, тоді як класи II-IV можуть мати одне або одночасно декілька обмежень. У цьому випадку класи поділяються на декілька підкласів. Наприклад, клас II може поділитись на підкласи: *Pe, Ps, або Pes* одночасно.*

Вважається, що під рілля можна використовувати земельні ділянки, які відносяться до першої групи (I-IV класів) придатності.

Клас I вважається найкращим, як такий, що не містить жодних обмежень щодо використання. На ґрунтах першого класу можна запроваджувати будь-яку технологію і вирощувати практично весь спектр сільськогосподарських культур. З кожним наступним класом використання земельних ділянок у сільськогосподарському виробництві стає дедалі обмеженим.

Землі 2-ї групи (V-VII класів) мають бути вилучені із розряду ріллі. Такі ґрунти відводять для використання під пасовища, сіножаті та лісові насадження.

Клас VIII складають землі із високим ступенем обмеження. Такі землі заборонено використовувати у сільськогосподарському виробництві. Вони придатні до використання як паркові та рекреаційні зони.

**1. Водна ерозія** є одним із найбільш визначальних обмежуючих факторів щодо напряму землекористування. Розроблена система обмежень за фактором водної ерозії ґрунтується на показнику крутизни схилу. Згідно рекомендацій ФАО, до складу ріллі можуть входити землі на схилах крутизною не більше 12°; до складу сіножатей і пасовищ – землі на схилах 12-25°; під паркові та рекреаційні зони відводяться землі на схилах крутизною більше 25° (табл. 6.3).

Придатність земель для народногосподарського використання обумовлюється рядом застережень:

#### **1. Використання під рілля.**

➤ Клас I - на схилах до 3°. Використання ґрунтів не потребує жодних протиерозійних заходів.

➤ Клас II - на схилах 3-5°. Ґрунти потребують запровадження протиерозійної агротехніки.

- Клас III - на схилах 5-8°. Ґрунти потребують запровадження протиерозійної агротехніки та специфічних протиерозійних заходів.
- Клас IV - на схилах 8-12°. Ґрунти потребують запровадження специфічних протиерозійних заходів.

Таблиця 6.3

**Граничні обмеження при використанні земель  
різних класів придатності**

*(A.Klingebiel., P.Montgomery, США)*

Обмежуючий фактор	Клас придатності земель							
	рілля				пасовища			паркові зони
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>Ерозія:</b> крутизна схилу, градуси	<3	3-5	5-8	8-12	12-16	16-20	20-25	>25
<b>Перезволоження:</b> рівень ґрунтових вод, м	>3		3-2		1,5-2			<1,5
<b>Засолення:</b> вміст іону Na <sup>+</sup> у вбирному комплексі, %	<3	3-10		10-25	25-40			>40

**2. Відведення під сіножаті та пасовища.**

➤ Клас V - на схилах 12-16°. Землі залужують різнотравно-злаковою рослинністю, придатні для інтенсивного випасання худобу. Основний напрям використання – пасовища.

➤ Клас VI - на схилах 16-20°. Землі придатні для помірного випасання тваринами. Основний напрям використання – пасовища та сіножаті.

➤ Клас VII - на схилах 20-25°. Землі не придатні під пасовища. Основний напрям використання – сіножаті.

**3. Відведення під парки та рекреаційні зони.**

➤ Клас VIII - на схилах > 25°. Землі використовуються під паркові та рекреаційні зони. Випасання чи скошування травостою на таких землях забороняється.

Важливим доповненням американської системи класифікації земель за придатністю за фактором розвитку водної ерозії є запропо-

нований вченими України (С.Ю. Булигінім та ін.) розподіл земель сільськогосподарського призначення на еколого-технологічні групи для потреб контурно-меліоративної організації території (КМОТ). КМОТ запроваджується з метою оптимізації землекористування та попередження ерозійних процесів. Базовим принципом КМОТ є розподіл земель господарства (басейну річки чи землекористування) на три еколого-технологічні групи (ЕТГ), у межах яких визначається комплекс необхідних заходів КМОТ: допустимий тип сільгоспугідь, агротехніка, структура посівних площ та сівозмін, комплекс додаткових меліоративних насаджень (лісосмуг, ділянок залуження) та простих гідротехнічних споруд.

### ***Перша еколого-технологічна група (ЕТГ- I):***

➤ в умовах Степу і Лісостепу включає повнопрофільні і слабородовані ґрунти, розташовані на рівнинах і схилах до 3°; характер рельєфу і якісний стан ґрунтового покриву дозволяє вирощувати усі культури, включаючи і просапні;

➤ в умовах Полісся включає: рівнинні землі з ухилами до 1°, придатні під усі культури без обмеження напряму обробітку ґрунту і посіву, а також землі з ухилом 1-3°, придатні під усі культури за умови ведення ґрунтозахисного обробітку ґрунту і посіву поперек схилу.

### ***Друга еколого-технологічна група (ЕТГ- II):***

➤ в умовах Степу і Лісостепу включає землі, які розташовані на схилах від 3 до 5° із повнопрофільними слабо- та середньозмитими ґрунтами. На землях ЕТГ-II розміщують ґрунтозахисні сівозміни із включенням культур, що мають високу ґрунтозахисну здатність. Розміщення пару і просапних культур на землях ЕТГ-II забороняється.

➤ в умовах Полісся включає землі з ухилами 3-5°. Землі цієї групи включаються у ґрунтозахисні сівозміни або використовуються локально під багаторічні трави і зернові культури суцільного посіву.

### ***Третя еколого-технологічна група (ЕТГ- III):***

➤ в умовах Степу і Лісостепу включає схилі землі із крутизою більше 5°, а також землі із малорозвиненими ґрунтами на елювії твердих порід, піску і т. ін. з малородованими, але низько-

продуктивними ґрунтами, які виводяться з обробітку із послідуочим залуженням або залісненням.

➤ в умовах Полісся ЕТГ-III включає землі з ухилами більше  $5^\circ$  із дерново-підзолистими, ясно-сірими та сірими опідзоленими сильнозмитими, а також із слабозмитими та незмитими відмінами зазначених ґрунтів, які виводяться зі складу орних. Постійному залуженню підлягають бугристі локальні підвищення на рівнинах із ґрунтами легкого гранулометричного складу, де висіваються просапні культури, а також радіаційно забруднені осушені торфовища з метою запобігання перенесення радіонуклідів в результаті вітрової ерозії, особливо під час пилових бур.

**2. Надмірне зволоження** є другим суттєвим фактором, який обмежує використання земель. Несприятливий водний режим характерний для ґрунтів, які залягають у пониженних ділянках рельєфу із близьким заляганням ґрунтових вод. У весняний період такі ґрунти знаходяться довгий час у перезволоженому стані або повністю затоплюються водою. Фізична стиглість таких ґрунтів настає значно пізніше, а тому їх використання у складі ріллі не може бути продуктивним.

Меншою мірою перезволоження ґрунтів обмежує використання трав'янистих кормових угідь. Трави менш вибагливі до надмірного зволоження, можуть переносити тривалі затоплення. Це робить можливим використання перезволожених земель у складі природних сіножатей та пасовищ.

На відміну від еродованих земель, використання перезволожених ділянок можна регулювати шляхом одноразових інвестицій у дренажно-меліоративні системи. Впровадження осушувально-зволожувальних меліоративних заходів дає змогу регулювати рівень ґрунтових вод, тим самим усуваючи проблему надмірного зволоження.

Розподіл ґрунтів на класи придатності за цим критерієм базується на показнику рівня ґрунтових вод (*РГВ*):

- якщо  $РГВ > 3$  м, то такі ґрунти без жодних обмежень доцільно використовувати у складі ріллі, так як *РГВ* не викликає надмірного зволоження ґрунту;

- якщо  $2 \text{ м} < PГВ < 3 \text{ м}$ , то ґрунти можна використовувати у складі ріллі за умови дренажу земельних ділянок;
- якщо  $1,5 \text{ м} < PГВ < 2 \text{ м}$ , то такі ґрунти є перезволоженими і непридатними для використання у складі ріллі. Зазвичай такі земельні ділянки рекомендують відводити під природні сіножаті та пасовища;
- якщо  $PГВ < 1,5 \text{ м}$ , то такі ділянки є непридатними для ведення сільськогосподарського виробництва, їх можна залучати до сільськогосподарського виробництва лише за умови впровадження осушувальних гідротехнічних меліорацій.

**3. Засолення ґрунтів** лімітує використання земельних ділянок у сільськогосподарському виробництві. Проблема засолення носить інтразональний характер, але найбільш вагомо вона виявляється у південних регіонах степової та напівпустельної природно-кліматичних зон (див. розділ 7).

*Використання та розподіл ґрунтів на класи за обмежуючим фактором засолення:*

- клас I - вміст натрію у ґрунтово-вбирному комплексі (ГВК) до 3%. Використання ґрунтів не потребує меліоративних заходів;
- клас II-III - вміст натрію у ГВК = 3-10%. Ґрунти потребують гіпсування;
- клас IV - вміст натрію у ГВК = 10-25%. Без проведення гіпсування використання під ріллю є недоцільним;
- клас V-VII - вміст натрію у ГВК = 25-40%. Ґрунти рекомендується використовувати під природні пасовища;
- клас VIII - вміст натрію у ГВК > 40%. Ґрунти необхідно вилучати зі складу сільськогосподарських угідь.

Використання ґрунтів кожного із класів потребує запровадження спеціальних технологій ведення сільськогосподарського виробництва. Недотримання таких технологій може призвести до подальшої деградації ґрунтів, погіршення їхньої якості та втрат природної родючості.

### **6.2.3. Оцінка агроекологічного стану ґрунтового покриву**

Основною метою оцінки агроекологічного стану ґрунтового покриву є отримання достовірної інформації про основні ґрунтові процеси з метою науково-обґрунтованого управління ними. До уваги беруться ґрунтові процеси, котрі визначають рівень родючості ґрунтів та стабільності агроecosystem.

Оцінка агроекологічного стану ґрунтового покриву проводиться у кілька етапів:

- постановка мети і завдань оцінки;
- підбір основних та допоміжних показників оцінки;
- вибір методів отримання даних для оцінки (експериментальні чи розрахункові);
- порівняння отриманих показників з еталонами;
- визначення найгірших і найкращих показників стану та причин, що їх викликали;
- узагальнення показників та проведення інтегральної оцінки.

Залежно від мети і завдань оцінки проводиться підбір основних та допоміжних оціночних показників.

Вибір методів отримання даних для оцінки залежить, головним чином, від наявності певних даних і можливості їхнього порівняння. Найбільш достовірними є експериментальні добре систематизовані, статистично опрацьовані дані. Розрахункові ж дані характеризуються більшою неточністю у зв'язку із тим, що отримуються за математичними залежностями, які в більшості випадків спрощують опис природного явища і не враховують великої кількості побічних факторів, котрі можуть істотно відхилити фактичне значення від прогнозованого.

Отже, оцінка агроекологічного стану ґрунтів може проводитися як за *прямими показниками* (такими, які встановлюються експериментально шляхом польових досліджень або в процесі моніторингу) так і *непрямими* (такими, які самі по собі безпосередньо не свідчать про агроекологічний стан, але характеризують імовірність виникнення певних процесів у ґрунтовому покриві).

З метою контролю санітарного стану ґрунту прямі показники ранжують на категорії за вмістом таких груп речовин:

- речовин, які необхідні для нормального функціонування агроєкосистеми;
- речовин, які мають негативний вплив на агроєкосистему у певних концентраціях;
- токсичних речовин, присутність яких або зовсім виключається, або допустима у мікрокількостях.

Оцінка агроєкологічного стану ґрунтового покриву повинна бути максимально повною і давати вичерпну інформацію про всі можливі процеси, що протікають у ґрунті.

**Оцінка агроєкологічного стану ґрунтового покриву за прямими показниками.**

Ґрунтовий покрив прийнято оцінювати за технологічними, фізичними, хімічними, біологічними та іншими характеристиками і режимами. Така оцінка можлива лише в умовах систематичного моніторингу ґрунтового покриву. (див. розд. 6.5).

Серед критеріїв оцінки та управління ґрунтовими процесами на сьогодні проводиться вибірковий контроль основних показників родючості, зміни яких найбільш можливі. До таких відносяться:

- кислотно-лужні та окисно-відновні умови ґрунтів;
- показники гумусового стану та стану колоїдного комплексу ґрунту;
- фізико-хімічні показники (активність основних іонів та потенціали живлення);
- показники агрофізичного стану ґрунту;
- показники техногенного забруднення (якщо таке можливе на даній території).

*Кислотно-лужні та окисно-відновні умови ґрунтів* характеризуються показниками: рН водної і сольової витяжки ґрунту, величина потенціальної кислотності, окисно-відновний потенціал. Механізми кислотно-лужних, окисно-відновних реакцій багато в чому схожі, тому для їхнього аналізу використовують методи потенціометрії.

Активну кислотність відносять до найбільш важливих показни-

ків трансформації ґрунтової родючості. Загальновідомий факт її підвищення при систематичному застосуванні фізіологічно кислих добрив. У районах із високими техногенними навантаженнями на ґрунт зафіксовано зміни рН ґрунтового розчину на 1 -1,5 одиниці.

Зі зміною кислотно-лужних умов у ґрунті виникають несприятливі явища руйнування органічної речовини і мінеральної частини колоїдів, підвищений винос елементів живлення, лужних та лужно-земельних катіонів.

*Показники гумусового стану ґрунту:* вміст та запаси загального гумусу, якісний склад гумусу (фракційно-груповий та склад колоїдних форм гумусу), реакційна здатність гумусу. Стан колоїдного комплексу характеризується ємністю катіонного обміну та складом обмінних катіонів. Реакційна здатність гумусу свідчить про ємність катіонного обміну, яка припадає на 1% гумусу ґрунту.

*Фізико-хімічні показники* оцінюють поживний режим ґрунту та його буферність:

- активність основних іонів, що визначають ріст і розвиток рослин в системі ґрунт- ґрунтовий розчин;
- потенціали живлення калію, кальцію, фосфору;
- буферна здатність ґрунту щодо калію, кальцію, фосфору, кислотно-основна та інші види буферної здатності.

*Показники агрофізичного стану ґрунту* – необхідна складова якісного стану, ці показники швидко змінюються і часто пов'язані зі зміною інших показників:

- щільність складання в рівноважному стані;
- структурно-агрегатний склад ґрунту;
- вологозабезпеченість та вологопроникність ґрунту.

Щільність складання ґрунту в рівноважному стані доцільно визначати в однотиповій сівозміні і під однією культурою. На величину щільності складання ґрунту впливають мінералогічний і гранулометричний склад ґрунту, вміст у ньому гумусу, структурність та ін. Істотно впливає на щільність складання обробіток ґрунту. Такий контроль дає можливість не тільки своєчасно виявляти ущільнення внаслідок тиску техніки, а також констатувати початок агрофізичної де-



градації.

Аналіз структурно-агрегатного складу повітряно-сухих зразків (агрономічно цінні агрегати 0,25-10 мм) і водостійкості (вміст водостійких агрегатів діаметром >1 мм) в першу чергу дає інформацію про ті зміни в механізмі структуроутворення, які можуть бути зумовлені хімічними, фізичними або біологічними чинниками.

До найважливіших показників оцінки вологозабезпеченості рослин належать здатність ґрунту пропускати воду – водопроникність та польова волоємність ґрунту.

*Показники техногенного забруднення ґрунту* поділяються на дві групи:

*Перша група* характеризує ступінь накопичення у ґрунтах металів та неметалів. Оцінюється як показник їхнього загального вмісту, так і показник накопичення окремих елементів (відношення валової кількості у досліджуваному ґрунті до вмісту у контрольному). Про активне забруднення роблять висновок на підставі фіксації елементів, що здатні поступати і накопичуватися в рослинах.

*Друга група* характеризує надходження на поверхню ґрунту газопилових викидів та їхню дію на ґрунтовий покрив, ґрунтову мікрофлору і рослини (оцінюється відношенням вмісту важких металів в ґрунті (мг/кг) до кількості в ньому органічного вуглецю). З одного боку це дає уявлення про надходження металів у ґрунт, а з іншого – свідчить про деградаційні процеси в ньому. Використовуючи ці показники, виділяють зони забруднення ґрунтів металами. До сильнозабруднених, не придатних для використання у сільському господарстві земель, відносять ті, у ґрунтах яких вміст важких металів вище фонового у 3-5 разів (для малобуферних ґрунтів) і в 5-10, а то і в 20 разів (для високобуферних).

Перспективу інтегральної оцінки агроекологічного стану ґрунту вчені покладають на мікробіологічні показники та ферментативну активність зокрема, прямий зв'язок ферментативної активності із родючістю ґрунтів забезпечує можливість використовувати цей показник діагностики вже на стадії трансформації органічної речовини, фосфору, азоту.

Прямі показники оцінки агроекологічного стану ґрунтового покриву окремого поля чи земельної ділянки зводяться у еколого-агрохімічний паспорт поля.

**Еколого-агрохімічний паспорт поля** - це документ, в якому зосереджена інформація про родючість ґрунтів та їхній агроекологічний стан.

Розробляється він для кожного поля або земельної ділянки на основі матеріалів агрохімічного, радіологічного та інших видів моніторингу ґрунтів, у тому числі на вміст важких металів і решток пестицидів. Користуючись цими паспортами, обґрунтовують заходи, спрямовані на раціональне використання та підвищення родючості ґрунтів, поліпшення їхнього агроекологічного стану. Паспорт поля включає дві групи показників стану ґрунту: агрохімічні та екологічні. Оцінка еколого-агрохімічного стану ґрунту проводиться у певній послідовності:

➤ встановлюється осереднений бал агрохімічної оцінки ґрунтів поля за 100-бальною шкалою. Основними показниками, за якими визначається агрохімічний стан ґрунтів поля, є: вміст в орному шарі ґрунту гумусу, азоту (сполук, які легко гідролізуються), рухомого  $P_2O_5$ , обмінного  $K_2O$  та мікроелементів (Mn, Mo, Zn, Cu, B, Co), кислотність ґрунту, ємність катіонного обміну, сума увібраних основ, щільність ґрунту, максимально можливі запаси продуктивної вологи в шарі 0-100 см.

➤ середній бал агрохімічної оцінки коригується поправочними коефіцієнтами, розмірність яких залежить від рівня антропогенного забруднення ґрунту радіонуклідами ( $^{137}Cs$ ,  $^{90}Sr$ ), важкими металами (рухомі форми Cd, Zn, Cu, Pb, Hg), залишками ДДТ та іншими високотоксичними пестицидами. Потім вводяться поправки на клімат, солонцюватість, підпленість та заболоченість ґрунтів. В результаті цього коригування отримуємо середньозважений бал агроекологічної оцінки стану ґрунтового покриву поля.

#### **6.2.4. Оцінка агровиробничих умов території**

Оцінка агровиробничих умов території є підготовчим етапом проектування збалансованих систем землеробства, оскільки дає інформацію про рівень придатності ґрунту для вирощування тої чи іншої групи сільськогосподарських культур. Результати оцінки агровиробничих умов території дозволяють зменшити антропогенний вплив на агроєкосистеми (максимально збалансувати живлення культур, отримувати високі сталі врожаї та захистити ґрунт від розвитку процесів деградації).

**Оцінка агровиробничих умов території** – це комплексна оцінка рівня придатності території для вирощування певного набору сільськогосподарських культур, в основі якої лежить агровиробниче групування ґрунтів.

**Агровиробниче групування ґрунтів** – це процес об'єднання окремих контурів, видів та різновидностей ґрунтів у більші групи (масиви) із близькими агрономічними властивостями та рівнем родючості. Для цих земель можна запропонувати однакове сільськогосподарське використання і відносно однакові прийоми агротехніки, заходи підвищення родючості. За масштабом узагальнення агровиробничі групування ґрунтів бувають загальнодержавними, регіональними та господарськими.

**Загальнодержавне** агровиробниче групування ґрунтів складають для обліку площ ґрунтів за угіддями. Враховуючи зональні та провінційні умови, групи розділяють за єдністю генетичних особливостей та агрономічних показників.

**Регіональні** групування ґрунтів проводяться для областей та районів. Даний тип групування використовується для раціонального розміщення посівів сільськогосподарських культур, розробки систем землеробства, розподілу добрив, хімічних меліорантів, пестицидів та ін.

**Господарські** групування складаються для державних, колективних, сільськогосподарських і фермерських господарств на основі узагальнення та інтерпретації матеріалів ґрунтових обстежень. Агро-

грунтове групування є обов'язковим завершальним етапом крупномаштабного обстеження ґрунтів кожного господарства.

Основне завдання агровиробничого групування ґрунтів полягає у зведенні часом надто великої різноманітності генетичних ґрунтових видів, відмін і показників до невеликого числа індивідуалізованих із агрономічної точки зору ґрунтових груп.

Розрізняють *комплексні (загальні)* і *спеціалізовані (спеціальні)* агровиробничі групування ґрунтів.

Найбільш поширені *комплексні групування*, коли ґрунти об'єднують за комплексом властивостей, які характеризують їхню потенційну родючість. Це дозволяє на різних масштабних рівнях визначати придатність ґрунтового покриву для вирощування тих чи інших сільськогосподарських культур, вирішувати загальні питання землеустрою та землеробства, зокрема, встановлювати межі полів та сільськогосподарських угідь, системи обробітку ґрунту, застосування добрив тощо.

При об'єднанні ґрунтів у агрогрупи необхідно дотримуватися двох головних принципів:

- численні ґрунтові відміни необхідно звести у мінімальну кількість агровиробничих груп;
- виділені агрогрупи повинні суттєво відрізнятися між собою у агрономічному відношенні.

У окремих випадках допускається об'єднання видів, які відносяться до різних генетичних підтипів і є перехідними між різними типами ґрунтів. При агровиробничому групуванні в умовах прояву водної ерозії ґрунтів слід також враховувати і принципи контурно-меліоративної організації території (КМОТ). Згідно концепції КМОТ усі землі господарства поділяють на еколого-технологічні групи за показниками: крутизна схилів, еродованість ґрунтів, наявність улоговин та характер угідь, тип сівозміни, особливості агротехніки тощо. При агровиробничому групуванні ґрунтів слід враховувати також ступінь та характер їхнього окультурення.

У кожній агроґрунтовій зоні необхідно враховувати низку показників, властивих ґрунтам лише даної зони. На Поліссі до таких від-

носяться: ступінь опідзолення і кислотність, характер та ступінь заболочення, розміри ділянок, котрі обробляються. У Лісостепу суттєве значення мають ступінь вилугуваності та кислотності ґрунтів, характер водного режиму. В Степу і Сухому Степу також необхідно враховувати ступінь карбонатності, солонцюватості та характер водного режиму.

Агровиробниче групування ґрунтів проводиться за відповідною схемою (рис. 6.2.).

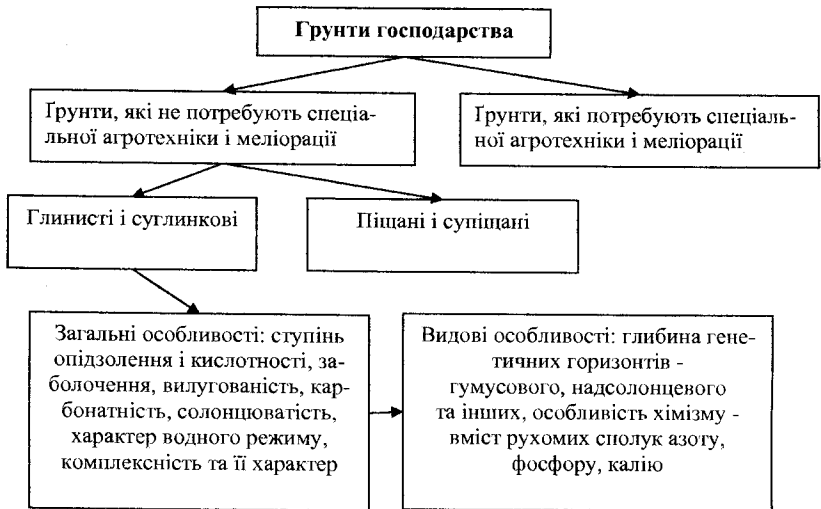


Рис. 6.2. Схема послідовності агровиробничого групування ґрунтів (М.М. Городній та ін., 2003)

Особливої уваги заслуговують ґрунти, які вимагають спеціального використання та проведення меліоративних робіт. До цієї категорії належать змиті, дефльовані, заболочені, солончакуваті та солонцеві ґрунти і більшість пісків. Нераціональні методи експлуатації таких земель спонукають до погіршити їхньої якості і навіть до виведення із сільськогосподарського обігу.

Спеціалізовані (спеціальні) агровиробничі групування об'єднують ґрунти за ознаками, що прямо або побічно впливають на зміну



Отже, маючи результати агровиробничого групування ґрунтового покриву поля, можна планувати методи та способи їхнього використання (ґрунти однієї агровиробничої групи потребують одних і тих же меліоративних, агротехнічних та ін. заходів відтворення родючості та в одних і тих же обсягах).

### **6.2.5. Еталони агроекологічного стану ґрунтів України (за В.В. Медведєвим, 2002)**

Еталон – одне із найважливіших і об'єктивних понять в оцінці стану ґрунтового покриву.

**Ґрунтовий еталон** – ґрунт у початковому стані, своєрідна точка відліку для всіх подальших порівнянь в процесі моніторингу і оцінки агроекологічного стану.

Найбільш об'єктивним і якнайкращим фоновим еталоном є *цілина*, бажано абсолютно заповідний ґрунт, в якому антропогенний вплив виключений зовсім або мінімізований. У цілинному ґрунті всі процеси і параметри перебувають у рівноважному стані, що забезпечує його стабільне функціонування та самовідтворення.

Перевага цілини не тільки в майже повній відсутності антропогенного впливу, але й у відносній замкнутості природних циклів перетворень речовин, процесів, достатньо високій стабільності текстурованих і структурних компонентів, балансі вологи та елементів. Порівняння показників та режимів культивованих ґрунтів з аналогічними процесами цілинного ґрунту дасть обґрунтовані висновки про зміну агроекологічного стану в результаті господарської діяльності.

Подібним еталоном може бути переліг за умови, що він не використовувалася у ріллі не менше як 20-25 років. Проте такий об'єкт не завжди можна знайти (особливо серед ґрунтів, які характеризуються високим рівнем сільськогосподарського освоєння). Крім того, на сьогодні доведено, що процес розорювання істотно змінює ґрунтові режими і зміщує екологічну рівновагу в ґрунті. Після розорювання ґрунтові процеси не можуть вийти на рівень цілинного ґрунту.

У наукових колах прийнято обирати еталон залежно від мети

оцінки їхнього екологічного стану. Найбільш поширеними еталонами є три типи:

*Тип 1 – природний еталон* - це ґрунт, що не використовується у сільськогосподарському або в будь-якому іншому виробництві, характеристика якого дає уявлення про генетично детермінований стан та його властивості;

*Тип 2 – еталон орного ґрунту* – це характеристика ґрунту, який бережно використовується у сільськогосподарському виробництві, родючість якого піддається простому або розширеному відтворенню;

*Тип 3 – еталон оптимальних ґрунтових параметрів для сільськогосподарських культур* (так звані оптимальні параметри, які сьогодні досить добре відомі для більшості культивованих в Україні сільськогосподарських культур (В.В. Медведєв та ін., 1997).

При оцінці забруднення ґрунтів необхідно використовувати загально визнаний еталон – кларк.

**Кларк** – середній вміст хімічного елементу в земній корі (або в ґрунтоутворюючій породі), який служить надійним еталоном, щодо якого робиться висновок про наявність (або відсутність) забруднення техногенного походження.

### ➤ **Еталони морфології та мікроморфології профілю**

Макроморфологічні ознаки профілю ґрунтів здавна були джерелом інформації для інтерпретації генезису, властивостей та режимів ґрунтів.

*Макроморфологічні ознаки профілю ґрунту:* будова профілю (послідовність генетичних горизонтів та їх потужність), забарвлення, складення, щільність, зв'язність, структура, вологість, гранулометричний склад, наявність вкраплень, новоутворень, розподіл коріння, тощо.

Макроморфологічні ознаки будови профілю ґрунту є надійними діагностичними критеріями типу і напрямку протікання ґрунтоутворюючих процесів. У багатьох неясних випадках макроморфологічні ознаки слід доповнювати мікроморфологічними (див. табл.6.5.). Наприклад, щоби відрізнити рецепієнтні ознаки від реліктових, опідзолення від лессиважу, ілювіальний процес від процесу метаморфічних перетворень.



Головною макроморфологічною ознакою ґрунту, яка досить легко і достовірно діагностується, є потужність гумусового шару. За еталони для різних типів ґрунтів України було взято дані про потужність гумусового шару, отримані в результаті крупномасштабного обстеження ґрунтів 1957-1961 рр.

#### ➤ **Еталони фізичних властивостей**

Пошук еталонів фізичних властивостей – достатньо важке завдання через те, що такі дослідження в Україні не були популярні і ніколи систематично не велися.

В якості природних еталонів фізичних властивостей використовують ті, що отримані на цілинних або перелогових ґрунтах. В якості еталонів фізичних властивостей орних ґрунтів використовують результати досліджень водно-фізичних властивостей орних ґрунтів, які проводилися, головним чином, у 60-70-і роки у зв'язку із меліорацією та обробітком ґрунтів (див. табл.6.6).

#### ➤ **Еталони хімічних властивостей**

Основними показниками хімічних властивостей ґрунту, які піддаються змінам в процесі освоєння і використання і можуть свідчити про процеси деградації, є: вміст гумусу, валові запаси та вміст елементів живлення у доступній формі. В якості природних еталонів використовують дані, отримані в результаті обстеження цілинних та перелогових ґрунтів.

Складнішим є питання зі встановленням еталону для ріллі, де зазначені показники змінюються в залежності від тривалості розорювання, типу сівозміни, способу обробітку, застосування добрив). Тому за еталони хімічних властивостей ґрунтів України приймають дані про рівень вмісту гумусу, визначеного в результаті крупномасштабного ґрунтового обстеження 1957-1961 рр (див. табл.6.4).

Вміст гумусу в ґрунтах України підпорядкований природній зональності і обумовлений генетичним типом і гранулометричним складом ґрунту. Так само були отримані значення еталонів вмісту валових та рухомих форм мікроелементів живлення (див. табл.6.7-6.8). Вміст рухомих форм фосфору і калію, як уже згадувалося, був узятий з даних першого туру агрохімічного обстеження, проведеного в 1966-1970 рр.

Таблиця 6.4

**Еталонний вміст гумусу в орних ґрунтах України, %**  
(В.В. Медведєв, 2002)

Тип ґрунту	Шар ґрунту, см						
	0-20	20-40	40-60	60-80	80-100	100-120	120-140
Дерново-підзолисті	2,0	0,6	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
Темно-сірі лісові	3,5	3,1	1,6	1,1	0,6	0,5	0,2
Чорноземи типові	5,5	4,9	4,2	2,7	2,2	1,7	1,3
Чорноземи звичайні	4,5	3,8	1,3	0,7	0,4	0,2	0,1
Червоно-коричневі	3,0	2,3	1,0	0,8	0,6	0,5	-

➤ **Еталони фізико-хімічних властивостей**

Серед фізико-хімічних показників, які характеризують короткочасні зміни режимів ґрунту, основними є:

- 1) рН ґрунтового розчину ( $pH_{\text{вод}}$ , що характеризує актуальну кислотність та  $pH_{\text{сол}}$ , що характеризує потенціальну кислотність);
- 2) ємність катіонного обміну;
- 3) склад обмінних катіонів.

Таблиця 6.5

**Мікроморфологічне еталонування основних  
елементарних процесів ґрунтоутворення  
Стену і Лісостену України (В.В. Медведєв, 2002)**

Основні елементарні процеси	Мікроморфологічна діагностика		
	у чорноземах	в опідзолених і солонцюватих ґрунтах	у ґрунтах на шістких безкарбонатних породах
Розкладання рослинних рештків	Рослинних рештків у всіх горизонтах небагато (інтенсивність розкладання висока)	В елювіальних горизонтах гуміфікація рештків майже повна, в ілювіальних - більш уповільнена з одночасним їх озалізненням	Рослинні рештки гуміфіковані

Накопичення гумусу і формування органічно-мінеральних сполук і структурних одиниць	Високодисперсний скоагульований (глобулярний) гумус мулль, закріплений в багатопорядкових агрегатах, рихле складення основи з розвитком між- і внутрішньо-агрегатних пор	Високодисперсний мулль, слабозакріплений в структурних одиницях низького порядку, глобул гумусу небагато, згустки органічного матеріалу, міжагрегатна пористість, тріщинуватість	Гумус мулль бурозабарвлений, пластичастоподібний, рухомий, структурні одиниці не вище II-го порядку, переважно між агрегатна пористість і тріщинуватість
Елювіальний, опідзолення, лесиваж	Рівномірне чорнувато-сіре забарвлення, мікроелювіальні зони практично не виражені	Освітлення від 10 до 90% об'єму ґрунту, безбарвні зерна мінералів, збіднення глинистою плазмою, горизонтальний поділ основи	Ознак елювіального процесу немає
Ілювіальний	Скоагульованість дисперсної мінеральної маси, ілювіальні та метаморфічні форми глини дуже рідкісні	Різні форми орієнтованих глин: від лускато-волокнистих до органічно-мінеральних плівок, що заповнюють поровий простір. Вивітрування первинних мінералів: пелітові продукти, плівки на їх зрізах і поверхнях	Ознаки метаморфічного ілювіювання глини у вигляді лускатої і волокнистої будови
Сегрегація та новоутворення сполук	Сегреговані, погано оформлені утворення відмічаються лише в гідроморфно-реліктових горизонтах	Сегрегація $MnO_2$ , $Fe_2O_3$ у формах мікроконкрецій, концентричних виділень, пластивців	Сегреговані форми $Fe_2O_3$ майже не виражені

Таблиця 6.6

**Еталонні параметри агрофізичного стану орних земель України**  
(В.В. Медведєв, 2002)

Агрогрунтова зона	Тип ґрунту	Показник агрофізичного стану орного шару ґрунту						
		щільність склядення, г/см <sup>3</sup>	пористість загальна, %	вологість в'янення, %	найменша вологосміксть, %	діапазон діапазон активної вологи, %	агрегатний склад, %	
							сухі агрегати 10-0,25 мм	водостійкі >0,25мм
Полеся	Дерново-підзолисті неоглені і дерново-підзолисті глеєві, супіщані	1,57	40,2	2,7	18,0	15,3	40,3	28,7
Лісостеп	Сірі і світло-сірі лісові, супіщані і легкосуглинкові	1,48	43,4	3,6	22,0	18,4	41,9	42,0
	Темно-сірі і чорноземні опідзолені, середньосуглинкові	1,36	47,9	14,1	24,2	10,1	56,2	44,0
Степ	Чорноземи типові середньосуглинкові	1,20	58,6	15,4	30,2	14,8	61,6	54,4
	Чорноземи звичайні, важкосуглинкові та глинисті	1,17	55,5	12,1	29,4	17,3	75,0	55,6
	Чорноземи південні, важкосуглинкові та глинисті	1,25	54,8	12,1	28,8	16,7	69,9	53,4
	Темно-каштанові і каштаново-солонцеві, важкосуглинкові	1,30	53,1	11,8	26,4	14,6	44,9	48,9
	Чорноземи лучні, лучно-чорноземні і їх слабкосолонцюваті види, важкосуглинкові	1,25	52,5	10,6	27,7	17,1	65,3	44,0

Таблиця 6.7

**Еталонний вміст валового азоту, фосфору і калію в орних ґрунтах (шар 0-30 см, %) (фрагмент) (В.В. Медведєв, 2002)**

Тип ґрунту	Азот	Фосфор	Калій
Дерново-підзолисті супіщані	0,05	0,06	1,32
Темно-сірі опідзолені середньосуглинкові	0,14	0,12	2,24
Чорноземи типові важкосуглинкові	0,29	0,15	1,93
Чорноземи звичайні важкосуглинкові	0,26	0,16	1,96
Темно-каштанові солонцеві важкосуглинкові	0,16	0,11	2,34

Оцінка фізико-хімічних показників необхідна для виявлення раних ознак трансформації орних ґрунтів в процесі сільськогосподарського виробництва. На думку В.В. Медведєва (2002), особлива увага в цьому аспекті повинна бути приділена порівнянню з показниками еталонних орних ґрунтів.

Таблиця 6.8

**Еталонний вміст рухомих форм фосфору і калію (по Чирікову, мг/100 г ґрунту) для домінантних орних ґрунтів (шар 0-20 см %, 1966-1970 рр., фрагмент) (В.В. Медведєв, 2002)**

Тип ґрунту	Фосфор	Калій
Дерново-підзолисті супіщані	6,3	6,9
Темно-сірі опідзолені середньосуглинкові	7,3	7,7
Чорноземи типові важкосуглинкові	8,9	9,2
Чорноземи звичайні важкосуглинкові	9,2	11,5
Темно-каштанові солонцеві важкосуглинкові	7,3	12,0

У природних умовах рН ґрунтового розчину (актуальне і потенціальне) змінюється в межах країни в широкому діапазоні - від 4 до 9. В умовах ріллі – значення рН для різних типів ґрунтів зближуються

між собою і вирівнюються. Показник рН є добре дослідженим, його вимірювали в час до масштабного ґрунтового обстеження, а також систематично кожні 5 років, починаючи з 1966 р., під час агрохімічної паспортизації полів. В результаті був накопичений і узагальнений обширний матеріал (Н.К. Крупський та ін., 1973; В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова та ін., 1997), який дає можливість одержати цілком надійні уявлення про еталонні параметри рН орних ґрунтів (див. табл.6.9).

Таблиця 6.9

*Еталонні показники рН для орних ґрунтів (фрагмент)*

*(В.В. Медведєв, 2002)*

Домінантні ґрунти	рН <sub>сo.l</sub>
Дерново-підзолисті	4,8
Світло-сірі лісові	5,4
Сірі лісові	5,8
Темно-сірі лісові	5,9
Чорноземи опідзолені	6,0
Чорноземи типові малогумусні	6,1
Чорноземи типові середньогумусні	6,2
Чорноземи звичайні малогумусні	6,5

Взаємообумовленими є показники ємності катіонного обміну та складу обмінних катіонів. Ці показники є діагностичними ознаками типу процесу ґрунотворення. В процесі сільськогосподарського освоєння ґрунту показники ємності катіонного обміну та склад обмінних катіонів змінюються поступово. Суттєва зміна цих показників є свідченням істотних трансформацій ґрунтових режимів, особливо поживного і водно-повітряного. Слід враховувати що середній (умовно еталонний) склад обмінних катіонів для орних ґрунтів змінюється в широких межах (табл. 6.10) і є відмінною ознакою кожного ґрунтового типу (В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова та ін., 1997).

**Таблиця 6.10**  
**Еталонний склад обмінних катіонів та ЄКО в орних ґрунтах**  
**(фрагмент) (В.В. Медведєв, 2002)**

Тип ґрунту	Ca	Mg	H	K	Na	ЄКО
	мг-екв/100 г ґрунту					мг-екв/100 г ґрунту
Торфові	60,0	10,0	20,0	3,0	3,0	96,0
Дерново- підзолисті суглинкові	8,1	3,6	4,2	0,5	-	16,4
Дерново-підзолисті супіщані	1,5	0,7	2,4	0,1	-	4,7
Сірі лісові	19,2	5,5	3,1	-	-	27,8
Чорноземи опідзолені	34,5	6,1	1,4	-	-	42,0
Чорноземи типові	36,3	6,6	-	0,8	0,6	44,3
Чорноземи звичайні	34,6	7,6	-	0,6	0,8	43,6
Чорноземи південні	27,5	7,1	-	1,0	1,0	36,6
Каштанові солонцюваті	20,5	8,6	-	1,0	1,6	31,7

### ➤ Еталони біологічних властивостей

Підбір еталонів біологічних властивостей ґрунтів через високу варіабельність, динамічності і велике число показників, які їх характеризують, є досить складним, однак важливим завданням. Біологічні властивості суттєво залежать від вологості і температури ґрунту, тому не є генетично (типологічно) детермінованими. Але виключно висока інформативність біологічних показників, можливості за їх допомогою всесторонньо оцінювати стан ґрунтів роблять таке завдання актуальним. Дослідження в цьому напрямку ведуться, але еталони поки що остаточно не визначені. Серед основних мікробіологічних показників виділяють:

- 1) загальну кількість мікроорганізмів, млн. КОУ/г ґрунту;
- 2) кількість мікроорганізмів, яка припадає на 1 г вуглецю ґрунту, млн. КОУ;
- 3) кількість бактерій, котрі використовують органічний азот та бактерій, котрі використовують мінеральний азот, % від загальної кількості мікроорганізмів;

- 4) кількість актиноміцетів, % від загальної кількості мікроорганізмів;
  - 5) кількість грибів, % від загальної кількості мікроорганізмів;
- **Еталони оптимальних ґрунтових параметрів для сільськогосподарських культур** – агроекологічні параметри ґрунту, які дозволяють культивованим рослинам максимально виявити свій продуктивний потенціал. Порівняльна оцінка показників ґрунту із вказаними еталонами є вкрай важливим заходом найкращого розміщення сільськогосподарських культур на території агрокліматичної зони, оскільки це дає можливість землеробам отримати додатковий дохід, не вкладаючи додаткових засобів. Вченими (В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова та ін.(1997)) були узагальнені практично всі відомі матеріали про вимоги сільськогосподарських культур до ґрунтових параметрів, які і були прийняті у якості еталонів.

### **6.3. Нормування техногенного навантаження**

При нормуванні антропогенного впливу на ґрунт розрізняють два типи нормативів:

- 1) нормативи для територій у нормальному екологічному стані;
- 2) нормативи для кризових територій (еродованих, забруднених радіонуклідами, нафтопродуктами тощо).

Основне призначення перших нормативів - не допустити можливості негативних змін у ґрунті, а нормативів для кризових територій - не допустити необоротних змін, що залишаються в ґрунті навіть після зняття навантаження, котре спричинило кризу.

Для встановлення нормативу техногенного навантаження необхідно знати, як мінімум характеристику змін властивостей ґрунту під дією навантаження та співрозмірність зворотних і незворотних змін його властивостей. Точний опис поведінки ґрунту в широкому інтервалі навантажень до і після їх зняття, дозволить обґрунтувати початкову величину допустимого навантаження на ґрунт (норматив).

У основу нормування (ГДК) вмісту шкідливих речовин в ґрунті



покладено принцип, що допускає надходження їх в ґрунт у кількостях, безпечних для живих організмів.

**Гранично допустима концентрація** (ГДК) шкідливих речовин в ґрунті - максимальна їх кількість (мг/кг ґрунту), що гарантує відсутність негативної прямої або опосередкованої дії на здоров'я людини та санітарно-гігієнічні умови проживання населення.

При оцінці безпеки надходження шкідливих речовин у ґрунт необхідно виходити з неприпустимості перевищення межі адаптаційних можливостей організму і самоочисної здатності ґрунту, тобто, порогу безпечної дії.

**Поріг безпечної дії хімічних речовин**, що поступають (разово, або протягом доби, року, тривалості життя) в організм людини з ґрунту - це така їх кількість, яка не викликає деструктивних змін в організмі, але перевищення якої може призвести до негативних функціональних та фізіологічних наслідків.

Відомо, що в основі порогових кількостей тієї або іншої речовини за загальними санітарними, водно-міграційними, атмосферно-міграційними, органолептичними, транслокаційними, санітарно-токсичними і фітотоксичними показниками небезпеки є показник гранично допустимої концентрації (ГДК).

**Нормування пестицидного навантаження** та оцінка кризової ситуації стосовно пестицидів визначаються за даними, що характеризують рівень пестицидного навантаження.

Ступінь небезпечності окремих препаратів оцінюється за шкалою інтегральної класифікації, яка враховує токсиколого-гігієнічні та еколого-токсикологічні показники, що має 7 ступенів. Пестициди 1 і 2 ступенів характеризуються як дуже небезпечні, 3 – небезпечні, 4 і 5 – помірно небезпечні, 6 і 7 – малонебезпечні. Для об'єктивнішої оцінки використовують дані щодо ГДК пестицидів у ґрунтах та у продуктах врожаю (див. табл. 6.11). Перевищення фактичного вмісту залишкової кількості пестицидів над ГДК свідчить про критичну екологічну ситуацію.

Таблиця 6.11

## ГДК пестицидів (В.И. Кисель, 1998)

Назва пестициду	Культура, для якої він використовується	ГДК, мг/кг	
		у ґрунті	у рослинницькій продукції
Амбуш	Кукурудза, ячмінь	0,05	0,1
Бетанал	Цукровий буряк	0,25	0,2
ГХЦГ (сума ізомерів)	Соняшник	050	0,1
2,4 Д-амінні (солі і ефіри)	Просо, гречка	0,25-0,10	не дозволяється
Децис	Картопля	0,01	0,01
Суміцидин	Картопля	0,02	0,02
Ептам	Соняшник	0,9	0,05
Раундап	Плодові	0,5	0,1
Тилт	Пшениця, жито, ячмінь	0,2	0,1

**Нормування забруднення ґрунтів важкими металами .**

Оцінка екологічного стану ґрунтів за вмістом важких металів (ВМ) проводиться шляхом порівняння фактичного вмісту їх у ґрунті із такими показниками, як гранично допустимий рівень (ГДК) та геохімічний фон для даного типу ґрунтів окремого району (кларк) – див. табл. 6.12. Для визначення реальної небезпечності важких металів необхідно проводити контроль за вмістом їх рухомих форм. Валовий вміст важких металів доцільно використовувати для загальної характеристики стану ґрунтів і потенційної небезпеки ВМ.

За ступенем забруднення ВМ ґрунти поділяють на:

➤ *сильнозабруднені* – ґрунти, вміст важких металів в яких у декілька разів перевищує ГДК, які мають під впливом забруднення низьку біологічну продуктивність, суттєві зміни фізико-механічних, хімічних та біологічних характеристик, внаслідок чого вміст важких металів у рослинницькій продукції перевищує встановлені норми;

➤ *середньозабруднені* – ґрунти, в яких встановлено перевищення ГДК без видимих змін властивостей;

➤ *слабозабруднені* – ґрунти, вміст важких металів в яких не перевищує ГДК, але вище природного фону.

Таблиця 6.12

**Валовий фоновий вміст і ГДК важких металів у ґрунтах**

(В.І. Кисіль, 1998)

Елемент	Кларк, мг/кг	ГДК, мг/кг
Ванадій	100	150
Манган	850	1500
Хром	75	100
Кобальт	8	50
Нікуль	40	85
Мідь	20	100
Цинк	50	300
Селен	0,01	10
Кадмій	0,50	3
Ртуть	0,02	2,1
Свинець	10	30
Стронцій	300	1000

При оцінці ступеню забруднення ґрунтів важкими металами необхідно користуватися даними щодо гранично допустимих концентрацій та їх фонового вмісту у ґрунтах основних агроґрунтових зон України.

Аналогічно нормується *техногенне радіоактивне* забруднення. Залежно від рівня радіоактивного забруднення ґрунтового покриву, виділяють такі типи ситуацій:

1) *сприятлива* – ситуація, що складається на територіях, які не зазнають дії радіонуклідів.

2) *задовільна* - ситуація з рівнем радіаційного забруднення  $^{137}\text{Cs}$  - в межах  $0,1-1,0 \text{ Ки/км}^2$  і  $^{90}\text{Sr}$  -  $<0,02 \text{ Ки/км}^2$ .

3) *передкризова* -  $^{137}\text{Cs}$  в межах  $1-5 \text{ Ки/км}^2$  і  $^{90}\text{Sr}$  -  $0,02-1,0 \text{ Ки/км}^2$ .

4) *кризова* -  $^{137}\text{Cs}$  в межах  $5-15 \text{ Ки/км}^2$  і  $^{90}\text{Sr}$  -  $1-3 \text{ Ки/км}^2$ .

5) *катастрофічна* -  $^{137}\text{Cs}$  більше  $15 \text{ Ки/км}^2$  і  $^{90}\text{Sr}$  - більше  $3 \text{ Ки/км}^2$ .

Щодо кризової ситуації слід відмітити, що вона в більшості випадків виникає на територіях, що опинилися під впливом радіоактивних викидів Чорнобильської АЕС, на землях з інтенсивним використанням пестицидів (особливо в садах і на полях, де тривалий час вирощують технічні культури), в районах із високою насиченістю промисловими підприємствами.

Набагато складнішим і найменш дослідженим є нормування механічного (фізичною) навантаження на ґрунт. Для отримання нормативів потрібно проводити комплекс експериментів, які імітуватимуть механічне навантаження в різних умовах використання ґрунту.

Для попередження ерозійних втрат ґрунту і кризових ситуацій важливе місце серед нормативів займають *нормативи ерозійних втрат ґрунту* внаслідок водної ерозії та дефляції (В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова, С.Ю. Булигін та ін., 1998).

Нормування параметрів водно-ерозійної небезпеки здійснюється за показниками: норма еродованості, коефіцієнт еродованості, показник проявлення ерозії ґрунтів (ППЕГ), об'єм потенційного рідкого стоку, індекс збереження ґрунту та за групою непрямих показників. До непрямих показників належать: розораність території, співвідношення площ під ріллею і стабільними земельними угіддями, еродованість ріллі, еродованість земель на схилах. За цими показниками встановлюється клас ерозійної небезпеки.

#### **6.4. Моделювання та прогнозування агроекологічного стану ґрунтового покриву**

Моделювання та прогнозування ґрунтових процесів є взаємопов'язаними важливими завданнями сучасної екологічної науки, оскільки дозволяють передбачити поведінку агроєкосистем в тих чи інших інтервалах антропогенного навантаження та антропогенної реабілітації. Обґрунтування такої моделі можна проводити на основі наукових досліджень та сформованої бази даних, які всебічно характеризують екологічний стан території.

*Моделювання* – це умовна інтерпретація процесу, явища чи си-

стеми шляхом спеціального конструювання аналогів (моделей), в яких відтворюються принципи організації та функціонування цієї системи.

Об'єкт пізнання, отриманий у результаті аналізу і синтезу об'єкта-прототипу, називається *моделлю* об'єкта дослідження.

При моделюванні будь-якого процесу ми насамперед повинні описати його словесно (вербальна модель) та графічно (графічна модель), а потім вже створити образ об'єкта в категоріях і символах математичного аналізу (математична модель).

**Математичне моделювання** – опис природного об'єкту та його поведінки за допомогою математичних символів.

Математичне моделювання дає можливість утилізувати значний об'єм інформації та розробити прогноз поведінки системи залежно від різних критеріїв антропогенного навантаження.

Для екологічних задач використовують практично всі найважливіші типи моделей, а саме: 1) вербальні; 2) динамічні; 3) матричні; 4) стохастичні; 5) багатовимірні; 6) оптимізаційні (Дж. Джеферс, 1981).

**1. Динамічні моделі** – моделі, які ґрунтуються на теорії серво-механізмів і описують процеси за допомогою складних математичних залежностей, які допускають однозначність причини і наслідків у досліджуваному процесі.

**2. Матричні моделі** – моделі, які описують процес чи явище за допомогою певної таблиці чисел (матриці). Моделі цього типу широко використовуються в екології для пошуку простих залежностей при відносно простих розрахунках, найчастіше популяційного характеру

**3. Стохастичні моделі** – моделі, які в процесі моделювання використовують апарат теорії ймовірностей. Для пошуку таких математичних функціональних або структурних залежностей між змінними використовують метод кореляційного і регресійного аналізу.

**4. Багатовимірні моделі** – моделі, які описують поведінку більш як одного результативного показника внаслідок дії кількох факторіальних.

**5. Оптимізаційні моделі** – моделі, які здійснюють пошук опти-

мальних комбінацій ключових змінних, які визначають протікання процесу. Найпростішим і найбільш вживаним методом оптимізації є лінійне програмування.

**6. Моделі, що ґрунтуються на теорії катастроф** – моделі, які описують процеси і явища (системи), що мають властивості бімодальності, перервності, гістерезису і дивергенції та характеризуються диссипативністю енергетичних та матеріальних потоків (Дж. Джеферс, 1991).

Саме такими властивостями характеризуються екосистеми ґрунту, їх біогеохімічні цикли та енергетичні потоки. Для екосистеми ґрунту характерним є перебування її у багатьох станах, що пов'язано із добовими, сезонними, річними і багаторічними циклами природної динаміки (бімодальність). Екосистеми ґрунту мають чітко виражену здатність сповільненої реакції на сторонні впливи за рахунок потужного механізму гомеостазу (гістерезис). Ґрунтові екосистеми функціонують так, що близькі вихідні умови нерідко еволюціонують у досить віддалені кінцеві результати (дивергенція).

Прикладом такої моделі є *модель трансформації органічного вуглецю в системі фітоценоз - гумусові речовини ґрунту* (П. П. Надточій, Ф. В. Вольвач, 1993.)

**Прогнозування** – це упередженне пізнання природних явищ, результат розрахунку (екстраполяції) досліджуваних показників за межами досліджених значень.

Існують три основні типи наукових передбачень: регулярні, періодичні та загальні.

У регулярному передбаченні визначаються такі події, які відбуваються регулярно – на певну дату або на певний час. Так, на підставі строків настання фаз вегетації судять про якісні характеристики ґрунту.

Періодичні передбачення базуються на періодичних спостереженнях, пов'язаних із організацією користувань, удосконаленням форм використання земель та ін. Суть такого передбачення полягає не у конкретному кількісному виразі, а у формі ствердження подій у відповідний період.

Загальне передбачення не вказує на точну дату подій у часі і не відображає їх у кількісній формі, а дає приближені межі розвитку. Зокрема, можливість впливу загального розвитку соціально-економічних тенденцій (змін) на продуктивність земель, розмір земельних угідь тощо.

Збалансовані системи землеробства повинні забезпечувати високу продуктивність та екологічну стабільність функціонування агроecosystem в умовах відтворення родючості ґрунтів. Тому при розробці збалансованої системи використання земель та окремих її елементів важливим і невід'ємним етапом є прогноз впливу її елементів на родючість ґрунтів, яка залежить від характеру протікання та співвідношення окремих ґрунтових процесів.

## 6.5 Моніторинг ґрунтового покриття

Нині не існує єдиної системи моніторингу земель. Часткові дані моніторингу земель різного цільового призначення зосереджено в системі Державного земельного кадастру. Для більшості категорій земель водомостей ДЗК достатньо. Проте для земель сільськогосподарського призначення базовим моментом оцінки процесів їхнього окультурення, деградації, тощо є система моніторингу ґрунтового покриття. Концепцію та техніко-економічне обґрунтування моніторингу ґрунтів в Україні було розроблено під керівництвом академіка УААН В.В. Медведєва, що і наводимо нижче.

**Моніторинг ґрунтового покриття** (ґрунтів) - система спостережень, оцінки і прогнозу стану ґрунтів з метою ефективного управління їхнім станом та забезпечення відтворення родючості.

Він є складовою частиною загального екологічного моніторингу, тобто входить до моніторингу суміжних середовищ і біосфери в цілому. Крім моніторингу ґрунтового покриття, нині існують такі суміжні види моніторингу: агроecологічний та моніторинг земель.

**Агроecологічний моніторинг** - система спостережень, оцінки і прогнозу стану ґрунтів, продукції рослинництва та тваринництва з

метою управління станом агроєкосистем господарства чи певного регіону.

**Моніторинг земель** - система спостережень, оцінки і прогнозу стану всіх цільових категорій земель з метою управління.

Базовим елементом моніторингу земель с/г призначення є моніторинг ґрунтів. Необхідність організації ґрунтового моніторингу зумовлена важливістю попередження процесів деградації ґрунтів з метою забезпечення виконання ґрунтом своїх екологічних функцій в біосфері. (див. розд.2.).

**Мета моніторингу ґрунтів** – отримання інформації про ґрунтові процеси для розробки рішень, спрямованих на стабілізацію і якісне покращення стану ґрунтів, екологізацію землеробства і досягнення розширеного відтворення родючості.

**Завдання моніторингу ґрунтів:**

- збір існуючої інформації та налагодження поточних спостережень,
- прогнозування стану ґрунтів (найближче і віддалене),
- управління станом ґрунтів (за допомогою рекомендацій, консультацій-попереджень про можливі процеси деградації).

Збір інформації ґрунтується на базі ґрунтового-картографічних, аналітико-агрохімічних, агрокліматичних, гідрогеологічних матеріалів. Важливим завданням на цьому етапі є налагодження поточних спостережень, які повинні бути такими, щоб отримувана інформація відповідала таким вимогам:

- отримувалася за єдиними методиками,
- охоплювала всі види землекористування,
- була об'єктивною, систематичною, повною, оперативною і зручною для наступної обробки, деталізації та розробки ґрунтових прогнозів.

Прогнозування стану ґрунтів здійснюється різними методами: нормативним, трендовим, методом моделювання тощо.

На основі отриманої інформації про стан ґрунтового покриву та прогнозів його можливих змін на перспективу на етапі управління розробляються різноманітні рішення і рекомендації щодо викорис-



тання ґрунтів, починаючи від структури ландшафтів і закінчуючи окремими агротехнічними заходами в сівозмінах.

За змістом виконуваних робіт, просторовими і часовими масштабами, оперативністю, методами роботи виділяють наступні види моніторингу ґрунтів:

➤ **Фоновий (еталонний)** моніторинг – вихідна оцінка об'єкту спостережень (ґрунтової відміни), яка умовно приймається за точку відліку, по відношенню до якої проводяться порівняння отриманих даних поточних спостережень.

➤ **Виробничий (базовий, стандартний, поточний)** – систематичний моніторинг об'єктів у просторі та часі. В Україні проводиться різними відомствами і тому цей вид моніторингу має підвищені вимоги до узгодження програм, методів спостережень і вимірювань з іншими міжвідомчими видами моніторингу.

➤ **Кризовий** – моніторинг, призначений для особливого оперативного контролю гранично допустимих рівнів, аварійних ситуацій та швидкого реагування і попередження катастрофічних явищ.

Кризовий моніторинг проводиться на ґрунтах, які мають істотні порушення продуктивних та екологічних функцій і перейшли на деградаційний шлях розвитку. Такі ґрунти оцінюються за:

1) критеріями гранично допустимих рівнів змін властивостей ґрунту (фізичних, хімічних, фізико-хімічних, мікробіологічних) в умовах антропогенного навантаження;

2) критеріями гранично допустимих рівнів антропогенного навантаження (механічного, хімічного, меліоративного та ін. типів);

3) критеріями рівнів максимальної стійкості ґрунту – за його здатністю до оборотних змін чи потенціалом фізичної, хімічної, фізико-хімічної і біологічної буферності.

Ефективність результатів кризового моніторингу підвищується за наявності відповідних достовірних даних фонового моніторингу.

➤ **Спеціальний** – моніторинг одного або кількох процесів у сучасних ґрунтах, при інтенсивному використанні яких відмічаються помітні зміни.

Різновидами спеціального моніторингу є меліоративний, радіа-

ційний, урбомоніторинг. Спеціальному моніторингу підлягають окремі показники стану ґрунтів, набір яких визначається видом, метою та завданнями спеціального моніторингу.

➤ **Науковий** – моніторинг підвищеної точності і ємності, за допомогою якого можна істотно збагатити виробничий моніторинг, в значній мірі уточнити зміст управлінських рішень і створити суттєво більш надійні прогностичні моделі.

Науковий моніторинг базується на спеціальних дослідках: польових, лізиметричних, імітаційних і математичних моделях, часто використовує різноманітні методи зондування (радіометричний, радіолокаційний, інфрачервоний) та ін. види контролю.

Репрезентативність даних, достовірність прогнозів і надійність створюваних моніторингом ґрунтів моделей тісно пов'язані із принципами організації моніторингу. До них можна віднести: принципи вибору об'єктів моніторингу, їх число, масштаб і одиницю контролю, перенесення і закріплення об'єктів у природу, вибір контрольованих параметрів, аналітичних методів їх дослідження, частота контролю, глибина відбору зразків ґрунту, автоматизація робіт, метрологічне і математичне забезпечення, вимоги до банків даних, питання надійності функціонування систем та ін. Крім наземних методів контролю, ґрунтовий покрив піддається дистанційному зондуванню і картографуванню. Тому важливе місце при веденні моніторингу має узгодження методів і даних наземного та дистанційного контролю.

При організації моніторингу ґрунтів слід вибирати таку мінімальну кількість пунктів контролю, яка забезпечить охоплення всіх типів, підтипів, родів, видів і різновидностей ґрунтів в межах ґрунтової провінції обов'язково із врахуванням рельєфу. При створенні *мережі пунктів* враховується вимога представлення всіх видів антропогенного навантаження на ґрунт. Тому пункти контролю мають відображати стан ґрунту від еталонного (цілинні ділянки, ліс, заповідник, вихідний рівень освоєння ґрунту) до реальних виробничих рівнів.

Вибір контрольованих показників має задовольняти поставлені завдання і характеризувати ведучі екологічні функції ґрунтового покриву, охоплювати важливі для рослин ґрунтоутворюючі і ґрунто-

руйнуючі процеси, основні ґрунтові режими і характеристики ґрунтів. Стан ґрунтів діагностує інформація про зміну структури ґрунтового покриву, структури земельних угідь. Темпи змін основних показників стану ґрунту визначає вміст гумусу, рН, ємність катіонного обміну, гранулометричний та структурно-агрегатний склад, водно-повітряний і поживний режими, рівень забруднення і біологічної активності. Оцінку інтенсивності прояву процесів ерозії характеризують показники стану меліорованих земель, а оцінку ефективної родючості ґрунтів проводять за показниками врожайності і якості продукції рослинництва.

Для ефективного управління складною і розгалуженою системою моніторингу ґрунтового покриву потрібне створення методологічного центру, який координував би і узгоджував роботу всіх підрозділів. Вчені ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.М. Соколовського» пропонують такий можливий варіант служби моніторингу земель (рис.6.4).



*Рис. 6.4. Варіант організації служби моніторингу земель (блок «землекористування» СЕМ «Україна» (Медведєв В.В., 2002)*

Постійними пунктами контролю є природні об'єкти (ліси, заповідники), еталонні об'єкти високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів (держсортдільниці, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств із контурно-меліоративною організацією території, поля звичайних господарств).

Основою моніторингу є створення програм спостережень. Спостереження можуть бути прямими (дослідження і вимірювання в польових, лабораторних умовах, в результаті яких отримуються конкретні показники) та непрямими (дані, отримані в ході математичного моделювання, тобто такі, які спираються на розроблені раніше моделі на основі ґрунтових аналогів). Непрямі показники вигідні тим, що не потребують великих затрат коштів на їх отримання, але істотно поступаються достовірністю перед прямими.

Програма спостережень включає ті чи інші показники залежно від поставлених завдань. Завдання моніторингу передбачають контроль за окремими ґрунтовими процесами та їх сукупністю. Перебіг кожного ґрунтового процесу описується змінами певних показників стану ґрунту.

Вченими ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.М. Соколовського» розроблено комплекси контрольованих показників залежно від протікання процесів ґрунтоутворення чи деградації ґрунту.

### ***Питання для самоперевірки***

1. Що являє собою Державний земельний кадастр та які його завдання?
2. З якою метою поводиться бонітування ґрунтів?
3. Вкажіть основні принципи встановлення бонітету ґрунту та показники, які при цьому враховуються.
4. Що являє собою оцінка агроекологічного стану земель та з якою метою і за якими показниками проводиться?
5. За якими показниками проводиться оцінка екологічної стабільності ландшафтів басейну річки?
6. Які природні умови є визначальними при планування народного-сподарського напрямку використання земель?

7. Які обмежуючі фактори враховуються при плануванні народно-господарського напрямку використання земель?
8. Охарактеризуйте суть та зміст оцінки агровиробничих умов території.
9. Охарактеризуйте суть та зміст оцінки агроекологічного стану ґрунтового покриву
10. За якими показниками проводиться оцінка агроекологічного стану ґрунтового покриву?
11. Охарактеризуйте основні принципи еталонування агроекологічного стану ґрунтів України.
12. За якими показниками проводиться нормування техногенного навантаження на ґрунт?
13. Охарактеризуйте основні принципи моделювання та прогнозування агроекологічного стану ґрунтового покриву.
14. Назвіть типи моніторингу ґрунтового покриву та охарактеризуйте принципи їхньої організації та основні завдання.
15. Які критерії нормування техногенного навантаження використовують при оцінці стану ґрунтового покриву?

## Розділ 7. ЗЕМЛІ МЕЛІОРАТИВНОГО ФОНДУ

### 7.1. Меліорації земель: основні поняття та класифікація

**Меліорація** (латинське *melioratio* – поліпшення) – це комплекс організаційно-господарських і технічних заходів, спрямованих на докорінне поліпшення несприятливих природних властивостей земель для підвищення їхньої родючості, продуктивності сільськогосподарських угідь та ефективності землеробства.

Меліорація території надає стійкості сільськогосподарському виробництву, забезпечує найпродуктивніше використання земель і є фактором інтенсифікації землеробства. Вона створює сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур водно-повітряний, тепловий і поживний режими ґрунту, а також сприятливий режим мікроклімату в приземному шарі атмосфери.

До об'єктів сільськогосподарської меліорації відносять землі: з несприятливими умовами водно-повітряного режиму (болота і заболочені землі, посушливий степ, напівпустелі і пустелі); з несприятливими фізичними та хімічними властивостями (засолені, важкі глинисті ґрунти, піски та ін.); ті, що підлягають шкідливому механічному впливу води або вітру (яри, ґрунтовий покрив, що легко розмивається, схили), ті які потребують протиерозійних заходів.

**Землі меліоративного фонду** – землі, на яких періодично проводиться той чи інший вид меліорацій. Кожен вид цих робіт виконують залежно від господарської необхідності і доцільності з урахуванням природних умов певної місцевості. Найбільший ефект отримують у разі комплексного здійснення системи меліоративних заходів.

На думку фахівців, у процесі господарської діяльності загалом можна проводити понад 35 видів меліорації. Одним із основних серед них є меліорація ґрунтів, яка здійснюється штучним регулюванням їх водного, повітряного, теплового, сольового, біохімічного і фізико-хімічного режимів.

Сільськогосподарські меліорації, не зважаючи на їх велику різноманітність, можна об'єднати у сім типів (рис. 7.1):

1) *фітомеліорації*, що забезпечують покращення умов природного середовища за допомогою культивування або підтримання природних рослинних угруповань;

2) *гідротехнічно-інженерні*, що забезпечують регулювання водного режиму ґрунтів (подачу або відведення гравітаційної вологи);

3) *кліматичні*, що покращують кліматичний тепловий режим ґрунту та оптимізують атмосферні фактори зволоження;

4) *агромеліорації* - спрямовані насамперед на оптимізацію ґрунтових режимів за рахунок агротехнічних заходів, котрі реалізуються в процесі вирощування сільськогосподарських культур;

5) *культуртехнічні* - забезпечують створення умов для ведення сільськогосподарського виробництва, освоєння нових земель;

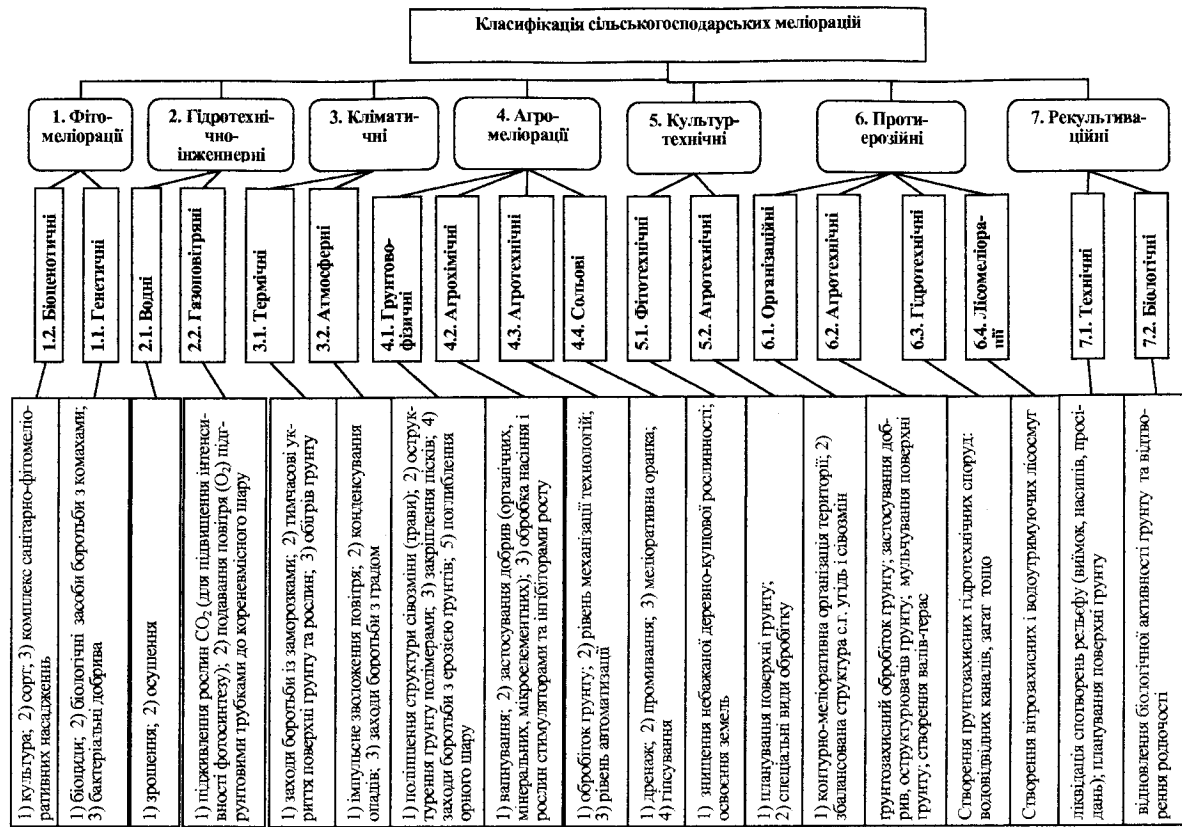
6) *протиерозійні* - спрямовані на запобігання змиву гумусового шару ґрунту, відновлення і окультурення еродованих ґрунтів (терасування схилів, контурна оранка, планування полів тощо);

7) *рекультиваційні* - спрямовані на відновлення продуктивності порушених гірничими розробками земель тощо.

Більшість типів сільськогосподарських меліорацій в Україні проводяться постійно і є складовими технологій вирощування сільськогосподарських культур, що підбираються відповідно до потреб рослини та ґрунтово-кліматичних умов регіону.

При проведенні меліорацій обов'язково потрібно враховувати, що ґрунти мають не тільки різну родючість, а й регіональні екологічні особливості. Меліорація ґрунтів лісових масивів, правильне лісо-відновлення, акліматизація деревних і плодових рослин, розведення тварин і мисливство можуть істотно збільшити продукцію лісів. Не можна нехтувати й біопродукцією боліт, річкових заплав тощо.

У синтезі біопродукції некорисних угідь немає; всі рівнини, гори, заплавні тераси, улоговини, яруги, каньйони відіграють свою роль у кругообігу речовин. Вони забезпечать виробництво корисної біопродукції, якщо будуть створені необхідні умови збалансованого землекористування, меліорації, відтворення ґрунтів, раціональна форма відчуження та повернення продукції без порушення трофічних зв'язків у екосистемах.



**Рис. 7.1. Типи та види сільськогосподарських меліорацій**



**Приклад**

*Зрошення полів дає добрий ефект у поєднанні із внесенням мінеральних та органічних добрив, вирощуванням на полях спеціально виведених сортів рослин, будівництвом дренажної мережі та умов суворого дотримання норм поливу.*

**7.2. Меліорації в Україні та умови їх здійснення**

Меліорації, незалежно від типу, мають єдине спрямування – комплексне підвищення біопродуктивності земель.

В межах рівнинної території України виділяють три природно-кліматичні зони:

- надмірно зволожену Поліську (25 % площі);
- недостатньо зволожену Лісостепову (35 %);
- посушливу Степову (40 %).

Дві третини території України за природною зволоженістю знаходяться у несприятливих для сільськогосподарського виробництва кліматичних умовах, що значною мірою впливає на його ефективність. Для ефективного ведення агровиробництва і нарощування його потенціалу велике значення мають гідротехнічні меліорації – зрошення та осушення земель (табл. 7.1). Саме ці види гідротехнічних меліорацій ведуться стабільно, тоді коли інші види і типи проводяться або в комплексі із технологіями вирощування сільськогосподарських культур, або періодично і несистематично.

**Таблиця 7.1****Розподіл земель гідромеліоративного фонду на території України**

Природно-географічна зона	Зрошувані землі				Осушувані землі			
	Площа, тис. га		Частка, %		Площа, тис. га		Частка, %	
	всього	ріллі	всього	ріллі	всього	ріллі	всього	ріллі
Степ	2466	2356	4,1	7,1	3298	1875	5,5	5,7
Лісостеп	2099	2003	8,4	12,8	22	4,3	0,1	0,0
Полісся	356	345	1,8	2,9	854	525	4,2	4,4

Меліоровані землі, що займають в Україні 12,6 % загальної площі сільськогосподарських угідь, у 80-ті роки XIX ст. забезпечували виробництво 20% продукції рослинництва (овочів – 60%, рису – 100%, льноволокна – 36%, зерна – 12%).

Потреба тої чи іншої території в меліораціях визначається цілим комплексом природних умов: рельєф, гранулометричний склад ґрунтів, особливості ґрунтових режимів, гідрогеологічні умови території (глибини залягання і мінералізації ґрунтових вод та ін.). Комплекс цих показників визначає агрокліматичні умови території.

Одним із основних методів оцінювання агрокліматичних ресурсів є оцінювання певної території за показниками *потенційної біологічної продуктивності*. Він враховує спільний вплив тепло- та вологозабезпеченості території на продуктивність рослин і являє собою *біокліматичний потенціал (БКП)* території.

$$БКП = K_{p(K_3)} \frac{\sum t_{ак}}{\sum t_{ак(баз)}}, \quad (7.1)$$

де:  $K_{p(K_3)} \approx \lg(20K_3)$  – коефіцієнт росту за річним показником атмосферного зволоження;

$(K_3)$ , – відношення врожайності в даних умовах фактичної вологозабезпеченості до максимальної урожайності в умовах оптимальної вологозабезпеченості (за  $K_3 = 0,50$  створюються оптимальні умови вологозабезпеченості рослин, при цьому  $K_{p(K_3)} = 1,0$ )

$\sum t_{ак}$  – сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації в певному місці (сума активних температур);

$\sum t_{ак(баз)}$  – базисна сума середніх добових температур повітря за період активної вегетації.

Саме величина БКП характеризує якість клімату певної території як одного із п'яти факторів ґрунтоуворення. За допомогою БКП оцінюють ресурси тепла і вологи місцевості без урахування вимог окремих культур.

Для обґрунтування потреби території в гідротехнічних меліораціях, застосовують ряд агрокліматичних показників:

➤ **Коефіцієнт річного зволоження** Д. І. Шашко:

$$K_3 = \frac{r}{\sum d}, \quad (7.2)$$

де:  $r$  – сумарна кількість опадів за рік, мм;

$\sum d$  – сума дефіциту вологості повітря за рік, гПа.

Залежно від значень коефіцієнта річного зволоження  $K_3$ , розрізняють такі зони забезпеченості рослин вологою:

I – надлишкового зволоження.  $K_3 > 0,6$ ;

II – волога.  $K_3 = 0,45 \dots 0,60$ ;

III – слабкопосушлива.  $K_3 = 0,25 \dots 0,45$ ;

IV – посушлива,  $K_3 = 0,15 \dots 0,25$ ;

V – суха,  $K_3 < 0,15$ .

При обґрунтуванні необхідності меліорації Д. І. Шашко пропонує враховувати також теплозабезпеченість культур. Північною границею осушення, раціонального для культурних пасовищ, кормових культур і зернових, є ізолінія сум активних температур за період із середніми температурами повітря понад  $10^\circ\text{C}$  –  $1200^\circ\text{C}$ . Північною границею осушення для масового землеробства є ізолінія сум активних температур  $1600^\circ\text{C}$ . Північною границею рисосіяння при зрошуванні є ізолінія сум температур  $3000^\circ\text{C}$ , а бавовнярства –  $4000^\circ\text{C}$ .

➤ **Коефіцієнт водного балансу** О. М. Костякова:

$$K = \frac{\mu \cdot r}{E}, \quad (7.3)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт використання опадів;

$r$  – сумарна кількість опадів за рік, мм;

$E$  – сумарне випаровування, мм.

Згідно коефіцієнту водного балансу О. М. Костякова, частина європейської території СНД розділена на три зони:

I – надлишкового зволоження,  $K > 1$ ;

II – нестійкого зволоження,  $K = 1$ ;

III – недостатнього зволоження.  $K < 1$ .

У меліоративній практиці США та деяких країн Західної Євро-

пи для оцінки вологозабезпеченості рослин використовується метод Блейні і Криддла, що ґрунтується на врахуванні таких природних факторів як температура повітря, тривалість дня, опади за період вегетації, інтенсивність використання вологи сільськогосподарською культурою.

➤ **Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)** Г.Т. Селянинова:

$$ГТК = \frac{r}{0,1 \cdot \sum_{t > 10^{\circ}C} t}, \quad (7.4)$$

де  $r$  – сумарна кількість опадів за період вегетації, мм;

$\sum_{t > 10^{\circ}C} t$  – сума температур повітря понад  $10^{\circ}C$  за той самий період.

Гідротермічний коефіцієнт свідчить про сукупні умови тепло-та вологозабезпеченості території.

За величиною ГТК виділяють такі зони:

I – надлишкового зволоження, або дренажу,  $ГТК > 1,3$ ;

II – забезпеченого зволоження,  $ГТК = 1,0 \dots 1,3$ ;

III – посушливу,  $ГТК = 0,7 \dots 1,0$ ;

IV – сухого землеробства,  $ГТК = 0,5 \dots 0,7$ ;

V – суху, або іригації,  $ГТК < 0,5$ .

Найліпші умови для отримання високих урожаїв зернових культур за весняної сівби створюються при  $ГТК = 1,0 - 1,4$ , для післяукісних і післяжнивних культур  $1,4 - 1,6$ .

За середніми багаторічними значеннями ГТК у період найбільшої потреби сільськогосподарських культур у воді (червень – серпень) на території України виділено такі зони (за М.Ф. Цупенком):

➤ *зона оптимальних значень ГТК* ( $ГТК = 1,3 - 1,6$ ) – охоплює райони на захід і на північ від лінії Глухів – Київ – Білопілля – Вінниця – Чернівці;

➤ *слабкопосушлива зона* ( $ГТК = 1,0 - 1,3$ ) – з північного заходу обмежена лінією зони I, а з півдня – лінією Затишся (Одеська обл.) – Гайворон – Бобринець – Кіровоград – Полтава – Харків – Куп'янськ;

➤ *посушлива зона* ( $ГТК = 0,7 - 1,0$ ) – з півдня обмежена лінією Маріуполь – Мелітополь – Михайлівка (Запорізька обл.) – Миколаїв – Біляївка (Одеська обл.);

➤ *дуже посушлива зона* ( $ГТК = 0,4 - 0,7$ ) – на південь від посушливої зони.

Величини ГТК важлива при оцінці агрокліматичної доцільності гідротехнічних меліорацій, які повинні базуватися на еколого-меліоративній концепції.

**Еколого-меліоративна концепція меліорацій** базується на принципах:

1) ландшафтно-геохімічної оцінки обсягів меліорації, збалансованого використання і відтворення земельних ресурсів;

2) застосування адаптивних агро-меліоративних, інженерно-меліоративних, лісомеліоративних та інших заходів без протиставлення їх один одному;

3) застосування ґрунтово-екологічного підходу при проектуванні меліоративних систем, що означає адекватність меліоративних і агрономічних заходів генетичним властивостям ґрунтів і ґрунтоутворюючим породам природно-кліматичних зон;

4) соціально-економічна зацікавленість землекористувачів у ефективному використанні меліорованих ґрунтів, збереженні і підвищенні їхньої родючості, захисті навколишнього середовища.

Програма меліорації ґрунтів повинна передбачати комплекс заходів з екологічного захисту як окремих компонентів ландшафту, так і агроландшафтів у цілому. Всі меліоративні заходи мають бути ув'язані також із роботами сільськогосподарського циклу, системою сівозмін, обробітком ґрунту, внесенням добрив.

На жаль, у практиці планування і проектування меліорацій на перезволожених землях було поширене використання загальних морфогенетичних даних та деяких агро-екологічних оцінок виробничого процесу без стаціонарних досліджень. Якість такого обґрунтування меліорації була невисокою і призвела до численних екологічних прорахунків у проектуванні, а потім у будівництві та експлуатації меліоративних систем.

### 7.3. Перезволожені та осушені землі України: причини та ознаки надлишкового зволоження

Перезволожені та заболочені землі є важливим резервом підвищення рівня сільськогосподарського виробництва.

На території України загальна площа перезволожених земель становить 4,57 млн. га, із них торфово-болотних – 1,33 млн. га; 61 % болотного фонду зосереджено у поліських областях. Значно перезволожені мінеральні землі західних областей: Івано-Франківської – 45%, Закарпатської – 40%, Чернівецької – 22%.

Нині введення в експлуатацію нових осушувальних систем майже припинено, а реконструкція меліоративних мереж вкрай обмежена через брак коштів. Щоб запобігти їхній подальшій деградації та зберегти і відновити біорізноманіття, доцільно провести обґрунтовану ренатуралізацію частини осушених земель.

Зовнішньою ознакою земель, для високопродуктивного сільськогосподарського використання яким необхідні осушувальні меліорації, є надлишкова зволоженість кореневмісного шару ґрунту. До виникнення явища надлишкового зволоження призводять певні причини за умов існування хоча б однієї із природних передумов.

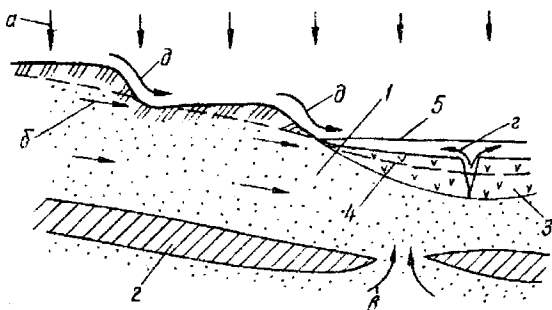
*До передумов надлишкового зволоження ґрунтів відносяться:*

- слабка дренованість ґрунту чи ґрунтоутворюючих порід, що створює умови для підняття рівнів ґрунтових вод;
- низький рівень залягання водоупору (водонепроникного чи слабководопроникного шару);
- безстічні умови рельєфу (відсутність ухилу, блюдцеподібні пониження тощо);
- особливості гідрогеологічних умов (виклинювання ґрунтових напірних чи безнапірних вод на поверхню землі, особливості залягання водонепроникних пластів відносно поверхні землі тощо).

*До причин надлишкового зволоження ґрунтів відносять всі типи водного живлення, що можуть спричинити акумуляцію води на поверхні ґрунту.*

Виділяють такі типи водного живлення (рис 7.2):

1. Атмосферні опади.
2. Грунтові води, серед яких виділяють:
  - безнапірні, що надходять на понижені ділянки з боку схилів;
  - напірні, що надходять знизу через «вікна» (розмиви) водонепроникної товщі або під тиском просочуються через слабководопроникний шар (капілярне підживлення).
3. Намивні поверхневі води, що поділяються на такі:
  - руслові або алювіальні, що надходять на заплави із річок під час розливів;
  - схиліві або делювіальні, що надходять із прилеглих водозборів у період сніготанення та злив.
4. Інфільтраційні води – просочуються із водосховищ, озер і річок при високому положенні рівнів води у них. Цей тип водного живлення спричинений виключно господарською діяльністю людини.



**Рис. 7.2. Схеми різних типів водного живлення**

(Гончаров С.М., Потоцький Г.С. та ін., 1991):

- а - атмосферні опади; б - ґрунтові безнапірні води; в - ґрунтові напірні води;*
- г - намивні руслові води; д - намивні схиліві води;*
- 1 - водоносний пласт; 2 - водоупор; 3 - торф; 4 - побутовий рівень води;*
- 5 - наводковий рівень води.*

Головними причинами надлишкового зволоження слабководопроникних ґрунтів є високе стояння рівня ґрунтових вод і уповільнений поверхневий стік, а для заплавних земель – затоплення їх під час наводків.

Надлишково зволожені землі класифікують на типи за рядом ознак (див. рис.7.3).

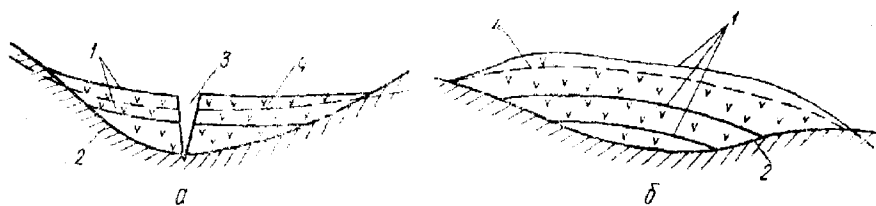
Надлишкове зволоження призводить до заболочення земель, утворення боліт. Основною відміною боліт і заболочених земель від інших видів земельних угідь є протікання торфоутворюючого процесу і наявність на їх поверхні шару торфу.

**Торф** – це органічна маса, що утворюється в результаті відмирання і неповного розкладення рослинних рештків у анаеробних умовах.

**Болото** – частина земної поверхні, що характеризується сильним застійним або слабопроточним режимом зволоження верхніх горизонтів ґрунту, на якій виростає типова болотна рослинність, відбувається процес торфонакопичення, а потужність торфу становить понад 50 см.

**Заболочені землі** – частина земної поверхні, що характеризується слабопроточним режимом зволоження верхніх горизонтів ґрунту, на якій виростає типова болотна рослинність, відбувається процес торфонакопичення, а потужність торфу становить не більше 50 см.

Болота, залежно від розташування, стадії розвитку, умов живлення водою та зольними елементами, поділяються на три типи (рис.7.4) : низинні, перехідні, верхові.



**Рис. 7.4. Розрізи боліт**

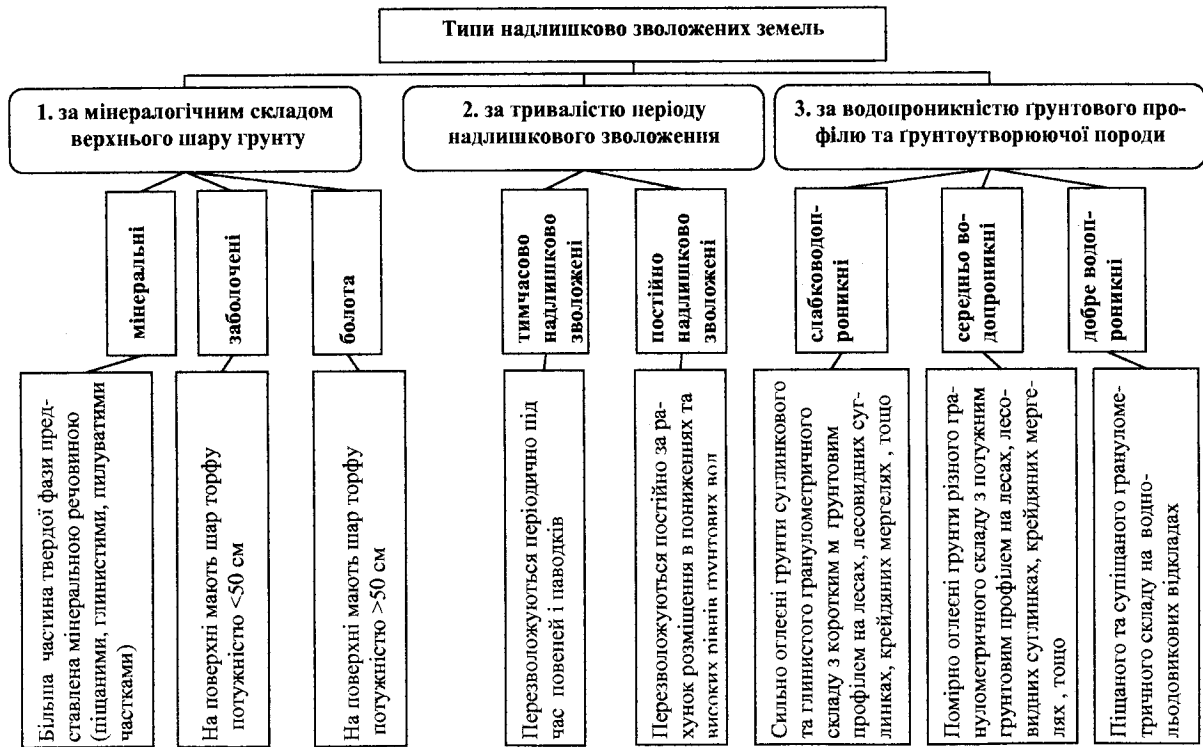
(Гончаров С.М., Потоцький Г.С. та ін., 1991):

а - низинних; б - верхових;

1 – поверхня болота на різних фазах розвитку; 2 – мінеральне дно;

3 – річка; 4 – рівень ґрунтових вод.





*Рис. 7.3. Класифікація надлишково зволених земель*

Таблиця 7.2

**Генетико-агримеліоративна характеристика перезволожених ґрунтів**

№ п.п.	Клас надлишково зволожених земель	Група (підгрупа) груп-тів	Типи ґрунтів	Передумова та причини перезволоження	Характерні ознаки перезволоження та особливості будови генетичного профілю	Ефективні меліоративні заходи
1.	Мінеральні надлишково зволожені землі	<p>I. Ґрунти поверхневого перезволоження</p> <p>II. Ґрунти ґрунтово-водного перезволоження</p>	<p>Дерново-підзолисті та опідзолені поверхнево оглеєні ґрунти суглинкового та глинистого гранулометричного складу. Поширені переважно на Поліссі.</p> <p>а) Глибокогому-сні суглинкові та важкосуглинкові ґрунти: лучно-болотні, болотні мінеральні мулу-вато-глейові, лучно-буроземні,</p>	<p>1. Залягання на плоских або слабостічних рівнинах (плато)</p> <p>2. Наявність на глибині 20-35 см щільного слабководопроникного іловіального горизонту</p> <p>3. Застій води атмосферних опадів у вигляді верховодок</p> <p>Іа. Залягання на понижених елементах рельєфу (заглиби, днища балок, улоговини, тощо), в результаті чого РГВ – високий, а ґрунтоутворюючий процес</p>	<p>Оглеєння верхніх генетичних горизонтів або всього профілю і частково ґрунтоутворюючої породи</p> <p>а). Оглеєння прилеглих до ґрунтоутворюючої породи генетичних горизонтів. Ці ґрунти багаті на органічні речовини, реакція - від слабкокислої до лужної, характеризуються</p>	<p>Закладання систематичного закритого дренажу в поєднанні із агрмеліоративними заходами, які сприяють підвищенню водонепроникності підорних шарів (глибоке розпущення), поліпшенню поверхневого стоку (вузькодільянка оранка, профілювання, планування поверхні, борознування, греблювання та грядкування), оструктурування та поліпшення фізичних і фізико-хімічних властивостей шляхом вапнування, внесенням фосфоритного борошна, органічних добрив у підвищених нормах тощо.</p> <p>І а. 1б. Ретельне планування поверхні полів із солончаківими і солонцюватими ґрунтами.</p> <p>2б. Витіснення поглинутого натрію із ГВК солонців за допомогою гіпсування.</p> <p>3б. Промивка солонців та солончаків від солей вологозарядковими полива-</p>

		<p>дерново-глейові глибокі та подібні до них ґрунти. Поширені в усіх зонах України, але найбільше - у Лісостепу.</p> <p>б) Галогенні за-солені різновидності ґрунтів - солонцюваті і солончакові.</p>	<p>відбувається під постійним впливом ґрунтових вод.</p> <p>2а. Ґрунтоутворюючі породи мають середній або важкий гранулометричний склад, що зменшує фільтрацію атмосферних опадів.</p> <p>1б. Нижні генетичні горизонти та ґрунтоутворюючі породи містять у своєму складі велику кількість водорозчинних солей.</p> <p>2б. Коефіцієнт фільтрації ґрунтоутворюючих порід і ґрунтів - низький, дренажність території - відсутня.</p> <p>3б. Залягання на понижених елементах рельєфу (заплави, днища балок, улоговини тощо), що сприяє тимчасо-</p>	<p>глибоким гумусовим профілем (до 60...90 см і глибше).</p>	<p>ми (найкраще в осінньо-зимовий період).</p> <p>4б. Пониження рівня ґрунтових вод і попередження їхнього підйому (регулювання РГВ за допомогою дренажу, дотримання промивних і поливних норм, організація гідромеліоративного і агрохімічного контролю).</p>
--	--	---	---	--	--

			<p>вому або постійному перезволоженню.</p> <p>4б. Переважання випотного водного режиму над промивним, що сприяє підтягуванню солей ґрунтоутворюючих порід в кореневмісний шар ґрунту і викликає засолення.</p>		
	III. Грунти поверхнево-ґрунтово-водного перезволоження	<p>а) Дерново-глейові на карбонатних породах (лучні мергелі та вапняки).</p> <p>б) Дерново-глейові суглишкові на сугликово-глинистих безкарбонатних породах.</p>	<p>Залягання в блодцесподібних пониженнях (окремими плямами серед дерново-підзолистих та суглинистих та супіщаних глеюватих і неоглеєних ґрунтів).</p>	<p>1а. Помірне оглеєння перехідного генетичного горизонту.</p> <p>2а. Укорочений гумусовий профіль або невеликий кореневмісний об'єм ґрунту (30-45 см).</p> <p>1б. Сильне оглеєння перехідного генетичного горизонту, безструктурність і висока в'язкість (липкість).</p> <p>2б. Укорочений гумусовий профіль (20...35 см).</p>	<p>1 а, б. Ретельна організація території та планування поверхні блодцесподібних понижень.</p> <p>2 а, б. Агротехнічні заходи, спрямовані на підвищення аерації кореневмісного шару.</p> <p>2 а, б. Обробіток на таку глибину, де не допускається вивертання на поверхню оглеєної породи.</p> <p>2 а, б. Агротехнічні заходи, спрямовані на поліпшення оструктурення та усунення шкідливого для рослин закисного заліза і рухомого алюмінію (періодичне рихлення ґрунту, систематичне застосування органічних добрив, насичення сівозмін багаторічними травами, тощо).</p>

		IV. Грунти підрунгово-водного перезволоження	Мочари і мочаристі ґрунти	Залягають на схилах, які перезволожуються підрунговими водами, котрі виклинюються; поширені в Лісостепу, Прикарпатті, на Донбасі.	Зональні ґрунти нижньої частини схилів з характерною будовою профілю, можливо з ознаками ерозії та акумуляції продуктів ерозії.	1. Впровадження контурно-меліоративної системи організації території схилів. 2. Віднесення мочар та мочаристих ґрунтів до певної еколого-технологічної групи. 3. Ведення землеробства згідно вимог еколого-технологічної групи.
2.	Заболочені землі	Органогенні ґрунти із шаром торфу до 50 см	а) торфуватоглейові; б) торфоглейові	Формуються головним чином у заплавах річок.	а) шар торфу – 15-30 см; б) шар торфу - 30-50 см.	1 а,б. Використання земель в якості природних кормових угідь із обов'язковим кореневим поліпшенням ботанічного складу та умов живлення природних луків. 2. За умов використання в складі орних земель необхідне ретельне і своєчасне регулювання водно-повітряного режиму за допомогою осушувально-зволожувальних гідромеліоративних систем: - покращення поживного режиму за рахунок мобілізації азоту та внесення калійних, фосфорних і мікродобрив; - обробіток ґрунту, що сприяє усуненню шкідливого для рослин закисного заліза і рухомого алюмінію, а також забезпечує часткове перемішування шару торфу із підстиляючою породою і покращення водно-фізичних властивостей орного шару на торфуватоглейових ґрунтах.

3.	Болота	Органогенні ґрунти із шаром торфу більше 50 см	<p>а) Торфові неглибокі.</p> <p>б) Торфові середньоглибокі.</p> <p>в) Торфові глибокі.</p> <p>г) Торфові надглибокі.</p>	Торфові неглибокі переважно формуються у заплавах річок, а інші – переважно – шляхом поступового заростання водойм і торфоутворення.	<p>а) Шар торфу – 50-100 см.</p> <p>б) Шар торфу – 100-200 см.</p> <p>в) Шар торфу – 200-400 см.</p> <p>г) Шар торфу &gt;400 см;</p>	<p>1 а б. Використання земель в якості природних кормових угідь з обов'язковим кореневим поліпшенням ботанічного складу та умов живлення природних луків.</p> <p>2. а, б. За умов використання в складі орних земель необхідне ретельне і своєчасне регулювання водноповітряного режиму за допомогою осушувально-зволожувальних гідромеліоративних систем:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- покращення поживного режиму за рахунок мобілізації азоту та внесення калійних, фосфорних і мікродобрив;</li> <li>- обробіток ґрунту, що сприяє усуненню пкідлиного для рослин закисного заліза і рухомого алюмінію.</li> </ul> <p>1 в, г. Видобуток торфу для потреб народного господарства.</p> <p>2 в, г. Вирощування журавлини та інших болотних рослин.</p>
----	--------	--	--	--	--	---

*Низинні болота* (торфово-осокові та торфово-гіпнові) утворюються, головним чином, у заплавах річок. Низинний торф характеризується підвищеною зольністю (5–20%), великим ступенем розкладу органічної речовини, меншою вологемкістю, високим вмістом поживних речовин та слабкокислою реакцією. Низинні болота найцінніші земельні ділянки для вирощування сільськогосподарських культур.

*Верхові болота* (мохові) утворюються на надзаплавних територіях на фоні дерново-підзолистого процесу ґрунтотворення. Верховий торф характеризується пониженою зольністю (менше 3%), підвищеною вологемкістю, бідністю поживними речовинами та кислою реакцією (рН не більше 3,5–4,5). Верхові болота не придатні для вирощування сільськогосподарських культур.

*Перехідні болота* утворюються на схилах, у місцях виклинювання ґрунтових вод. За своїми характеристиками вони перехідні від низинних до верхових боліт.

Розрізняють два основних типи заболочування та болотоутворення:

- заболочування суші,
- заторфовування водоймищ.

Заболочування суші може відбуватися на заплавах землях при застоюванні на них паводкових вод або на плоских надзаплавних територіях, на яких внаслідок підзолистого процесу ґрунтотворення утворюється глейовий горизонт і спостерігається поверхневе заболочування атмосферними водами.

Заростання водоймищ починається із утворення сапропелю (мулу, що гние, зеленуватої, драглистої маси).

Регулювання водно-повітряного режиму земель здійснюється із урахуванням прогнозу еволюції ґрунтів. В залежності від напрямів еволюції різних типів ґрунтів до і після осушення, основні типи ґрунтів було об'єднано в генетико-агромеліоративні групи та підгрупи. Ознакою об'єднання в групи стали умови перезволоження. Ознакою поділу групи ґрунтів на підгрупи є особливості будови ґрунтового профілю. Відповідно для кожної генетико-агромеліоративної групи

та підгрупи підбирається комплекс ефективних агро меліоративних заходів (див. табл. 7.2).

Торфові ґрунти характеризуються рядом специфічних фізичних та хімічних властивостей, які різко відрізняють їх від мінеральних ґрунтів:

➤ *Ботанічний склад торфу* – показує, з яких рослин утворився торф.

➤ *Ступінь розкладу торфу* – показує вміст у торфі рослинних рештків, що розклалися, у процентах.

➤ *Зольність торфу* – показує вміст у торфі мінеральних речовин (золи при згорянні) у процентах. Торфовища із великою зольністю краще застосовувати для вирощування на них сільськогосподарських культур, а з меншою зольністю – для видобування торфу на паливо.

➤ *Потужність торфу*. Торфовища поділяються на малопотужні із шаром торфу до 1 м, середньопотужні – 1–2 м торфу і потужні – понад 2 м торфу.

➤ *Велика вологість і вологоємність торфу у природному стані*. Неосушений торф має за об'ємом 88–97 % води, 2–10 % сухої речовини і 1–7 % газів.

➤ *Усадка торфу в процесі осушення* – це ущільнення торфового перелугу при видаленні із нього води (виражається у % від початкової потужності шару торфу). Осідання торфу може спостерігатися протягом тривалого часу (до 15–20 років), але найбільша інтенсивність його проходить у перші 2–3 роки. Осідання торфу може досягати 10–15% для щільних торфовищ і 25–40% – для пухких.

➤ *Просідання торфу* – ущільнення торфового перелугу під дією зовнішніх навантажень – дамб, дорожнього полотна, важких машин.

➤ *Водопроникність торфових ґрунтів*. Для торфовищ характерна підвищена водопроникність, коефіцієнт фільтрації торфу до осушення становить в середньому від 0,2 до 2,0 м/добу, в процесі осушення та ущільнення торфового перелугу він може зменшуватись у 2–3 рази і більше.



### **7.3.1. Географія поширення перезволожених та осушуваних земель на території України**

Надмірно зволожені мінеральні та органічні ґрунти поширені, переважно, в західних областях та на Поліссі України. Ґрунтовий покрив і ґрунтоутворюючі породи в цих регіонах дуже різноманітні.

За ступенем заболоченості мінеральних земель, типом ґрунтів і підстилаючих порід, іншими чинниками, що впливають на вибір методу і способів осушення, всю територію поширення заболочених земель розділяють на чотири провінції (Смаглій О.Ф. та ін., 2006).

**Перша провінція** займає майже всю площу Поліської низовини в межах України (басейн р. Прип'ять), південна межа провінції проходить по лінії Луцьк – Рівне – Житомир – Київ, північна – по державному кордону. Переважаючі типи ґрунтів:

➤ дерново-підзолисті, піщані, супіщані і глинисто-піщані ґрунти з добре дренованим ілювіальним прошарком; посіви на цих ґрунтах не вимокають, але в окремі роки спостерігається підтоплення понижень ґрунтовими водами;

➤ сильнопідзолисті супіщані і глинисто-піщані ґрунти з водонепроникним шаром ілювію, що затримує воду на поверхні; трапляються тільки у мікрорельєфних пониженнях (блюдцях або вимоїнах), які поширені територією нерівномірно; в окремих районах вони становлять 5% усієї площі;

➤ дерново-підзолисті глейові і дерново-підзолисті суглинкові ґрунти, що залягають на пісках, але мають водонепроникний ілювіальний прошарок на глибині 0,3–0,6 м, на якому утворюються верховодки.

**Друга провінція** займає вододільне Волино-Подільське плато, верхні частини басейнів Прип'яті і Західного Бугу, а також лівобережну частину басейну Дністра. Вона характеризується найбільшою різноманітністю ґрунтово-геологічних умов. Переважають ясно-сірі, сірі опідзолені ґрунти та опідзолені чорноземи, що сформувалися, в основному, на лесових породах, які підстелені мергелями, глинами, щільними вапняками і в окремих випадках – пісками. Їх гумусово-

ілювіальний та ілювіальний горизонти, що мають товщину 30–60 см – водопроникні, а еювіальні горизонти (які залягають нижче) – дуже ущільнені, мають важкий гранулометричний склад і практично водонепроникні. Грунтоутворюючі породи маловодопроникні або зовсім водонепроникні. Ясно-сірі і сірі опідзолені ґрунти майже завжди поверхні оглеєні внаслідок застоювання води атмосферних опадів над ілювіальним горизонтом.

**Третя провінція** знаходиться на території північно-східного Прикарпаття, тобто на правобережній частині басейну Дністра і правобережній частині басейну Пруту в межах Львівської, Івано-Франківської та Чернівецької областей.

Основними ґрунтовими відмінами тут є дерново-середньопідзолисті поверхнево оглеєні і дерново-глейові ґрунти, що залягають на глинах. Як і в перших двох, у третій провінції ілювіальні горизонти, що залягають на глибині 0,3–0,6 м – водонепроникні. Вимокання посівів сільськогосподарських культур тут трапляються частіше і на більших площах, ніж у інших провінціях.

**Четверта провінція** займає передгірну і рівнинну частини Закарпатської області. Тут переважають дерново-глейові ґрунти у комплексі із підзолисто-глеєвими і болотними, дерново-середньопідзолисті і дуже підзолисті оглеєні важкосуглинкового і середньосуглинкового гранулометричного складу. Грунтоутворюючими породами є важкі суглинки, глини і мергелі, які є слабководопроникними або водонепроникними.

У Поліссі, де переважає рівнинний рельєф, піщані, піщано-суглинкові і супіщані ґрунти, які залягають на пісках, передумовами надмірного зволоження орних земель є мікропониження, близьке до поверхні залягання ґрунтових вод, як наслідок – зменшення швидкості фільтрації вод через оглеєння та сильне опідзолення ґрунтів. Проте піщані ґрунти Полісся мають високу фільтраційну здатність.

В Прикарпатті і Закарпатті передумовами надмірного зволоження орного шару є близьке залягання водонепроникної ґрунтоутворюючої породи та слабка водопроникності підорного шару, особливо ілювіального горизонту.

Нерівномірний розподіл опадів за місяцями і несприятливі водно-фізичні властивості ґрунтів західних областей і Полісся України змушують передбачати в проектах осушення земель не лише відведення надлишкових вод із поверхні поля та з орного шару, а й створення умов для накопичення вологи в доступних для рослин горизонтах. Це забезпечить регулювання водно-повітряного режиму ґрунту протягом усього періоду вегетації рослин.

Біологічний імператив, що лежить в основі вимог до меліорованих ґрунтів гумідної зони, спрямований на забезпечення сталого функціонування меліоративних систем за допомогою цілісної системи меліоративних, агротехнічних, землевпорядних та інших заходів.

В Україні застосовують такі *методи осушення* заболочених земель:

- прискорення поверхневого стоку;
- прискорення стоку орним шаром (відведення води крізь орний шар поверхнею водонепроникного підорного шару);
- захист осушуваної території від дії ґрунтових і поверхневих вод.

Заболочення мінеральних земель нерідко відбувається за рахунок кількох передумов і причин, тому виникає потреба у застосуванні комплексної меліорації періодично перезволожених ґрунтів. Серед різноманіття *способів осушення* найчастіше застосовують:

- закритий (переважно гончарний) дренаж,
- розріджений закритий гончарний дренаж у поєднанні із кротуванням і агро меліоративними заходами,
- вибірковий закритий дренаж із рідкою мережею відкритих каналів,
- захисну систему напірних каналів та вловлювальних дрен,
- обвалування території для запобігання затопленню її високими повеневидами водами,
- агро меліоративні заходи без будівництва стаціонарної осушувальної мережі.

Принцип ландшафтного землекористування полягає в дотриманні узгодженості розміщення певних сільськогосподарських угідь

(ріллі, багаторічних насаджень, сіножатей, пасовищ), а також лісів, ставків і озер, меліоративних каналів з елементами геохімічного ландшафту, що дає змогу обмежити обсяг і глибину меліоративних впливів. Комплексна меліорація періодично перезволожених ґрунтів складається із оптимального поєднання цілого ряду заходів:

- регулювання водно-повітряного режиму гідротехнічними та (або) агро меліоративними засобами. Агромеліоративні заходи без спорудження стаціонарної осушувальної мережі можна застосовувати тільки тоді, коли ступінь надмірного зволоження невеликий і воно короткочасне, а також трапляється на досить розчленованому рельєфі (середній ухил поверхні більше 0,01);

- меліоративно-землеробських рослинницьких технологій оптимізації умов вирощування сільськогосподарських рослин;

- регулювання розташування сільськогосподарських угідь з урахуванням структури і топографічного розміщення елементів геохімічного ландшафту;

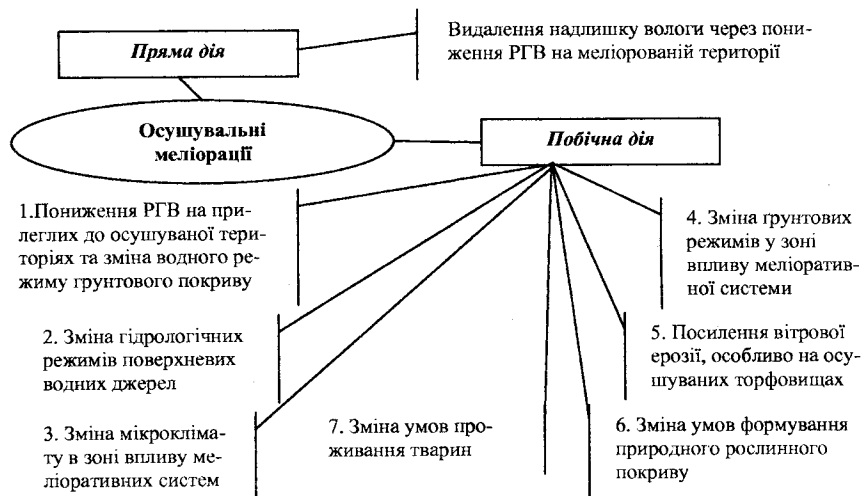
- поліпшення гумусового та структурно-фізичного стану ґрунтів.

### **7.3.2. Екологічні наслідки осушувальних гідротехнічних меліорацій**

Широкий розвиток осушувальних меліорацій у другій половині минулого століття гостро поставив питання не тільки про комплексну еколого-економічну оцінку територій після меліоративної трансформації, але й питання про їхню екологічну доцільність. Масштабна меліорація та освоєння боліт призводять до різких змін і загрожують втратою унікальних болотних систем, збідненням біологічного різноманіття, посиленням розвитку процесів деградації екосистем регіону. Осушувальна меліорація впливає на навколишнє середовище прямо і опосередковано (див. рис.7.5).

*Осушення боліт і заболочених територій* неминуче змінює природні характеристики стану земель і ґрунтів в межах впливу меліоративної системи, а саме:

- рівні ґрунтових вод,
- режим вологості ґрунту;
- гідрологічні показники поверхневих водних джерел (сезонні об'єми стоку і витрат води).

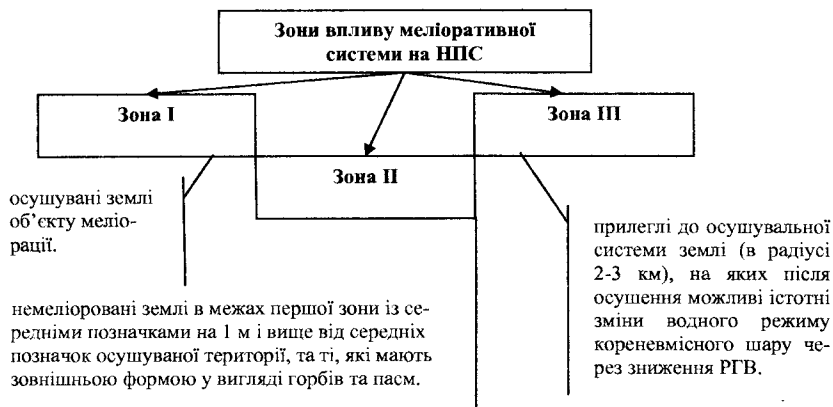


**Рис. 7.5. Схема впливу осушувальних меліорацій на стан НПС**

Деякі процеси, що ініціює осушення земель, у часі змінюються досить повільно. Зміни у просторі нерівномірні і залежать від зони впливу меліоративних систем (див. рис.7.6). Від ступеня зміни цих процесів насамперед залежить позитивний чи негативний ефект впливу осушувальної системи на навколишнє середовище.

1. *Пониження рівня ґрунтових вод і зміна водно-повітряного режиму ґрунтів* унаслідок осушення відбувається не тільки на осушених, а й на прилеглих територіях.

За даними В.Е. Алексієвського, пониження рівня ґрунтових вод на прилеглих до осушувальних систем землях сягає 0,8-1,0 м за ширини впливу на Житомирському Поліссі 0,3 - 0,5 км, Київському - 0,5-0,6 км, Волинському 1,0 - 1,5 км. Загалом вплив осушувальних систем на водний режим прилеглих територій виявляється не далі ніж на 2 - 3 км.



**Рис. 7.6. Масштаби безпосереднього впливу меліоративної системи на стан НПС**

Режим вологості ґрунту може набувати критичних показників, особливо на ґрунтах вододілів, які мають легкий гранулометричний склад. Пониження РГВ тут зменшує дренажний стік, який важко піддається регулюванню, ґрунти переосушуються настільки, що рівень ґрунтових вод спускається нижче від позначки дна дренажних каналів. Водночас осушувані землі, розміщені в заплавах річок та інших понижених елементах рельєфу, підтоплюються ґрунтовими водами. Все це призводить до недоотримання запланованого врожаю вирощуваних культур. У першому випадку землі потребують додаткового зволоження (дощування), у другому – захисту від затоплення і підтоплення за допомогою польдерних систем та вловлювальних каналів завглибшки до 2,0-2,5 м. За такої глибини вловлювальних каналів третя зона може поширюватись іще на 2,0-2,5 км від осушувальної системи.

З метою запобігання надмірному пониженню РГВ на прилеглий території в посушливі періоди необхідно передбачати підпірні гідротехнічні споруди на нагріно-вловлювальних каналах для підймання в них рівня води.

2. *Зміна гідрологічних режимів поверхневих водних джерел* пов'язана, передусім, із залученням у сільськогосподарське викорис-

тання боліт та інших перезволожених земель, особливо, якщо осушуються великі площі. Це неминуче відбивається на річковому стокові.

Які ж процеси змін гідрологічного режиму територій ініціює осушення ґрунтів ?

2.1. Під впливом осушення, насамперед, підвищується ступінь дренаваності водозбірного басейну. Дослідженнями встановлено зв'язок заболоченості території із густиною річкової мережі.

Пониження РГВ на осушуваних землях призводить до збільшення кута нахилу стоку ґрунтових вод на прилеглий до них території, а отже – до збільшення підземної складової річкового стоку, особливо у перші роки після осушення. Під впливом осушення торф осідає й нахилиється в бік каналів і глибоких дренажів, що сприяє поверхневому стоку.

2.2. Після осушення змінюються умови випаровування, що може впливати на річковий стік як позитивно, так і негативно залежно від комплексу природних умов, характеру рослинності, рівнів агротехніки та інших чинників. Випаровування за період вегетації з осушених торфовищ перевищує випаровування із мінералізованих земель і суходолів на 100 мм і більше. Проте ці втрати вологи компенсуються збільшенням припливу ґрунтових напірних вод.

Випаровування із поверхні осушених, але не освоєних низинних боліт значно менше, ніж із неосушених. У разі вирощування сільськогосподарських культур сумарне випаровування ними наближається до випаровування з неосушеного болота. За вирощування багаторічних трав випаровування навесні та на початку літа перевищує випаровування із неосушеного болота, але після скошування трав воно різко зменшується.

#### *Приклад*

*За даними В. Шебеко, в результаті осушення та сільськогосподарського освоєння низинних боліт Білоруського Полісся випаровування із їхньої поверхні збільшилось на 13%, але середньорічний об'єм стоку не зменшився, а за рахунок дії інших чинників - збільшився на 12-14%.*

Крім довжини річкової мережі, на величину стоку впливають глибина каналів і закладання дрен. Чим глибші канали, тим сильніше виявляється їх регуляційний вплив на стік, на його підземну складову.

2.3. Важливим компонентом осушувальної меліорації є регулювання русел річок з метою пониження в них рівнів води і збільшення пропускної здатності, щоб забезпечити прийом ґрунтового стоку із осушувальної системи.

Із природоохоронною метою найперспективніше застосовувати штучну біфуркацію русел, яка полягає в додатковому спорудженні поряд із річковим руслом каналу, по якому скидають частину річкового стоку. Пікові витрати води можна пропускати річкою й каналом, а меженні – тільки річкою, що збереже її рекреаційне значення.

3. *Зміна ґрунтових режимів та родючості ґрунту* має місце як на землях осушувальної системи, так і в зонах її впливу. Про водноповітряний режим йшлося вище. Осушення ґрунтів, особливо торфових, значно змінює їхній температурний режим. Це зумовлено тим, що зі зниженням вологості і щільності торфу співвідношення між його твердою, рідкою і газовою фазами змінюється різкіше, ніж у мінеральних ґрунтах. Освоєння й окультурення торфових ґрунтів сприяє підвищенню їх теплопровідності. За однакових умов глибина промерзання осушених боліт приблизно в 2 рази більша, ніж неосушених, і в 2-4 рази менша, ніж мінеральних ґрунтів суходолів.

Осушення мінеральних ґрунтів поліпшує їх тепловий режим і мікроклімат. Встановлено, що навесні температура дренованих ґрунтів на 1–5<sup>0</sup>С вища, тому їх можна обробляти на 5-10 днів раніше. Осушення забезпечує подовження періоду вегетації на 15-30 днів, ґрунти стають доступнішими для теплолюбивих культур. Сумарне випаровування із них на 10-15 % менше, ніж із недренованих.

Поживний режим також змінюється: підвищення дренованості забезпечує умови для міграції вниз по профілю водорозчинних мінеральних і органічних сполук та їх надходження із ґрунтовими водами у поверхневі водні джерела. Водночас певне покращення водноповітряного і теплового режиму посилює мікробіологічні процеси, в результаті чого поживні речовини стають більш доступними рослинам.



4. *Зміна умов формування рослинного покриву* пов'язана із ґрунтовими умовами, насамперед, зі зволоженням ґрунтів. Такі природні системи як надзашплавні луки з піщаними і глинисто-піщаними ґрунтами не можна осушувати, оскільки у зневодненому стані на них неможливо досягти стабільного балансу зволоженості і біохімічних процесів, які б забезпечували не те що зростання, а й збереження родючості. Після осушення в них ініціювались процеси деградації рослинності і ґрунтів, які в близькій перспективі загрожують повним руйнуванням.

Щодо продуктивності лісів осушуваних земель, то тут немає одностайної думки науковців. Одні вчені (зокрема І.К. Паламарчук) стверджують, що в результаті осушення боліт Полісся України знизилась продуктивність лісів, особливо вільхових, інші (зокрема І.В. Мінаєв, В.І. Зернов) стверджують, що осушення поліпшує всі ліси, крім чорновільхових, у інших лісах продуктивність зменшується до 15% лише протягом перших 5 років після осушення, а в наступні роки – досягає початкових показників і навіть зростає.

У піднесенні господарського значення осушуваних боліт і лісів велика роль належить підвищенню врожайності лісових ягід і грибів. Журавлина і буяхи після осушення боліт випадають, їм на зміну приходять чорниця, малина й ожина.

Гриби не люблять сирих місць, особливо боліт. Вони ростуть на добре дренованих і багатих на поживні речовини ґрунтах, тому внаслідок осушення боліт і заболочених земель плодючість грибів різко підвищується.

5. *Посилення вітрової ерозії ґрунтів* має місце на осушених і розчищених від чагарників та дрібнолісся ділянках. В разі використання осушених боліт під просапні культури іноді за сильного вітру виникають справжні чорні бурі, органічна маса при цьому виноситься в лісові масиви та озера. Тому важливим природоохоронним заходом на осушуваних землях є створення полезахисних лісосмуг. Найкращими заходами попередження дефляції є залуження не менше як 50% площ осушуваних торфовищ, недопущення монокультури просапних, збереження окремих масивів, смуг і куртин лісу, а також

лісонасадження вздовж каналів і шляхів. На осушуваних болотних масивах високі мінеральні пасма й острови, які вклинюються в систему, можна використовувати для висаджування лісо-чагарникової рослинності.

6. *Зміна умов проживання звірів і птахів* є наслідком зміни мікроклімату територій, а також видалення і трансформування лісо-чагарникових заростей, забору води з річок і озер та інших чинників.

Осушення боліт так само, як і вирубування лісів, створює умови для збільшення чисельності лосів, зайців-русаків, куріпок, але призводить до зменшення кількості інших видів - водоплавної птиці, білок, глухарів. Тому малоприсадибні для сільськогосподарського використання ділянки використовують як резервати. На них доцільно створювати штучно заболочені ділянки приблизно з такою ж флорою і фауною, яка характерна для конкретних кліматичних умов у природному стані: ставки, канали, лісо-чагарникові насадження з'єднувати коридорами з метою забезпечення міграції тварин без перешкод.

7. *Осушення боліт та їх інтенсивне сільськогосподарське використання* неоднозначно впливає на зміну родючості ґрунту і може призводити до забруднення навколишнього середовища. В процесі сільськогосподарського освоєння осушуваних земель найбільших змін зазнають торфовища, трансформуючись в торфові ґрунти з досить високим рівнем ефективної родючості. Однак цей процес супроводжується і негативними явищами: вироблення торфу, погіршення теплових властивостей і температурного режиму, розвиток ерозійних процесів.

У процесі сільськогосподарського використання мінералізованих ґрунтів на фоні гончарного дренажу можуть виникати небажані зміни їхнього складу та властивостей: інтенсивна мінералізація органічної речовини, підкислення ґрунтового розчину під дією фізіологічно кислих мінеральних добрив, вимивання продуктів розкладу і рухомих форм мінеральних речовин дренажними водами.

За характером впливу на ґрунти меліорацію поділяють на «м'яку» і «жорстку». Суть «жорстких» меліорацій полягає у свідомому виведенні ґрунтів із системної рівноваги з метою подальшої її стабі-

лізації на новому, вищому продуктивному рівні. Осушувальна меліорація належать до «жорстких», її системне протиріччя закладене в самій природі. Вона збільшує не тільки продуктивність землеробства, а й безпеку для природного середовища і людини.

При проведенні гідротехнічних меліорацій можливі негативні зміни гідрологічного режиму територій: підтоплення та переосушення ґрунтів.

**Переосушення ґрунтів** – процес зниження РГВ в межах осушуваної чи прилеглої території, який призводить до порушення водно-повітряного режиму кореневмісного шару ґрунту, розриву капілярної сітки, погіршення умов водоспоживання рослин, а в окремих випадках – до пересихання орного шару та посилення його дефляції.

Переосушення ґрунтів є наслідком розбалансованого використання земель (розбалансування структури ландшафтів, сівозмін, меліоративних, агротехнічних заходів тощо).

Переосушення ґрунтів як наслідок осушувальних меліорацій може виявлятися за умов:

- неоднорідності рельєфу осушуваної і прилеглої території та відповідно істотних коливань РГВ ;
- неоднорідності ґрунтового покриву осушуваної та прилеглої території (наявність і відсутність водонепроникних прошарків, різні рівні їхнього залягання, різний гранулометричний склад ґрунтів, різна потужність торфового шару, різні водно-фізичні властивості);
- зміни мікроклімату території внаслідок осушення, що не було спрогнозовано в проекті осушення;
- недостатньої дослідженості агрокліматичних умов території, неточних водно-балансових прогнозів.

Якщо у межах меліоративної системи можливо врахувати неоднорідності рельєфу і ґрунтового покриву на стадії проектування, то за її межами попередити переосушення ґрунтів зробити складніше. Тому на стадії проектування гідромеліоративних систем роблять прогнози пониження РГВ в межах впливу гідромеліоративних систем за результатами якого оцінюють доцільність створення такої системи та проектують відповідні природоохоронні заходи.

**Підтоплення території** – процес утворення зони підтоплення внаслідок виникнення підпору ґрунтових вод, який є результатом підйому рівня води у поверхневих водних об'єктах.

Зона підтоплення виникає навколо водних об'єктів, на яких відбулося підвищення нормального підпірного рівня води (НПР) (рис. 7.7).

Підвищення РГВ виникає внаслідок перегородження русел і заплав річок дамбами та створення водосховищ, будівництва ставків, особливо на підвищених елементах рельєфу. Під час підйому рівня води у поверхневих водних об'єктах тимчасово або постійно затоплюються прилеглі території, утворюючи зону затоплення. Одночасно на цих територіях виникає підпір ґрунтових вод, внаслідок чого утворюється зона підтоплення.

Загалом підтоплення є наслідком фільтрації поверхневих вод із водного об'єкта, поступового приєднання фільтраційних вод до ґрунтових та підйому РГВ. Тому підтоплення може виникати в зоні впливу каналів, що подають воду для зрошення, ставків-водонакопичувачів, що створюються в межах зрошувальних та осушувально-зволожувальних систем.

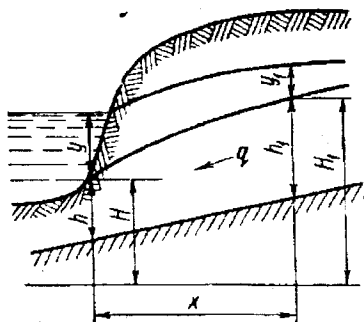


Рис. 7.7. Зміна РГВ при підйомі рівня води у водоймі

$y, y_1$  – РГВ до і після підйому рівня води у водоймі

Для ґрунтів підтоплення може мати вкрай негативні наслідки, якщо такі ґрунти містять в своєму профілі прошарки акумуляцій водорозчинних солей.

Для захисту сільськогосподарських угідь від підтоплення та за-топлення застосовують раніше розглянуті способи осушення: обвалування, механічний водопідйом, нагріні та ловчі вертикальні та горизонтальні дренажі.

## 7.4. Зрошувані землі

### 7.4.1. Роль зрошення у землеробстві Світу

Зрошення відноситься до найбільш ефективних способів меліорації, особливо – у гостропосушливих регіонах. Продуктивність сільськогосподарських культур суттєво обмежується ґрунтовими режимами та агрокліматичними умовами території, серед яких визначальними є тепло та волога ґрунту, а також наявність доступних для рослин елементів живлення. Тепловий і світловий режими, що обмежують можливості землеробства, змінювати важко. А от мінеральне живлення рослин, забезпечення ґрунтів і посівів вологою – цілком можливо. Польова вологість ґрунтів, як правило, не повинна бути нижчою 65-75 % граничної польової вологоємкості (ГПВ) в період росту, розвитку і формування врожаю більшості рослин, а концентрація ґрунтового розчину – в межах 3-5 г/л, не вище 10 г/л.

Для формування врожаю зернових культур за достатнього удобрення необхідно мати певну кількість доступної у ґрунті вологи за період вегетації (див. табл. 7.3).

*Таблиця 7.3*

*Залежність врожайності зернових культур від запасу вологи в 0-100 см шарі ґрунту*

Запас вологи, мм	Урожайність, ц/га зерн. од.
300-350	20-25
400-500	30-40
600-700	50-60
700-800	70-80
1000	100-120

Слід відмітити, що запаси доступної вологи в ґрунтах в обсязі 500-800 мм за вегетаційний період можуть бути забезпечені далеко не скрізь. Тому, для одержання, наприклад, врожаю зерна в межах 50-60 ц/га і більше навіть за сприятливих екологічних умов Степу України, Північного Кавказу, Молдови необхідне додаткове зволоження та удобрення.

В умовах України збалансоване зрошення дозволяє досягти таких позитивних результатів:

- підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь (збільшення врожайності кукурудзи, картоплі, сої, соняшнику, цукрового буряка, багаторічних трав);
- спроможність одержувати протягом року два і три врожаї у спекотних районах;
- комплексна меліорація екологічного середовища, локальне поліпшення рельєфу, ґрунтового і приземного мікроклімату.

#### **7.4.2. Зрошувані землі України: географія, продуктивність, сучасний стан**

У Степовій і Лісостеповій зонах України зі щорічною сумою опадів 350-500 мм зрошення – найбільш ефективний захід підвищення урожайності сільськогосподарських культур. За величиною ГТК, в період найбільшої потреби сільськогосподарських культур у волозі (червень-серпень), в Україні виділяють такі агрокліматичні зони, де доцільно проводити зрошення:

1) посушлива ( $ГТК=0,7...1,0$ ) – з півдня обмежена лінією Маріуполь – Мелітополь – Михайлівка (Запорізька обл.) – Миколаїв – Біляївка (Одеська обл.).

2) дуже посушлива ( $ГТК=0,4...0,7$ ) – на південь від посушливої зони.

Площа зрошуваних земель в Україні становить 2,45 млн га. В основному вони зосереджені в Степу – 2,1 млн. га (80 % загальної площі); у Лісостепу зрошується 356 тис. га, на Поліссі – 11 тис. га. Частка площі зрошуваних земель відносно орних земель становить

12,8%. В АР Крим зрошувані площі відносно площі ріллі становлять 29,2%, в Херсонській обл. – 25,6%, Запорізькій – 13,4%, Дніпропетровській – 11,4%, Одеській – 11,2%, Миколаївській – 11,1%, Донецькій – 9,4%. На зрошуваних землях АР Крим та Херсонської області отримують близько 46% усієї валової регіональної продукції рослинництва.

За високої культури зрошуваного землеробства не тільки отримують стабільні високі врожаї сільськогосподарських культур, а й забезпечують також розширене відтворення родючості ґрунтів. При цьому збільшується вміст рухомих форм калію і фосфору, стабілізується гумусовий баланс, збільшується чисельність та активність мікроорганізмів.

Таблиця 7.4

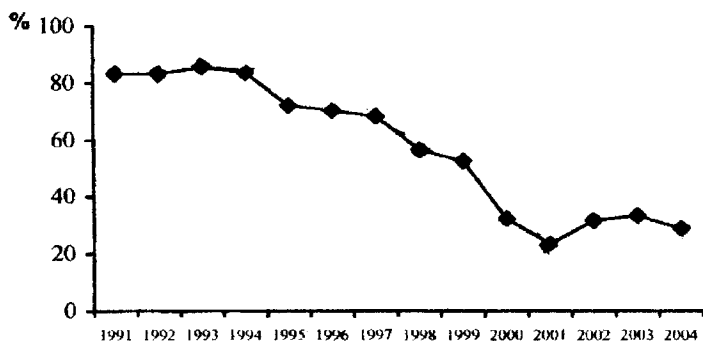
**Ефективність зрошення сільськогосподарських культур у південному Степу України (середнє за 1968 – 1992 р.р.)\***

Культура	Урожайність ц/га	
	без зрошення	при зрошенні
Озима пшениця	27,9	59,5
Кукурудза, зерно	28,6	91,5
Озимий ячмінь	28,3	56,7
Ярий ячмінь	30,9	42,9
Соя	11,8	30,7
Люцерна, зелена маса	181,0	627,6
Кукурудза, силос	197,0	663,0
Кормові буряки	222,0	1616,0

\* Дані Інституту зрошуваного землеробства УААН

У сухостеповій зоні півдня України, широко включено у зрошуване землеробство потенційно засолені південні чорноземи, темно-каштанові, каштанові і світло-каштанові ґрунти та їх комплекси із солонцями.

В Україні з 1970 року відбувалося розширення поливних земель, в 1991 році їх площа досягла 2631 тис. га, однак за останні 12 років 16,2 % цих земель вибули з категорії зрошуваних (див. рис.7.8).



*Рис. 7.8. Динаміка ступеню господарського використання зрошуваних земель в Україні*

Зона південного Степу України є унікальним регіоном з точки зору родючості ґрунтів і сприятливого клімату для вирощування сільськогосподарських культур з різною тривалістю вегетаційного періоду. Однак, внаслідок недостатньої зволоженості, частих посух та суховіїв система землеробства цієї зони особливо потребує штучного зволоження.

### **7.4.3. Передумови та причини аридизації земель**

*Явище аридизації* (систематично повторюваної нестачі вологи) на земній кулі є набагато частішим і шкідливішим для землеробства, ніж тимчасовий надлишок вологи. Тому боротьба із посухою в світі актуальніша, ніж із надлишком вологи. Нині на земній кулі понад 50% всієї суші піддається аридизації. За тривалих інтенсивних посух врожай сільськогосподарських культур буває мінімальним, а іноді зовсім гине.

**Посуха** – бездощовий період достатньої тривалості, що супроводжується підвищеною температурою і суховіями, які посилюють транспірацію і утруднюють засвоєння рослинами вологи у корене-вмісному шарі ґрунту, послаблюють темпи їх росту і розвитку.

Посухи класифікують за трьома ознаками: силою, середовищем нестачі вологи та періодом виникнення (див. рис.7.9).



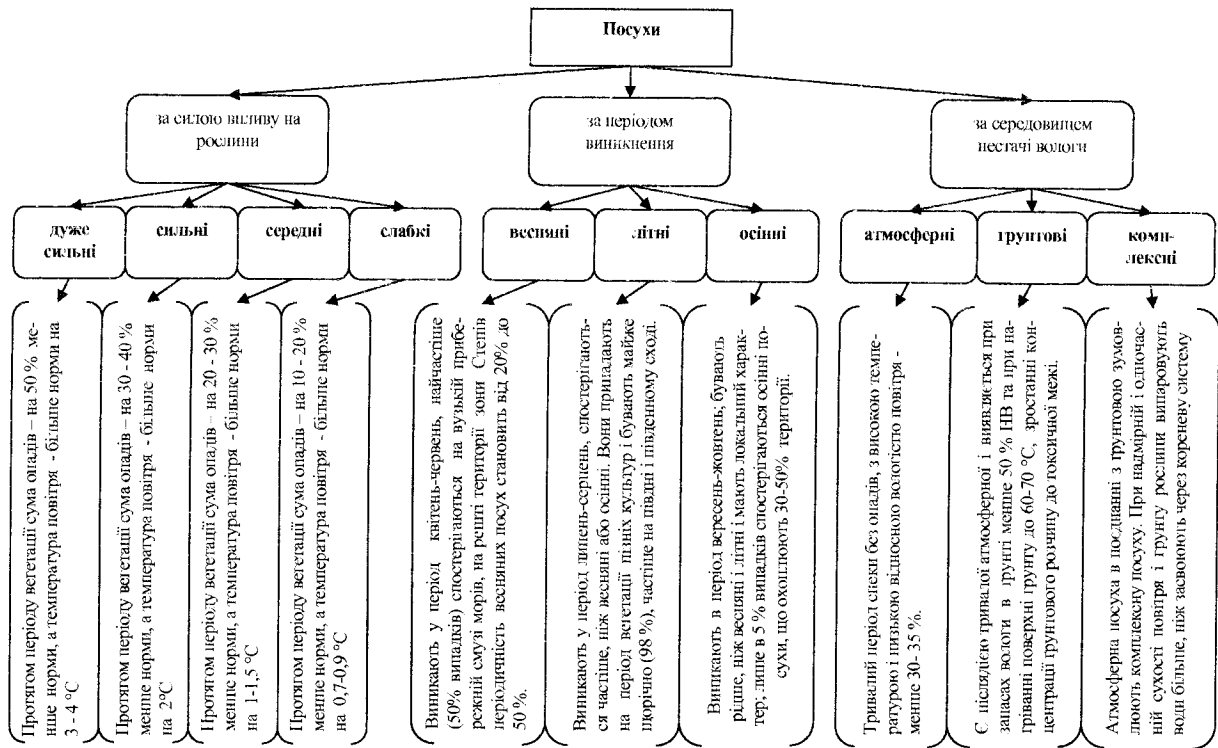


Рис. 7.9. Класифікація посух

Сильні посухи спричиняються великими порушеннями атмосферної циркуляції і супроводжуються різними аномаліями погоди, зокрема сильними морозами, ранніми або досить пізніми приморозками, повенями, затяжними дощами тощо.

*Сила посухи* визначається тривалістю бездошового періоду, температурою, спекою, суховіями.

*Атмосферна посуха* шкідлива тим, що істотно збільшує випаровування вологи на полях, пасовищах і сіножатах, у лісах, озерах, річках, водосховищах і льодовиках. Атмосферна посуха тією чи іншою мірою характерна для всіх континентів, у тому числі і вологих екваторіальних.

*Грунтова посуха* виявляється тим сильніше, чим важчий механічний склад ґрунту, чим вища його засоленість або солонцюватість, менша гумусність і структурність, а також чим глибше залягають ґрунтові води. Проявом ґрунтової посухи є тривале порушення вологозабезпеченості рослин, погіршенні водного режиму ґрунту, в'янення та різке уповільнення росту і розвитку. Спостерігаються випадки засихання і загибелі рослин навіть зеленими.

*Комплексні посухи* є найстрашнішими за наслідками впливу на врожайність сільськогосподарських культур і за силою відносяться до «дуже сильних».

Половина *весняних посух* мають локальний характер і за силою відносяться до сильних чи слабких. *Літні посухи* мають більшу повторюваність, ніж весняні і поширюються на більші території. *Осінні посухи* небезпечні тим, що не дають змоги одержувати дружні сходи озимих культур, є небезпечними для багаторічних злакових і бобових трав, їх травосумішок, ослаблюють травостої кормових угідь, сіножатей і пасовищ. Найчастіше осінні посухи повторюються в південних областях України.

Нерідко посухи поєднуються із *суховіями*. На території України виділяється два регіони з підвищеною кількістю суховіїв (протягом 25-30 днів):

➤ перший регіон – охоплює республіку Крим та південні області: Херсонську, Запорізьку, Одеську, Миколаївську, частину Дніпропетровської;

➤ другий регіон – охоплює східні області – Луганську і Донецьку.

На північ і захід від цих регіонів кількість суховійних днів зменшується, посухи послаблюються.

До особливо несприятливих явищ належать *пилові бурі*, зумовлені сухістю ґрунту і сильними вітрами. Виникають пилові бурі в основному з березня по жовтень, хоча в південних областях вони нерідко розвиваються й взимку. На півдні і південному сході кількість днів із пиловими бурями може сягати в літні місяці 40-50%. У зимовий період вони відмічаються в 60% років, виникаючи за слабкого снігового покриття або за повної його відсутності.

В межах України виділяється три епіцентри пилових бур:

- перший – в регіоні Херсон – Каховка;
- другий – Луганська область;
- третій – південно-західна частина Одеської області.

Причини посух схематично відображено на рис. 7.10.

Вважається, що спека, суховій і посуха виникають під впливом перегріву повітря. Відбуваються ці процеси одночасно і пов'язані із масштабними атмосферними явищами. Циркуляційні процеси в атмосфері, що зумовлюють бездощів'я і високу температуру, одночасно створюють передумови для формування посух.

Визначення річних кілець на секвої і дубі показало існування 510-річного циклу повторюваності посух тривалістю 7-15 років.

Посухи не формуються випадково, вони є проявом природних явищ, пов'язаних із співвідношенням в регіонах і на континентах лісів, полів, лук, озер, морів, океанів, гір, а, можливо, і з впливом інших планет.

Нині все частіше спостерігаються аридизація і опустелювання, посилені діяльністю людини. Особливо це відмічається в Степу, де високий ступінь розораності. Степова густа рослинність, зокрема її дернина, затримували маси снігу і води, захищали ґрунт від морозів і вітрів.



**Рис. 7.10.** *Схема взаємозв'язків основних природних передумов та антропогенних причин формування посух*

В результаті розорювання цілинних степів посилювалися випаровування води, нічні охолодження, повені на ріках, зменшувалася кількість ґрунтової вологи, знижувався рівень ґрунтових вод, виснажувалися і запливали джерела води, змивався ґрунт. Дуже шкідливим є утворення глибоких балок і яруг як природних дренажних утворень, що істотно впливають на висушування ґрунтів Степу. Під дією цих факторів родючі чорноземи втрачають зернисту структуру, легко розпилюються, в них гірше просочується вода. Отже, якщо і надалі змінюватиметься поверхня степів таким чином, вони будуть не тільки

деградувати, а й можуть в недалекому майбутньому перетворитися в напівпустелі і навіть пустелі.

Загалом інтенсивність і повторення посух тим більші, чим континентальніший клімат. Території, схильні до посухи, географічно збігаються із внутрішніми частинами континентів. Посушливий клімат нерідко буває також на обширних територіях поблизу океанів, безпосередньо на їх берегах і навіть на океанічних островах у зоні пасатів, не зважаючи на велику кількість вологи в атмосфері над океаном.

### **Факти**

*Посухи 1891, 1930, 1972, 1976 рр. показують: навіть лісові ландшафти можуть інколи піддаватися дуже сильним посухам, що спостерігалися, зокрема в Англії, Франції, Скандинавії, Індонезії.*

*На території Англії після 1905 р. спостерігалася тенденція до зниження як максимуму, так і мінімуму опадів, а кількість років з опадами, меншими, ніж у середньому за століття, майже сягнула 50%.*

*На значних просторах пустель Перу і Чілі, островах Зеленого Мису цілими роками, а то й десятиріччями не буває атмосферних опадів. Посилили цей процес знищення лісової рослинності, випалювання трав, перевантаження пасовищ і полів неполивного землеробства монокультурою. З тих же причин почастишали посушливі роки і посилювалося засолення лучних ґрунтів у Екваторіальній і Східній Африці, зокрема в Нігерії, Заїрі, Кенії, Танзанії.*

*За останні 50 років в центральному Лісостепу, за даними ГМС м. Вінниці, середньорічна кількість опадів становила 586 мм з коливаннями від 429 до 852 мм. При цьому років із меншою за середньорічну кількість опадів було 19, з більшою - 28, сприятливих - 7. У цій зоні, де раніше, ймовірно, було сприятливе зволоження, лише за півстоліття було 7 посух.*

#### 7.4.4. Умови, що визначають необхідність зрошувальних меліорацій

Головними ознаками того, що рослинність часто потерпає від нестачі вологи (атмосферної і ґрунтової) є агрокліматичні умови, які оцінюються згаданими вище комплексними показниками тепло- та вологозабезпечення.

Так, якщо *коефіцієнт річного зволоження* Д. І. Шашко  $K_z = 0,15 - 0,25$ , то зона землеробства оцінюється як «посушлива», де доцільно проводити зрошення, а якщо  $K_z < 0,15$ , то – «суха», де продуктивне землеробство без зрошення неможливе.

На доцільність зрошення вказує також і *коефіцієнт водного балансу* О. М. Костякова, що свідчить про «недостатнє зволоження», якщо  $K < 1$ .

Але найбільш часто застосовується в Україні *гідротермічний коефіцієнт (ГТК)* Г.Т. Селянинова. Якщо  $ГТК = 0,7 - 1,0$  – зона землеробства – посушлива, величини  $ГТК = 0,5 - 0,7$  свідчать про зону сухого землеробства, а  $ГТК < 0,5$  свідчить про те, що без зрошення продуктивне ведення землеробства неможливе і така зона характеризується як «суха» або «зона іригації».

В Україні виділяють «посушливу зону» ( $ГТК = 0,7 - 1,0$ ), яка з півдня обмежена лінією Маріуполь – Мелітополь – Михайлівка (Запорізька обл.) – Миколаїв – Біляївка (Одеська обл.) (Степ) та «зону сухого землеробства» ( $ГТК = 0,4 - 0,7$ ), яка розташована на південь від посушливої зони.

Ведення землеробства в цих зонах можливе, але продуктивними тут будуть культури, пристосовані до посушливого клімату. Для вирощування широкого спектру сільськогосподарських культур необхідно забезпечити їхнє оптимальне водоспоживання, що викликає необхідність штучного зволоження земель.

Для визначення об'єму води, яку необхідно подати на поле, встановлюють *величину водоспоживання* даної культури. В усіх методах визначення водоспоживання сільськогосподарських культур в основу покладено традиційні способи поливу (поверхневий і дощу-

вання), які забезпечують зволоження всієї поверхні ґрунту. При внутрішньогрунтовому і краплинному зрошенні, коли випаровування з поверхні поля зведено до мінімуму, водоспоживання визначається переважно транспірацією рослин, величину якого можна встановити методами безпосереднього визначення або за допомогою поправочних коефіцієнтів.

#### **7.4.5. Типи та способи зрошення**

**Зрошувальні меліорації** – комплекс господарських, інженерних, організаційних та агротехнічних заходів, спрямованих на доставку і рівномірний розподіл води на сільськогосподарських угіддях, де в природних умовах вологи не вистачає.

В основу зрошувальних меліорацій покладено гідротехнічні прийоми подачі води і перетворення її у ґрунтову вологу.

**Зрошення** – це штучне зволоження ґрунту для одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур.

Поряд з ґрунтом при зрошенні зволожуються рослини і приґрунтовий шар повітря залежно від технології поливу. У виробничих умовах зрошення здійснюють за допомогою комплексу гідротехнічних та інженерно-технічних споруд, який називають зрошувальною системою.

**Обводнення земель** – комплекс гідротехнічних споруд і заходів, призначених для забезпечення водою безводних і маловодних районів.

Обводнення забезпечується шляхом створення ставків, колодязів, каналів, водоймищ і базується на використанні у першу чергу місцевих водних ресурсів (підземні води, озера, опади). Яскравим прикладом обводнення в Україні є Північно-Кримський канал.

**Види зрошення.** Зрошувальні меліорації класифікують на види (залежно від дії на ґрунт і рослини): зволожувальні, удобрювальні і спеціальні.

1.Зволожувальне зрошення є переважаючим у всьому світі. Поділяється воно на діюче *регулярно* та *одноразово*.

При регулярно діючому зрошенні ґрунт зволожується в необхідні строки і в потрібній кількості. Для регулярного зрошення використовують два основні способи – самопливне (надходження води у зрошувальну мережу із джерела зрошення самопливом) і механічне (вода у зрошувальну мережу піднімається насосними станціями). Регулярно діюче зрошення в Україні застосовується на 80 % площ, при цьому механічним способом вода подається на 11 % зрошуваної площі.

При одноразово діючому зрошенні ґрунт зволожується лише один раз за рік затопленням земель водами весняного стоку (лиманне зрошення) або паводковими водами (паводкове зрошення). Лиманне і паводкове зрошення поширене переважно в Середній Азії (близько 10% всієї зрошуваної площі).

2. Удобрювальне зрошення застосовується для внесення добрив у ґрунт за допомогою води, яка розчинює добрива і транспортує їх у ґрунт. Сюди належить полив стічними водами міської каналізації і промислових підприємств, а також весняними водами, що мають велику кількість наносів, які відкладаються на полях і удобрюють їх.

3. Спеціальне зрошення включає отеплювальне, окислювальне, ґрунтоочисне та ін.

При *окислювальному* зрошенні поливну воду збагачують киснем і подають на ті поля, ґрунти яких мають мало кисню (рисові поля).

*Ґрунтоочисне* зрошення застосовують для видалення із ґрунту надлишку солей, знищення шкідників сільськогосподарських рослин (мишей, лялечок хруща) шляхом затоплення ґрунту водою.

*Отеплювальне* зрошення застосовують для зігрівання ґрунту шляхом поливу його водою теплішою, ніж ґрунт.

Для цього застосовують відпрацьовані води теплоцентралей, термальні води та ін. Отеплювальне зрошення є перспективним, оскільки вирішує кілька важливих завдань:

- покращення водно-повітряного і теплового режиму ґрунту, що дає змогу збільшити період вегетації і отримувати два врожаї сільськогосподарських культур на рік;
- утилізація тепла води, яка використовувалася у техноло-



гічних циклах охолодження і запобігання теплового забруднення водойм;

➤ упередження втрат земель під водоймами-охолоджувачами.

### **Факти**

*Для охолодження конденсаторів турбін енергоблоку потужністю 1 млн. кВт потрібна витрата води 47...50 м<sup>3</sup>/с, технологічного обладнання хімічного заводу – до 20 м<sup>3</sup>/с, нафтопереробного – 3...5 м<sup>3</sup>/с. При к.к.д. паротурбінних генераторів 30% тільки третина спалюваного палива припадає на вироблення електроенергії, а інша втрачається – викидається у атмосферу і гідросферу, викликаючи їх теплове забруднення, яке проявляється в утворенні туманів, випаданні солей, розвитку синьо-зелених водоростей, вимиранні цінних холодолюбних порід риб. Під водойми-охолоджувачі затоплюються великі площі родючих земель.*

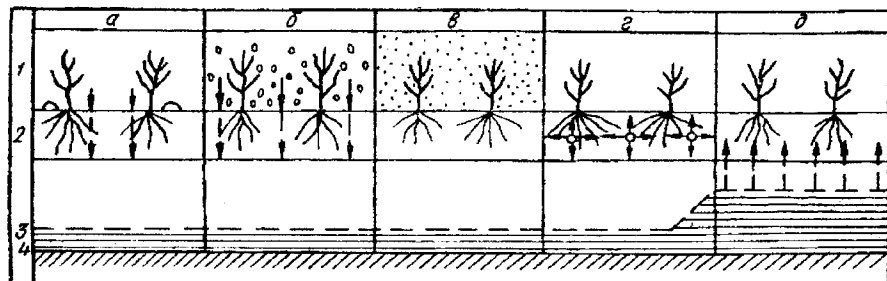
Застосування теплих вод для обігріву і зрошення у відкритому ґрунті можливе шляхом будівництва теплогідромеліоративних систем.

Обігрівання підвищує температуру кореневмісного шару ґрунту на 2–8 °С і приґрунтового шару повітря на 0,2–1,2 °С. Температура ґрунту понад 5 °С настає у ґрунті, що обігрівається, на 15–18 днів раніше весною, восени ґрунт охолоджується на 6–8 днів пізніше. Сума температур за квітень – жовтень на глибині 10 см підвищується на 375–500°С, а на глибині 40 см – на 970–1200°С. Обігрівання ґрунту подовжує період вегетації на 3–4 тижні.

### **Способи зрошення.**

**Спосіб зрошення** – це захід, за допомогою якого здійснюють проектний режим зрошення сільськогосподарських культур шляхом розподілу води по полю в необхідних кількостях і в потрібні строки.

Залежно від подачі води у ґрунт виділяють п'ять основних способів зрошення (див. рис.7.11).



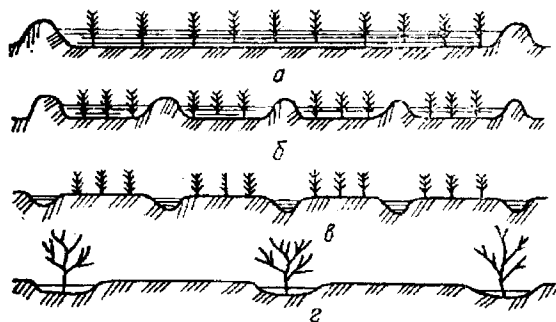
**Рис. 7.11. Класифікація способів зрошення**

(Гончаров С.М., Потоцький Г.С. та ін., 1991):

- а — поверхневий; б — дощування; в — дрібнодисперсне (аерозольне) дощування;  
 г — внутрішньогрунтове зрошення; д — підземне (субіригація);  
 1 — пригрунтовий шар повітря; 2 — кореневмісний шар ґрунту; 3 — рівень ґрунтових вод; 4 — водоупор.

1. Поверхневий спосіб зрошення – такий спосіб, за якого ґрунт зволожується шляхом поглинання води, яка подається на поверхню зрошуваного поля суцільним шаром або у вигляді окремих струменів.

Цей спосіб зрошення має чотири різновиди: по борознах, по смугах, суцільним затопленням, вибірконим затопленням (див. рис. 7.12).



**Рис. 7.12. Класифікація поверхневих способів зрошення**

(Гончаров С.М., Потоцький Г.С. та ін., 1991):

- а — суцільне затоплення; б — напуск по смугах; в — полив по борознах;  
 г — вибіркоче затоплення.

2. *Дощування* – це спосіб поливу, за якого вода розподіляється над поверхнею поля у вигляді дощу спеціальними машинами, установками або агрегатами. Особливості дощування: зволожується ґрунт, рослини і приґрунтовий шар повітря; глибина зволоження ґрунту, як правило, менша, ніж при поверхневому поливі; можливі часті поливи малими нормами, що забезпечує рівномірне зволоження ґрунту.

3. *Крапельне (аерозольне) зволоження* – новий спосіб зрошення, суть якого полягає у розпиленні поливної води у вигляді найдрібніших краплинок (аерозолей), що покривають рослину. Його особливості: зменшення транспірації вологи рослинами, створення оптимального мікроклімату навколо рослин, усунення впливу атмосферної посухи, збереження структури ґрунту.

4. *Внутрішньогрунтове зрошення* здійснюється шляхом введення води в орний шар ґрунту. Внутрішньогрунтове зрошення дозволяє: зменшити випаровування із поверхні ґрунту, зберегти структуру ґрунту, підтримати повну глибину зволоження ґрунту, забезпечити безперервне водопостачання рослин.

5. *Підземне зрошення (субіригація)* являє собою зволоження активного шару ґрунту шляхом штучного підйому і підтримання рівня ґрунтових вод. Його особливості: можливість застосування тільки при безпохилому рельєфі; дія обмежується тільки ґрунтовим шаром, не впливаючи на мікроклімат поля; застосовується тільки на незасолених із хорошими капілярними властивостями ґрунтах.

Жоден зі способів зрошення не може бути універсальним. Застосування того чи іншого способу обґрунтовується аналізом конкретних природно-господарських умов району. При цьому враховують: склад культур і сівозміни, водозабезпеченість і меліоративний стан зрошуваних земель, забезпеченість робочою силою і електроенергією, водно-фізичні властивості ґрунтів та рельєф.

Важливою умовою збалансованого використання зрошуваних земель є строге дотримання зрошувальних і поливних норм, щоб уникнути негативних явищ: підтоплення, вторинного засолення тощо.

**Зрошувальна норма** – кількість води, яку необхідно подати на 1 га за весь період вегетації для відновлення дефіциту вологи у розрахунковому шарі ґрунту і забезпечення проектного врожаю культури в умовах розрахункового року.

Зрошувальна норма для кожної сільськогосподарської культури встановлюється на основі рівняння водного балансу поля. Одержану зрошувальну норму необхідно подати на поле окремими порціями – поливними нормами.

**Поливна норма** – об'єм води, який подається на 1 га поля за один полив для підтримання оптимального водно-повітряного режиму в розрахунковому шарі ґрунту.

Величина поливної норми залежить від виду культури і фази її розвитку, потужності кореневмісного шару і його водно-фізичних властивостей, вмісту та складу солей у ґрунті, кліматичних і гідрологічних умов, способу і техніки поливу.

*Завищення поливних норм призводить до виносу елементів живлення рослин за кореневмісний шар ґрунту, підняття рівня ґрунтових вод, заболочування і засолення ґрунту, що зменшує врожайність сільськогосподарських культур.*

ґрунти України мають природну схильність до вторинного засолення у зв'язку із заляганням у ґрунтовому профілі реліктових солевмісних прошарків. Тому за перевищення поливних норм можливе підвищення РГВ вище *критичного рівня*.

*Критичний рівень ґрунтових вод* – такий рівень, за якого починається засолення кореневмісного шару ґрунту. Критичну глибину залягання ґрунтових вод визначають за формулою:

$$h_{кр} = h_{max} + a, \quad (7.5)$$

де  $h_{max}$  - найбільша висота капілярного підймання води в досліджуваному ґрунті;

$a$  - глибина поширення основної маси коренів сільськогосподарських культур.

Вважають, що при поливі вологість у кореневмісному шарі ґрунту слід доводити до вологості, яка відповідає найменшій вологоєм-

кості (НВ) – до тієї кількості вологи, яку може утримувати даний шар ґрунту. При подачі більшої кількості надлишки води профільтруються у глибші шари ґрунту.

На засолених землях передполивний поріг вологості збільшують на 5–10 %, особливо для рослин, на розвиток яких солі у ґрунті впливають найбільш негативно (овочі, бавовник, кормові культури та ін.).

Отже, полив слід виконувати у той момент, коли запас вологи у ґрунті знизиться до мінімально допустимої величини, і доводити цей запас поливом потрібно до вологості, що відповідає НВ.

Поливна норма залежить також від техніки і способу поливу. Так, при поверхневих поливах найменша поливна норма становить 400–600 м<sup>3</sup>/га, що обумовлено забезпеченням рівномірнішого зволоження зрошуваного поля.

При дощуванні відбувається рівномірніший розподіл води по полю практично при будь-якій поливній нормі, тому максимальні поливні норми звичайно встановлюють 500–700 м<sup>3</sup>/га.

При подачі поливних норм слід регулювати також і поливні витрати води. Величина поливної норми залежить від інтенсивності дощу та тривалості поливу (див. табл.7.5).

Таблиця 7.5

**Максимально допустима інтенсивність дощу, мм/хв.**

(Гончаров С.М., Потоцький Г.С. та ін., 1991)

Ґрунт (гранулометричний склад)	Ухил рельєфу							
	0-0,05		0,05-0,08		0,08-0,12		0,12 і вище	
	із рос- линами	без рос- лин	із рос- лина- ми	без рос- лин	із рос- лина- ми	без рос- лин	із рос- лина- ми	без рос- лин
1. Рихлопіддані одно- рідної будови	0,85	0,85	0,85	0,64	0,64	0,44	0,42	0,21
2. Рихлопіддані на су- глинкових чи глини- стих ґрунтоутворюю- чих породах	0,74	0,64	0,53	0,42	0,42	0,32	0,32	0,19

3. Супіски однорідної будови	0,64	0,42	0,53	0,34	0,42	0,25	0,32	0,17
4. Супіски на суглинкових чи глинистих ґрунтоутворюючих породах	0,53	0,32	0,12	0,21	0,32	0,17	0,21	0,13
5. Суглинки легкі і середні однорідної будови	0,42	0,21	0,34	0,17	0,25	0,13	0,17	0,09
6. Суглинки легкі і середні на глинистих ґрунтоутворюючих породах	0,25	0,13	0,21	0,11	0,17	0,07	0,13	0,04
7. Глини та суглинки важкі	0,09	0,07	0,07	0,04	0,05	0,034	0,04	0,025

Стан зрошуваної поверхні також впливає на допустиму інтенсивність дощу. На глибоко ораному ґрунті інтенсивність дощу може бути більшою, ніж на поверхнево обробленому. Середній діаметр крапель штучного дощу не повинен перевищувати 1,5-2 мм. При цьому краплі малого діаметру дозволяють допустити більшу інтенсивність дощу.

*Аерозольне зволоження* проводиться за допомогою невеликих дощувальних машин дефлекторного типу з витратою води 0,03 л/с при напорі 10 м.

Враховуючи особливості кожного способу зрошення, а також ґрунтово-кліматичні умови та вимоги рослин, різні способи зрошення часто поєднують.

Порівняльні дослідження різних способів поливу свідчать про те, що найбільшого тепломеліоративного ефекту досягають при внутрішньоґрунтовому зрошенні, за якого температура ґрунту підвищується на 6–8 °С і зберігається тривалий час. При зрошенні теплою водою водоспоживання багаторічних трав збільшується порівняно із богарними умовами на 6–15 %, а на ділянках, що обігріваються і зрошуються, на 18,7–25,4 %. В той же час коефіцієнт водоспоживання зменшується на 30 % завдяки підвищенню урожайності на 50–100 %.

### **7.4.6. Вплив зрошення на екологічний стан ґрунту, рослин та мікроклімат**

За високої культури зрошуваного землеробства не тільки отримують стабільно високі врожаї сільськогосподарських культур, а й забезпечують розширене відтворення родючості ґрунтів. Проте зрошення, як і будь-який захід впливу на процеси в НПС, має позитивні і негативні ефекти впливу. Розглянемо їх більш детально.

#### ***Позитивні ефекти впливу зрошення на НПС.***

1. Створення оптимального для рослин водно-повітряного режиму ґрунту.

2. Збільшення чисельності та активності мікроорганізмів, що забезпечує прискорене розкладання органічної речовини, підвищує ступінь розчинності важкодоступних для рослин речовин, в т. ч. мінеральних добрив.

3. Активізація процесів трансформації органічної речовини та забезпечення гумусоутворення за умов достатнього удобрення ґрунту органікою.

4. Зростання вмісту в ґрунті рухомих форм елементів живлення рослин, що покращує поживний режим ґрунту.

5. У процесі зрошення ґрунт дещо збагачується мулом, який приносить зрошувальна вода.

6. Зрошувальна вода знижує температуру ґрунту, але підвищує його теплоємність і теплопровідність

7. Покращення мікроклімату приґрунтового шару повітря (особливо при дощуванні та аерозольному зволоженні): підвищується відносна вологість повітря на 20–50%, внаслідок чого вдень зменшується максимальна температура повітря, а вночі – підвищується мінімальна. При наявності лісосмуг вплив зрошення на мікроклімат посилюється.

#### ***Негативні ефекти впливу зрошення на НПС.***

1. При створенні джерел водопостачання для потреб зрошення відбувається вилучення значних площ земель, змінюється гідроло-

гічний режим джерел водопостачання (річок, озер тощо), відбувається затоплення і підтоплення земель.

2. Якщо не забезпечується належного удобрення ґрунту органікою, то прискорення мікробіологічних процесів при зрошенні спричиняє дегуміфікацію зрошуваних ґрунтів та всі наслідки втрати родючості, пов'язані із нею.

3. Зрошення сприяє частковому вимиванню мулистої фракції (лесиваж) з орного шару ґрунту в глибші шари.

4. При надмірному зволоженні структура ґрунту руйнується, зменшується її пористість і погіршується водообмін.

5. При надмірному зволоженні з верхніх шарів ґрунту вимиваються як корисні (елементи живлення рослин, органічні сполуки), так і шкідливі солі.

6. Надмірне зволоження підвищує рівні ґрунтових вод, що призводить до заболочування зрошуваних земель, а при мінералізованих ґрунтових водах – і до засолення.

7. При теплових меліораціях ґрунту та недостатній кількості опадів ґрунт пересихає біля труб у радіусі 10 см, що знижує теплопровідність ґрунту і охолодження води у трубах. Тому у посушливі періоди разом із підігрівом необхідно проводити зволоження ґрунту.

## 7.5. Засолення ґрунтів

Одним із найбільш небезпечних наслідків розбалансованого використання зрошуваних земель є засолення ґрунтів. Тому на ґрунтах, де імовірність розвитку засолення існує, потрібно чітко обґрунтовувати способи та режими зрошення.

**Засолення ґрунтів** – процес накопичення у кореневмісному шарі ґрунту легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів, сульфатів).

Найбільш шкідливими водорозчинними солями є:  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaCl}$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  і  $\text{CaCl}_2$ . Засолення ґрунтів у природі зустрічається часто (в Україні засолено 4,1% земель) що виявляється у зниженні врожайності на 40–60%. Ґрунтознавці та біологи виділяють



ряд причин зниження врожайності внаслідок засолення ґрунту (див. рис.7.13).



**Рис. 7.13. Фактори негативного впливу засолення ґрунту на рослини**

Засолення, як і будь-який процес у природі, виникає, якщо є передумови та причини його виникнення.

*Передумовами* виникнення процесу засолення є:

- 1) переважання випотного водно-повітряного режиму ґрунту над промивним (величина випаровування води перевищує величину опадів);
- 2) наявність вузьких капілярів (чим вужчий капіляр, тим вищий рівень підняття води в ньому), що спостерігається у важких ґрунтах (глинах і суглинках);
- 3) погана дренажність ґрунту, що створює можливість застою мінералізованих вод і скорочує шлях від мінералізованої ґрунтоутворюючої породи до кореневмісного шару;
- 4) наявність постійного джерела підживлення ґрунтових вод, що постійно підтримує їхній високий рівень (фільтрація із водойм, каналів тощо)

*Причиною* засолення є джерело надходження солей у кореневмі-

сний шар ґрунту (внутрішнє – ґрунтоутворююча порода, зовнішні джерела – мінералізовані води (поливні, опади, пил).

Надходження солей може відбуватися вперше (виникає *первинний* тип засолення), а може – в котрий раз (виникає *вторинний* тип засолення). Як правило, вторинний тип засолення спричиняється безпосередньою діяльністю людини або є віддаленим наслідком її діяльності (див. рис.7.14).



**Рис.7.14. Причини утворення засолених ґрунтів**

Найбільш засолені землі у посушливих степових районах, у приморських і сухих дельтах. До них, у першу чергу, належать дельти рік Волги, Дунаю, Уралу, Кури, Амудар'ї, Сирдар'ї та ін.

Засолені ґрунти класифікують за рядом ознак:

- 1) генезис засолення,
- 2) джерело надходження солей у кореневмісний шар ґрунту,
- 3) глибина акумуляції солей у ґрунтовому профілі,
- 4) ступінь засолення,

## 5) тип засолення.

За *генезисом* засолення ґрунту поділяють на реліктове (залишки минулих епох) і сучасне. Встановлення генезису соленакопичення необхідне для оцінки можливої реставрації засолення при промиваннях ґрунтів, прогнозування рівня ґрунтових вод і загальної оцінки меліоративного стану всієї території.

За *джерелами надходження солей* ґрунти можуть бути первинно засолені (в результаті природного надходження солей з ґрунтоутворюючої породи тощо) та вторинно засолені (внаслідок появи нових антропогенних джерел надходження солей або пробудження старих під впливом антропогенної діяльності (підтоплення територій, зрошення мінералізованими водами тощо).

Важливою класифікаційною ознакою засолених ґрунтів є *поділ за глибиною розміщення горизонту акумуляції водорозчинних солей* на солончаки, солонці та солоді, що дозволяє визначити спектр меліоративних заходів з розсолення.

**Солончаки та солончакові ґрунти** містять солевий горизонт на глибині 0-30 см (див. рис.7.16).

У будові ґрунтового профілю ці ґрунти не виявляють нетипових морфологічних ознак і мають риси зональних ґрунтів Степу і Лісостепу. Ґрунтовий профіль слабко диференційований на генетичні горизонти, в ньому виділяється гумусовий (Н), перехідний (НР) та ґрунтоутворююча порода (Р). По всьому профілю солончаків та солончакових ґрунтів помітні вицвіти солей. В нижній частині профілю іноді помітні ознаки оглеєння у вигляді іржаво-охристих і сизих плям.

**Характерними ознаками складу і властивостей солончаків та солончакових ґрунтів є:**

- рівномірний розподіл мулистих фракцій кремнію і полуторних оксидів за профілем ґрунту;
- вміст гумусу в них залежить від зональних особливостей і коливається в межах 0,5–5,0%;
- низький вміст азоту та інших елементів живлення;

- низька ємність катіонного обміну (10–20 мг-екв/100 г ґрунту);
- у складі обмінних катіонів переважають Ca, Mg, є Na;
- реакція ґрунтового розчину – слабколужна (рН 7,3–7,5), у содових солончаках реакція – сильно лужна (рН  $\geq 9$ ).

Сольовий профіль солончака має характерну будову (рис.7.16).

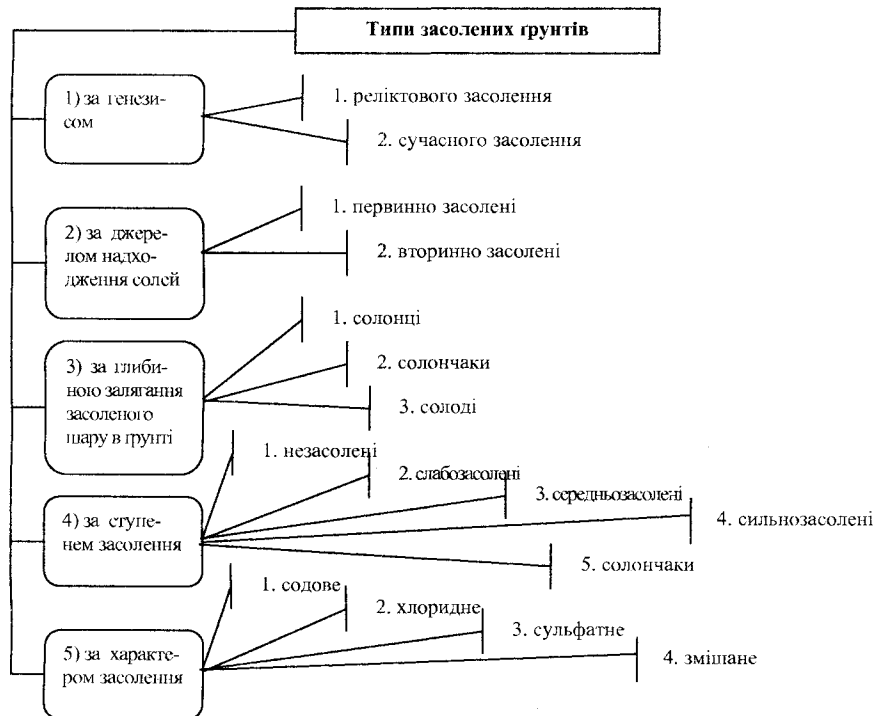


Рис.7.15. Класифікація засолених ґрунтів

**Класифікація солончаків та солончакових ґрунтів базується на двох ознаках:**

**1) походження:**

1.1) *гідроморфні* – солончаки, які сформувалися під впливом мінералізованих ґрунтових вод, що залягають близько до поверхні.



Однією із найважливіших умов ефективного розсолення ґрунтів є пониження рівня ґрунтових вод нижче  $h_{кр}$  і попередження їх підйому. Це досягається комплексом меліоративних заходів, що включають впорядкування водокористування, дренаж, строге дотримання поливних і промивних норм, організацію гідромеліоративного контролю, впорядкування гідромережі, регулювання РГВ.

Промивні норми визначають залежно від ступеня і характеру засолення ґрунтів, їхнього гранулометричного складу, воднофізичних властивостей, глибини і мінералізації ґрунтових вод.

Таблиця 7.6

**Хімізм засолення за аніонно-катіонним складом ґрунтового розчину**

Тип засолення	Умовні позначення	Співвідношення аніонів (в мг-екв/100г ґрунту)			Тип засолення	Умовні позначення	Співвідношення катіонів (у мг-екв/100г ґрунту)		
		Cl	НСО <sub>3</sub>	НСО <sub>3</sub>			Ca	Na	Na
		SO <sub>4</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>			Mg	Mg	Ca
Хлоридний	X	>2,5	—	—	Кальцієвий	K	>2,5	—	—
Сульфатно-хлоридний	CX	2,5-1	—	—	Магнієво-кальцієвий	MK	2,5-1	—	—
Хлоридно-сульфатний	XC	1-0,25	—	—	Кальцієво-магнієвий	KM	1-0,25	—	—
Сульфатний	C	<0,25	—	—	Магнієвий	M	<0,25	—	—
Содовий	Cg	—	>2,5	—	Натрієвий	H	—	>2,5	—
Хлоридно-содовий	XCg	—	2,5-1	—	Магнієво-натрієвий	MH	—	2,5-1	—
Содово-хлоридний	CgX	—	1-0,25	—	Натрієво-магнієвий	HM	—	1-0,25	—
Сульфатно-содовий	CCg	—	—	2,5-1	Кальцієво-натрієвий	KH	—	—	2,5-1
Содово-сульфатний	CgC	—	—	1-0,25	Натрієво-кальцієвий	HK	—	—	1-0,25

### Солонці і солонцюваті ґрунти

*Солонці і солонцюваті ґрунти містять* легкорозчинні солі у шкідливих для рослин кількостях на глибині 20–50 см і більше, а

грунтового вбирний комплекс ілювіального горизонту насичений обмінним Na, а іноді і Mg.

Специфічною ознакою солонцевих ґрунтів, на відміну від солончаків, є не солі, а різко виражена ілювійованість колоїдів, наявність на невеликій глибині солонцевого горизонту із стовпчастою, брилистою або горіхуватою структурою і дуже поганими фізичними властивостями.

Для солонцевого ґрунтоутворюючого процесу характерний вияв сильного руйнування і переміщення мінеральної та органічної частини ґрунту, яке протікає в умовах лужної реакції середовища, і ґрунтового профілю із ознаками різкої диференціації на горизонти.

Солонці у природних умовах можуть утворюватися різними шляхами. Згідно колоїдно-хімічної теорії Д. Д. Гедройца, солонці утворилися після розсолення солончаків, засолених нейтральними солями натрію. У цьому випадку створюються умови для насичення поглинаючого комплексу іонами натрію шляхом витіснення з нього інших катіонів. Існує також і теорія утворення солонців на засолених породах в результаті біогенного накопичення натрієвих солей (В. Р. Вільямс), згідно якої джерелом солей натрію служить степова і напівпустельна рослинність, при мінералізації рослинних рештків якої утворюється велика кількість солей, у тому числі і сода.

Характерними ознаками будови профілю солонців є чітка диференціація на наступні горизонти: гумусово-ілювіальний надсолонцевий (HE) потужністю 20-30 см, ілювіальний, або солонцевий ( $I_1$ ) потужністю від 7-25 см, підсолонцевий ( $I_2$ ), горизонт максимального накопичення легкорозчинних солей ( $P_s$ ).

**Характерними ознаками складу і властивостей** солонців та солонцевих ґрунтів є:

- неоднорідний валовий склад за профілем: верхня частина профілю характеризується підвищеним вмістом кремнекислоти, а середня – півтораоксидів;
- вміст гумусу залежить від місця утворення солонця: у зоні сухих і напівпустинних степів складає 1,5–3%, у чорноземно-

степовій зоні сягає 6–8%; фульвікислоти переважають над гуміновими;

➤ вміст обмінного натрію – 13–20% від ємності катіонного обміну;

➤ у складі обмінних основ часто міститься багато Mg (35–45% від ЄКО);

➤ солонці, що містять соду, відрізняються високою лужністю (рН=8–10), а солонці, засолені нейтральними солями, мають слабколужну реакцію.

За гранулометричним складом солонці неоднорідні за профілем: гумусово-елювіальний горизонт відрізняється легшим гранулометричним складом, ілювіальний збагачений мулом і тому завжди важчий; мають погані водно-фізичні та фізико-механічні властивості.

**Класифікація солонців** проводиться за трьома ознаками:

**1) глибиною залягання ґрунтових вод:**

1.1) солонці лучні (ґрунтові води залягають вище 5 м),

1.2) лучно-степові (ґрунтові води розташовані на глибині 5–8 м);

1.3) степові (ґрунтові води залягають нижче 8 м).

**2) потужністю гумусового горизонту:**

2.1) кіркові солонці (HE < 7 см);

2.2) середньостовпчасті (HE = 7–15 см);

2.3) глибокостовпчасті (HE > 15 см).

**3) глибиною залягання легкорозчинних солей:**

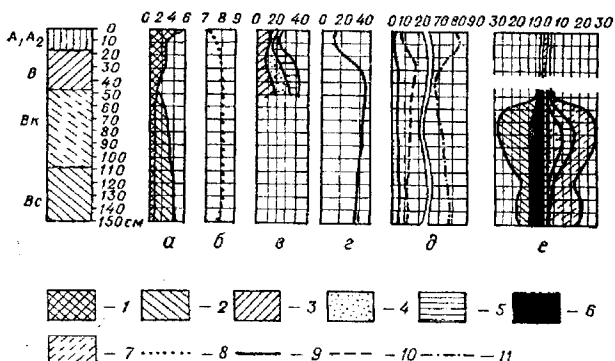
3.1) солончакові – солі на глибині 0–30 см;

3.2) солончакуваті – солі на глибині 30–80 см;

3.3) глибокосолончакуваті – солі на глибині 80–150 см;

3.4) несолончакуваті (незасолені) – солі глибше 150 см.





**Рис. 7.17. Хімічна характеристика стовпчатого солонця**

(І. П. Герасимов і М. А. Глазовська, 1960):

- а - 1 - гумус %; 2 -  $\text{CO}_2$  (карбонати) %; б - рНвод (8 - лужна реакція);  
 в - поглинуті катіони (3 -  $\text{Ca}^{2+}$ , 4 -  $\text{Mg}^{2+}$  - 5 -  $\text{Na}^+$ , мг-екв/100 г ґрунту;  
 г - 9 - мул %; д - валові (9 -  $\text{P}_2\text{O}_5$ , 10 -  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 11 -  $\text{SiO}_2$ ) %;  
 е - водна витяжка: аніони, катіони (2 -  $\text{SO}_4^{2-}$ , 3 -  $\text{HCO}_3^-$ , 4 -  $\text{Ca}^{2+}$ , 5 -  $\text{Mg}^{2+}$ ,  
 6 -  $\text{Cl}^-$ , 7 -  $\text{Na}^+$ ), мг-екв/100 г.

Основна причина негативних агрономічних властивостей солонців пов'язана із наявністю в них поглинутого натрію. Отже, найбільш ефективним засобом підвищення родючості солонцевих ґрунтів є гіпсування – заміна натрію ГВК кальцієм гіпсу або іншої кальцієвої солі. Гіпсування у поєднанні із агротехнічними і агроеліоративними заходами призводить до корінного окультурення цих ґрунтів, підвищення їх ефективної родючості.

### Солоді.

**Солоді** – це сильновилуговані і підзолувидні (білясті) ґрунти понижень Лісостепової і Степової зон.

К. К. Гедройц вважав, що солончаки, солонці і солоді пов'язані між собою генетично і є окремими ланками одного ланцюга розвитку. В процесі розсолення солончака утворюється солонець, потім відбувається його розсолення. Пониження рівня ґрунтових вод, посилення зволоження місцевості в межах мікропонижень, поява степової трав'янистої рослинності і чагарників сприяє видаленню із верхнього горизонту солонця органічних речовин, витісненню поглиненого на-

трію, руйнуванню колоїдної частини ґрунту, винесенню півтораоксидів, розпаду алюмосилікатів, накопиченню у верхніх горизонтах аморфної кремнієвої кислоти і перетворенню солонця в солодь.

Пізніше було доведено, що солоді можуть виникати і безпосередньо при численному впливі на ГВК степових ґрунтів слабких розчинів натрієвих солей.

Для солодей характерна різка диференціація ґрунтового профілю на генетичні горизонти: гумусовий ( $H_1$ ) потужністю 2–3 см, осолоділий ( $H_2$ ), ілювіальний ( $I$ ), ґрунтоутворююча порода ( $P$ ).

**Характерними ознаками складу і властивостей солодей є:**

- неоднорідність ґрунтового профілю за гранулометричним складом;
- збідненість мулистими частками верхнього осолоділого горизонту ( $H_2$ ) та збагачення ними ілювіального горизонту ( $I$ );
- накопичення кремнезему у верхніх горизонтах і збіднення їх півтораоксидами, які накопичуються в ілювіальному горизонті;
- низький вміст гумусу і поживних речовин у верхньому осолоділому горизонті, у складі гумусу переважають фульвокислоти;
- низька ЄКО в осолоділому горизонті – 10-15 мг-екв/100 г ґрунту, у складі поглинених катіонів є  $H^+$  (рис. 7.18);
- реакція ґрунтового розчину в осолоділому горизонті ( $H_2$ ) – кисла або слабкокисла (рН=3,5-6,5), у нижніх горизонтах – близька до нейтральної або слабколузна.

Типові солоді – ґрунти із поганими водно-фізичними властивостями і низькою родючістю. При оранці безструктурний горизонт  $H_2$  запливає, утворює кірку і утруднює отримання нормальних сходів. Крім того, залягання солодей в западинах сприяє застою на них води, особливо навесні.

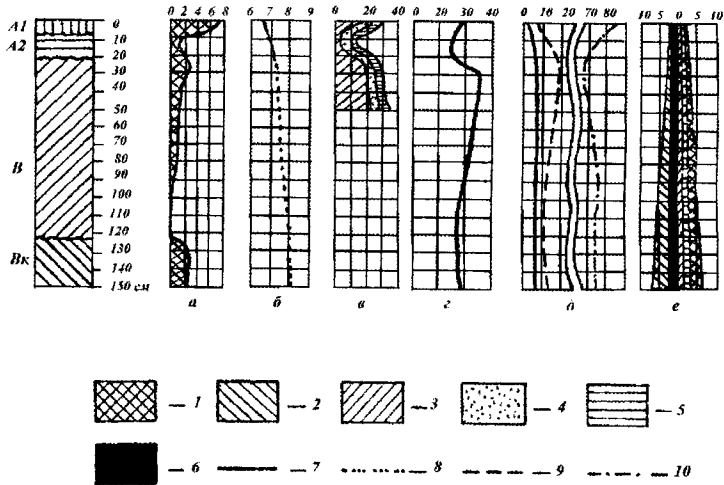
**Класифікація солодей базується на одній ознаці – умовах утворення:**

1) *солоді лісові (типові)* – розвиваються під березовими і березово-осиковими колками і мають добре виражений осолоділий горизонт  $H_2$ ;

2) *солоді лучні (дернові)* – утворюються під освітленими колками або в пониженнях типу подів, лиманів із добре розвиненим тра-

в'янистим покривом, мають чітко виражений дерновий горизонт  $H_0$ ;

3) *солоді лучно-болотні (торфові)* – формуються в пониженнях під лучно-болотною рослинністю при близькому заляганні ґрунтових вод. Для них характерна наявність торфового горизонту і оглеєння за всім профілем.



**Рис. 7.18.** Хімічна характеристика солоді

(І. П. Герасимов і М. А. Глазовська, 1960):

*a* - 1 - гумус %; 2 -  $CO_2$  (карбонати) %; *б* - рНвод (7 - кисла реакція, 8 - лужна реакція); *в* - поглинуті катіони (3 -  $Ca^{2+}$ , 4 -  $Mg^{2+}$ , 5 -  $Na^+$ , мг-екв./100 г ґрунту); *г* - 7 - мул %; *д* - валові (7 -  $P_2O_5$ , 9 -  $Al_2O_3$ , 10 -  $SiO_2$ ) %; *е* - водна витяжка: аніони, катіони (1 -  $SO_4^{2-}$ , 2 -  $SO_4^{2-}$ , 3 -  $HCO_3^-$ , 4 -  $Ca^{2+}$ , 5 -  $Mg^{2+}$ , 6 -  $Cl^-$ , 7 -  $Na^+$ ), %

У зв'язку із низькою природною родючістю солодей доцільно їх залишати під лісом або використовувати як сіножаті та пасовища. Інтенсивне сільськогосподарське використання солодей і осолоділих ґрунтів можливе за умов збагачення їх органічною речовиною (гноєм, компостами) і внесення мінеральних добрив. Добрі результати поліпшення солодей дає землювання – покриття поверхні ґрунтів перегнійним ґрунтом, що привозиться із довколишніх ділянок.

Меліорація солодей зводиться до зміцнення колоїдного комплексу шляхом заміщення іону  $H^+$  на  $Ca^{2+}$  за допомогою вапнування ра-

зом із внесенням органічних добрив, сапропелю, регулюванням водного режиму шляхом осушення.

Необхідно відзначити, що в природі практично рідко зустрічаються «чисті» солончаки, солонці або солоді. Як правило, такі ґрунти бувають одночасно засоленими, солонцюватими чи осолоділими.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Що таке меліорації земель?
2. На які типи класифікують сільськогосподарські меліорації?
3. Охарактеризуйте основні особливості та досягнення меліорацій у Світі.
4. Охарактеризуйте стан меліорованих земель в Україні .
5. Назвіть причини та ознаки надлишкового зволоження, процесів заболочування.
6. Чим відрізняється болото, перезволожені та заболочені землі?
7. Вкажіть основні показники, за якими подається генетико-агромеліоративна характеристика перезволожених ґрунтів.
8. Охарактеризуйте причини, закономірності формування та характер водно-повітряного режиму перезволожених земель.
9. Які можливі екологічні наслідки осушувальних гідротехнічних меліорацій?
10. За рахунок чого виникає проблема підтоплення територій?
11. Які землі потребують зрошення?
12. Як підвищується продуктивність земель при зрошенні?
13. Назвіть основні передумови та причини аридизації земель.
14. Які типи посух існують?
15. Від яких природних передумов та антропогенних причин залежить виникнення посухи?
16. Які умови визначають необхідність зрошувальних меліорацій?
17. Які типи та способи зрошення існують?
18. Які особливості впливу зрошення на екологічний стан ґрунту, рослин та мікроклімату?
19. Що є причинами вторинного засолення ґрунтів півдня України?
20. Які типи засолених ґрунтів поширені в Україні і де?
21. Чим відрізняється будова ґрунтового профілю солонців, солончаків та солодей?

## Розділ 8. ПРОЦЕСИ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

### 8.1. Загальні поняття та класифікація процесів деградації ґрунтового покриву

Ґрунт є складною і дуже вразливою системою, що створювалася тисячоліттями, але може бути зруйнована людиною за лічені роки, місяці і навіть дні. В результаті розбалансованого використання ґрунтів в процесі антропогенної діяльності ініціюються процеси деградації ґрунтового покриву.

*Процеси деградації ґрунтового покриву* – процеси, викликані дією антропогенних і природних факторів, які спрямовують ґрунтоутворення в бік погіршення якості ґрунтового покриву, що супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури, зменшенням родючості ґрунту.

Аналіз літературних даних свідчить про наявність принаймні трьох підходів до класифікації процесів деградації ґрунтового покриву (див. рис.8.1).

Діагностика процесів деградації ґрунтового покриву (ПДҐП) розпочинається із ознак їх виявлення, які можуть простежуватися візуально в ґрунтовому профілі (морфологічні), так і виявлятися аналітично на основі виявлення факту зміни функціональних властивостей ґрунту (функціональні).

*Морфологічні* ПДҐП – чітко виражені зміни в будові і структурі ґрунтового профілю. До них відносяться: формування специфічних орних і підорних шарів ґрунту, зникнення в орних ґрунтах верхнього генетичного горизонту, лісової підстилки, степового войлоку, дернини, поява окремих прошарків (плужної підшви, шару акумуляції солей в результаті вторинного засолення і т.п.), зміна потужності окремих горизонтів і ґрунтового профілю в цілому, зміна порового простору і структурного стану ґрунту.



**Рис.8.1. Схема класифікації процесів деградації ґрунтового покриву**

*Функціональні* ПДГП – чітко виражені зміни однієї чи кількох функціональних властивостей ґрунту або ґрунтового режиму в цілому. До таких властивостей відносяться: водно-повітряно-фізичні, теплові, фізико-хімічні, хімічні, мінералогічні, біологічні.

Оскільки усі ці властивості взаємопов'язані і їхній стан визначає усі явища, що відбуваються у ґрунті, то чітко виражена зміна окремих властивостей викликає зміну цілих ґрунтових режимів.

## **8.2. Характеристика основних типів процесів деградації ґрунтового покриву**

До головних причин посиленого розвитку ПДГП відносять:

- розбалансовану структуру земельних угідь в басейнах річок, яка виявляється у переважанні нестабільних елементів ландшафту (орних земель, урбанізованих територій, виноградників, садів, транспортних мереж) над стабільними чи умовно стабільними (лісами, луками, багаторічними насадженнями, сіножатями, пасовищами);
- відсутність елементів контурно-меліоративної організації територій, що ініціює ерозію ґрунтів;
- розбалансовані сівозміни за ерозійно безпечними і небезпечними культурами, елементами живлення, органічною речовиною, вологоспоживанням тощо;
- несвоєчасний і надмірний обробіток ґрунту із використанням важкої техніки і без комбінування агрегатів;
- здійснення гідротехнічних меліорацій без достатнього вивчення гідрологічного та ґрунтових режимів, неврахування строкатості ґрунтового покриву;
- надмірне навантаження пестицидами;
- застосування мінеральних систем удобрення, посилення впливу фізіологічно кислих і лужних форм мінеральних добрив на фізико-хімічні та біологічні властивості ґрунту.

Сутність та наслідки розвитку основних ПДГП розглянуто в табл. 8.1. За наслідками вияву ДГПП поділяються на 7 груп (рис.8.1). Розглянемо особливості їх поширення на території України.

**Причини виникнення та характер поширення процесів деградації ґрунтового покриву на території України\***

№ п.п.	Тип деградації (група ПДГТ)	Поширення, % від загальної площі				Сутність процесу деградації	Причини виникнення	Наслідки зміни основних показників родючості ґрунту
		легкий	середній	сильний	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Втрата гумусу і поживних речовин (антропогенна дегуміфікація)	12	30	1	43	Вміст і запаси гумусу та елементів живлення у ґрунті зменшуються	Ерозія, посилення процесів мінералізації гумусу, застосування органічних та мінеральних добрив в розбалансованих нормах, підкислення ґрунтового розчину, лесиваж та оцідження ґрунту, погіршення мінералогічного, гранулометричного та структурно-агрегатного складу ґрунту, пептизація колоїдів, зменшення вбирної здатності ґрунту.	Погіршення поживного режиму ґрунту внаслідок зменшення вмісту елементів живлення та гумусу як субстрату розвитку мікроорганізмів і джерела поживних речовин. Погіршення вбирної здатності ґрунту, процесів фізико-хімічного вбирання і обміну іонів, структурно-агрегатного складу ґрунту, що спричиняє погіршення водно-повітряного і теплового режимів.
2.	Переущільнення (агрофізична деградація)	10	28	1	39	Збільшення щільності складення орного шару ґрунту, утворення плужної підшви	Щільність складення збільшується внаслідок погіршення структурно-агрегатного, гранулометричного складу ґрунту, причинами якого може бути ерозія, обробіток ґрунту у фізично	Погіршення умов розвитку кореневих систем рослин та водно-повітряного і теплового режимів ґрунту, а також зменшення біологічної активності ґрунту, котра прямо регулюється водно-повітряним режимом.



1	2	3	4	5	6	7	8	9
							пестиглому стані, застосування важкої техніки, утворення плужної підпиви є наслідком нераціональної сівозміни та тривалого однопольового основного обробітку ґрунту, в результаті чого верхня частина підорного шару сильно ущільнюється лезом плуга.	
3.	Замулення і кіркоутворення ( <i>агрофізична деградація</i> )	12	25	1	38	Процеси характерні для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу, які містять багато мулистій фракції. Під час дощів, особливо сильних злив, верхня частина орного шару ґрунту втрачає свою структуру і замулюється, при випаровуванні води утворюється кірка товщиною до 5-7 см.	Пелгізація мінеральних та органічно-мінеральних колоїдів в результаті збільшення одновалентних і зменшення полівалентних катіонів в складі ґрунтового розчину, а потім – ґрунтового вбирного комплексу, зменшення рН ґрунтового розчину у бік кислого чи лужного.	Пелгізація колоїдів і утворення кірки погіршує структурно-агрегатний склад ґрунту, зростає щільність складення, розвиток корневих систем рослин погіршується. В кірці утворюється багато мікрокапілярів, меніскові сили яких провокують посилене випаровування вологи ґрунтом, погіршується водноповітряний режим. Пелгізація колоїдів погіршує вбирну здатність ґрунту і перебіг фізико-хімічних процесів накопичення і обміну поживних речовин.
4.	Площинна водна ерозія ( <i>ерозійна деградація</i> )	3	13	1	17	Процес змивання верхнього шару ґрунту на землях з	Наявність коротких і крутих схилів, висока інтенсивність спіготання та	Зменшення потужності профілю ґрунту, втрата ґрунтом гумусу та елементів

1	2	3	4	5	6	7	8	9
						крутизною схилу > 1-2 <sup>0</sup> під впливом галіх, дощових та іригаційних вод	тривалі дощі, нестача снігів та водозатримуючих факторів у верхніх частинах схилів (лісів, гран'яного покриву, стерні), нераціональна структура посівних площ та обробіток ґрунту, посилена мінералізація гумусу і руйнування колоїдних часток та погіршення структурно-агрегатного складу ґрунту	живлення, погіршення внаслідок цього структурно-агрегатного складу та водно-повітряного, теплового, поживного і окисно-відновного режимів, замулення русел річок ерозійними наносами.
5.	Підкислення (фізико-хімічна деградація)	5	9	0	14	Процеси підкислення ґрунтового розчину іонами Н <sup>+</sup> та накопичення обмінних іонів Н <sup>+</sup> , Al <sup>3+</sup> та Mn <sup>2+</sup> у ГВК, які при обміні із ґрунтовым розчином спричиняють кислотність	Застосування фізіологічно кислих форм мінеральних добрив, фульватизація новоутвореного та мінералізованого гумусу в умовах надмірного зволоження та збіднення ґрунту на іони Ca <sup>2+</sup> та Mg <sup>2+</sup> , застосування органічних добрив, гуміфікація яких іде з переважним утворенням фульвокислот (тирси, соломи без азотної компенсації тощо)	Погіршення росту і розвитку рослин внаслідок пригнічення діяльності корисних мікроорганізмів, посилення зв'язування іонів фосфору алюмінієм та погіршення поживного режиму ґрунту та закупорення судин у корневих волосках і сповільнення надходження елементів живлення в рослинні організми.
6.	Заболочування (агрофізична деградація)	6	6	2	14	Процес накопичення на поверхні ґрунту шару торфу	Застій ґрунтових вод внаслідок передумов погані дренованості ґрунту, безстічних умов рельєфу та існування постійного джерела водного живлення	Погіршення росту і розвитку рослин, оглеєння, накопичення токсичних закисних сполук заліза

									Продовження табл.8.1		
1	2	3	4	5	6	7	8	9			
7.	Забруднення радіонуклідами (забруднення продуктами техногенезу)	5	6	0,1	11	Процес акумуляції радіонуклідів в ґрунті внаслідок техногенних викидів в атмосферу	Техногенні аварії і катастрофи на атомних електростанціях та установках, які працюють із використанням ядерних реакторів, випробовування ядерної зброї	Радіоактивне опромінення населення, тварин та ін. організмів при контакті із ґрунтом та споживанні сільськогосподарської продукції, вирощеної на радіоактивно забруднених ґрунтах.			
8.	Вітрова ерозія, втрата верхнього шару ґрунту (ерозійна деградація)	1	9	1	11	Процеси видування верхнього родючого шару ґрунту із зон дефляції та накопичення його в зонах акумуляції за умови сильних вітрів, який розпочинається за мінімальної швидкості вітру 3-4 м/с залежно від гранулометричного складу ґрунту та зволоження	Відсутність цокольних лісосмуг на рівнинних територіях та опуклих схилах, недостатній рівень зволоження ґрунту (<НВ).	Зменшується потужність верхнього родючого шару ґрунту, погіршуються агрономічно цінні властивості ґрунту, зменшується врожайність сільськогосподарських культур			
9.	Забруднення пестицидами (забруднення продуктами техногенезу)	2	7	0,3	9,3	Процеси акумуляції пестицидів та їх метаболітів у орному шарі ґрунту	Застосування пестицидів з метою захисту рослин від шкідників, хвороб, бур'янів, тощо	Міграція пестицидів та їх метаболітів у рослинні, тваринні організми та організм людини по трофічних ланцюгах, погіршення мікробіологічних процесів у ґрунті			
10.	Забруднення важкими металами (продукти техногенезу)	0,5	7	0,5	8	Процес акумуляції важких металів у орному шарі ґрунту	Техногенні викиди оксидів важких металів у атмосферу, застосування викопних мінеральних добрив та	Міграція важких металів у рослинні, тваринні організми та організм людини трофічними ланцюгами			

1	2	3	4	5	6	7	8	9
							компостів на основі осадів стічних вод	
11.	Засолення, підлуження (фізико-хімічна деградація)	1	3	0,1	4,1	Процеси вторинного засолення (осолонцювання та осолодіння) верхньої частини ґрунтового профілю та підлуження ґрунтового розчину внаслідок накопичення гідролітично лужних солей	Нераціональне зрошення важкодренуваних ґрунтів (чорноземів, каштанових, лучних ґрунтів зони Лісостепу та Степу на водонепроникних ґрунтоутворюючих породах), міграція солей нижніх шарів ґрунту у верхні за переважання випотного водного режиму, привнесення водорозчинних солей із поливною водою	Утворення солончаків (містять водорозчинні солі в орному та підорному шарах ґрунту, рН - лужне), солонців (містять >15% обмінного натрію в ілов'яльному горизонті, рН - лужне) та солодей (галогенні гігоморфні ґрунти, які містять обмінні $H^+$ та $Al^{3+}$ у колоїдному комплексі верхніх генетичних горизонтів, профіль різко диференційований, рН – кисле). Погіршення росту і розвитку рослин.
12.	Лінійна водна ерозія (ерозійна деградація)	0	1	2	3	Розмивання ґрунту важкого та середнього гранулометричного складу углиб концентрованими потоками води під час злив, затяжних дощів та сніготанення	Наявність крутих схилів, висока інтенсивність сніготанення та інтенсивні зливи, недостатність снігозатримуючих та водозатримуючих факторів у верхніх частинах схилів (лісів, трав'яного покриву, стерні), нераціональна структура посівних площ та обробіток ґрунту, посилена мінералізація гумусу і руйнування колоїдних часток та погіршення структурно-агрегатного складу ґрунту	Втрати земель за рахунок розвитку яружної мережі, спотворення рельєфу, руйнування комунікацій, замулення русел річок ерозійними наносами.

Продовження табл.8.1								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
13.	Замулення водойм (побічна дія водної ерозії)	1	1	1	3	Процес накопи- чення у водоймах твердих наносів внаслідок ерозій- них процесів	Водна ерозія ґрунтів, відсу- тність заліснених та залу- жених водоохоронних зон	Зменшення пропускної здат- ності, обміління річок та озер, посилення процесів евтрофі- кації води та погіршення її біохімічного складу.
14.	Пониження рівня денної поверхні (ерозійна деграда- ція)	0,05	0,15	0,15	0,35	Процес постулого- го пониження аб- солютних відміток поверхні землі, що фіксується геодез- ичними вимірю- ваннями	Ерозійні процеси, в резуль- таті яких відбувається пе- ренесення ґрунтового пок- риву з місць дефляції та де- нудації у місця акумуляції	Зменшується потужність вер- хнього родючого шару ґрун- ту, погіршуються агрономіч- но цінні властивості ґрунту, зменшується врожайність сільськогосподарських куль- тур
15.	Аридизація ґрунту (агрофізична де- градація)					Процеси переосу- шення орного шару, характерні для ґрунтів легкого гранулометричного складу і підвищен- ня їхньої рухливос- ті та придатності до дефляції	Нераціональні гідротехніч- ні меліорації та технології вирощування сільськогос- подарських культур, що призводять до погіршення водно-повітряного режиму ґрунту, руйнування агро- номічно цінних та водос- тійких агрегатів, зменше- ння вмісту гумусу	ґрунт втрачає зв'язність і стійкість до вітрової ерозії, відбувається посилення міне- ралізація гумусу, вивувається верхній родючий шар, істотно зменшується родючість в ре- зультаті ґрунт набуває ознак пустелі: безструктурний су- хий пісок, який легко переми- щується вітром, утворюючи дюни.
16.	Хімічна деграда- ція (фізико-хімічна деградація)	Дані відсутні				Процеси дисоціації заліза і глини з їх перерозподілом у профіль ґрунту	Нераціональні системи зе- млеробства та їх елементи (застосування добрив, об- робіток ґрунту), котрі приз- водять до посилення негпи- зації колоїдів ґрунту	Формування вторинно дифе- ренційованих ґрунтів, орний шар яких збіднений на фрак- цію мулистих мінералів, тому відбувається пониження ро- дючості такого ґрунту
18.	Мінералогічна де- градація (фізико-хімічна деградація)	Дані відсутні				Процеси вермику- льгізації, магнези- зації, серпентизації силікатів		

\* Для побудови таблиці використовувалися дані В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової та ін., 1998

**1. Антропогенна дегуміфікація** є одним із найбільш поширених і найбільш небезпечних ПДГП, тому що веде за собою розвиток інших деградаційних процесів та погіршення всіх режимів ґрунту (табл.8.1) За даними Б. Г. Розанова та ін. (1989), швидкість сучасної дегуміфікації ґрунтового покриву планети за останні 50 років збільшилася порівняно із середньосторічною у 24,3 рази.

Загалом на процеси гумусонакопичення та мінералізації гумусу в орних ґрунтах впливає два типи факторів: біотичні та абіотичні. До останніх відносять: космічні фактори кліматоутворення, рельєф місцевості, гранулометричний та мінералогічний склад ґрунтоутворюючих порід. До основних біотичних факторів належать: тип рослинного покриву та антропогенна діяльність.

До антропогенно зумовлених причин дегуміфікації належать:

1) зменшення кількості рослинних рештків, що надходять у ґрунт та на його поверхню при заміні природного біоценозу агроценозами;

2) посилення мінералізації органічної речовини внаслідок інтенсивного обробітку та аерації ґрунту;

3) розбалансованість структури посівних площ посилює процеси ерозійних втрат гумусу та прискорює мінералізацію органічної речовини;

4) розкладання і біодеградація гумусу під впливом фізіологічно кислих добрив і активації мікрофлори при внесенні добрив;

5) посилення мінералізації гумусу внаслідок осушення перезвожених ґрунтів;

6) посилення мінералізації гумусу зрошуваних ґрунтів у перші роки зрошення та в умовах нестачі органічних добрив;

7) втрати гумусу через водну та вітрову ерозію.

8) пригнічення мікробіологічних процесів гумусоутворення при застосуванні пестицидів;

Залежно від ступеню і характеру змін умов агроценозів встановлюється новий рівень рівноважного стану органічної речовини. При цьому орні землі із постійною системою землеробства наближаються до нового клімаксно-рівноважного стану відносно вмісту і запасу ор-

ганічної речовини. Внесення високих норм мінеральних добрив може викликати посилення процесів мінералізації і, як наслідок, подальше пониження вмісту органічної речовини у ґрунті.

Слід відзначити, що зміна гумусового стану ґрунтів під впливом антропогенного фактора для різних ґрунтово-кліматичних зон має свої особливості (див. табл. 8.2). За останні 20 років середньорічні втрати зросли у 1,65 рази відносно втрат за попередні 80 років.

Таблиця 8.2

*Динаміка втрат запасів гумусу в ґрунтах України  
(за С. О. Бацулою та ін., 1992)*

Зона	Втрати гумусу, т/га, по роках		
	1882-1961	1961-1981	За 100 років
Полісся	0,07	0,57	0,18
Лісостеп	0,34	0,56	0,37
Степ	0,24	0,58	0,31
У середньому по Україні	0,30	0,57	0,32

Щорічні втрати гумусу становлять близько 240 млн т. З 1 га вноситься 700 кг поживних речовин, що у 2-3 рази більше, ніж надходить із добривами.

**Агрофізична деградація** ґрунтів виявляється у порушенні оптимальних для розвитку і росту культурних рослин фізичних властивостей кореневмісного шару: ущільненні, зменшенні загальної пористості, втраті структури, підвищенні твердості, утворенні ґрунтової кірки, зменшенні водопроникності, вологемності тощо.

Найбільш інтенсивно ущільнюються структурно-інертні ґрунти, що містять порівняно мало органічної речовини і збагачені на малоактивні глини. Антропогенними факторами значного погіршення агрофізичного стану ґрунтів є:

- надмірний механічний обробіток ґрунту;
- ущільнююча дія сільськогосподарської техніки;
- надмірне та безконтрольне зрошення;
- застосування високих доз мінеральних добрив.

В Україні переважають середньо- та важкосуглинкові ґрунти, які характеризуються високою схильністю до ущільнення. Інтенсивний обробіток ґрунту (зокрема часта оранка) є ефективним доти, поки не мінералізуються запаси гумусу, після чого створюються умови для руйнування орґано-мінеральних колоїдів та агрономічно цінних і водостійких агрегатів.

Як фактор ущільнюючої дії сільськогосподарської техніки є дані В. В. Медведєва (2002), згідно яких в колії колісних тракторів типу Т-150К відбуваються такі зміни: зростання щільності ґрунту в шарі 20-30 см на  $0,18 \text{ г/см}^3$ , різке погіршення водно-повітряного режиму, зростання твердості в 3-4 рази, зменшення водопроникності в 3-5 разів порівняно з неущільненими аналогами. Негативні наслідки ущільнення можуть спостерігатися до глибини ґрунту 50-60 см.

Надмірне і безконтрольне зрошення навіть річковою водою протягом нетривалого періоду (до 20 років) призводить до різкого погіршення агрономічно цінної структури, зменшення крихкості ґрунтової маси під дією робочих орґанів сільськогосподарських знарядь, зростання її щільності. Підвищення доз мінеральних добрив (понад 100 кг/га діючої речовини) призводить до руйнування структури чорноземів, активізує процеси пептизації колоїдів і посилює дисперсність ґрунтової маси.

**3. Фізико-хімічна деградація** ґрунтів виявляється у процесах підвищення мобільності гумусу, зменшення частки детритної складової у гумусовому комплексі, декальціювання орґаного шару, його підкислення або, навпаки, підлуження, зменшення величини буферності, а також забруднення ксенобіотиками.

Втрата обмінного кальцію призводить до зниження активного гумусу, погіршення умов безповоротної взаємодії між орґанічними та мінеральними колоїдами. Обмінний кальцій діє також як посередник при взаємодії між орґано-мінеральними колоїдами і новоутвореними гумусовими речовинами. В процесах протидії деяким видам фізико-хімічної деградації ґрунту має велике значення кислотно-основна буферність.



**4. Ерозійна деградація** ґрунтів виявляється у прискореному розвитку процесів водної та вітрової ерозії (дефляції).

Найбільш істотних зрушень при такому виді деградації зазнають колоїдно-хімічний та гумусовий комплекси ґрунту, що веде за собою погіршення всіх ґрунтових режимів і, як результат, втрати врожайності сільськогосподарських культур та зміну ландшафтів. Детально ерозійні ПДГП розглянуто в розділі 9.

**5. Біологічна деградація** ґрунтів виникає як результат порушення водно-повітряного, теплового або поживного режимів ґрунту і проявляється у процесах зниження біологічної активності, зменшення мікробіологічного генофонду ґрунту та зменшення коефіцієнтів гуміфікації органіки та збільшення коефіцієнтів її мінералізації, пониження сезонної циклічності біологічної активності головних груп мікроорганізмів.

Інтенсивність перебігу і динамічні коливання активності різних груп мікроорганізмів зумовлюють безперервне функціонування ґрунту як самовідновної екосистеми, де відбувається малий біологічний кругообіг речовин. Діяльність мікроорганізмів забезпечує живлення сільськогосподарських культур, оскільки їхні ферменти вивільняють різні елементи живлення з важкодоступних рослинам сполук і переводять у доступні для рослин іонні і прості молекулярні форми. Саме мікроорганізми забезпечують утилізацію ексудатів рослинного походження, які часто є продуктами метаболізму і тому пригнічують розвиток самих рослин.

Мікроорганізми ґрунту забезпечують трансформацію органічної речовини. Тому від співвідношення і чисельності окремих груп мікроорганізмів залежить спрямування цих процесів у бік гумусоутворення чи мінералізації органіки і гумусових сполук ґрунту. Оскільки гумус є інтегральним фактором формування всіх ґрунтових режимів, то спрямованість процесів мікробіологічної деградації є потужним механізмом управління родючістю ґрунту.

**6. Забруднення продуктами техногенезу** відбувається виключно під впливом діяльності людини. На сьогодні до найбільш вагомих забруднювачів ґрунтового покриву у Світі і Україні відносять ряд

продуктів техногенезу: залишки пестицидів, важкі метали, радіонукліди. Детально процеси та причини утворення цих продуктів і можливі наслідки розглянуто в розділі 10.

**7. Руйнування ґрунтового покриву при геолого-розвідувальних роботах та видобуванні корисних копалин** набуває прискорення у зв'язку із зростанням енергетичних і сировинних потреб людства, чисельність якого збільшується, а також зростають потреби кількості та різноманітності продуктів споживання і благоустрою. Детально ці процеси та можливі наслідки розглянуто в розділі 11.

### **8.3. Причини розвитку та особливості поширення процесів деградації ґрунтового покриву у світі та Україні**

Нині під впливом антропогенної діяльності деградовано близько 15% поверхні суші Землі (55,7% порушень викликано водною ерозією, 28% – вітровою ерозією, 12,1% – хімічним впливом, 4,2% – фізичним впливом).

До істотних причин розвитку та поширення основних типів деградацій ґрунтового покриву в Україні належать:

1. *Дуже високий рівень освоєння території і розбалансованість ландшафтно-басейнової структури:* тільки 8% площі України залишається в некультивованому природному стані (болота, озера, ріки, гори). Площа цілинних земель в Україні становить тільки 0,4% її території, на частку площ під багаторічними насадженнями припадає 2,2%, сіножаттями – 5,8% і пасовищами – 13,2%. Показник сільськогосподарського освоєння земельного фонду, який є одним із найвищих у світі – 71% території країни.

#### **Факти**

*У США розораність території складає 19%, Франції і ФРН – 33%, Італії – 31% Україна відноситься до країн із високим рівнем освоєння і антропогенної трансформованості земельних ресурсів.*

Згідно чинних норм, площа розораності земель на рівні 60–80% загалом вважається несприятливою, 20–60% – умовно сприятливою і менше 25% – сприятливою. Найвищу сільськогосподарську освоє-

ність території мають землі Запорозької (88%), Миколаївської (87%), Кіровоградської (86%), Дніпропетровської, Одеської (по 83%) та Херсонської (82%) областей.

Екологічно небезпечним є використання під рілля заплавлених земель, які піддаються інтенсивному розмиванню внаслідок повеней і стають джерелом забруднення поверхневих і підземних вод. Надзвичайно небезпечним для навколишнього середовища і людини є сільськогосподарське використання схилів під рілля. Вони належать до тектонічно рухомих зон земної кори, де найбільше виявляються небезпечні геологічні процеси та існує безпосередній зв'язок між поверхневими і підземними водами, які на схилах найчастіше забруднюються пестицидами та іншими шкідливими речовинами. В умовах сільськогосподарського використання схили перестають виконувати функцію захисту водних басейнів від поверхневого, ґрунтового і підземного стоку біогенних елементів.

*2. Висока землеємність основних галузей народного господарства.* Існуючі нормативи відведення земельних ділянок для потреб промисловості, транспорту, енергетики у 2,5–2,7 разів перевищують нормативи, прийняті у країнах Західної Європи. Значні території зайняті відходами виробництва, відвальними породами, хвостосховищами. В чорній металургії і теплоенергетиці більш як 40% території займають шламонакопичувачі та інші вмістилища відходів. Окремі галузі промисловості, транспорту характеризуються дуже високою питомою землеємністю. Так у хімічній промисловості на кожну умовну одиницю капіталовкладень припадає 6,63 га землі; місцевій промисловості – 5,12; кольоровій металургії – 2,92; коксохімічному виробництві – 1,95; нафтопереробній галузі – 2,32; теплоенергетиці – 2,50; машинобудуванні – 2,04–4,00 га, у харчовій промисловості високою землеємністю характеризується цукроваріння – 4,53 га. Надвисока землеємність склалася в гірничовидобувній промисловості – 42,90 га; кольорових металів – 30; чорних металів – 23,90; добуванні вугілля – 12,90 га на один мільйон умовних одиниць капіталовкладень.

*3. Накопичення та нераціональна утилізація відходів.* До ком-

плексних форм забруднення призводить поховання промислових і побутових відходів. Загорання сміття часто переростає в процес перманентного тління відходів, що супроводжується інтенсивним забрудненням атмосфери інгредієнтами невідомого складу. Не вдається уникнути вторинних процесів забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод відходами, котрі вимиваються і розчиняються.

#### **Факти:**

Нині в Україні загальна маса накопичених відходів (у поверхневих сховищах) перевищує 25 млрд тонн, що в розрахунку на 1 м<sup>2</sup> території становить близько 40 тис. тонн. На одну людину припадає понад 400 тонн. Загальна площа земель, зайнятих під відходами, складає більше 160 тис. га..

**Таблиця 8.3**

#### **Розподіл земель України за якісним станом ґрунтового покриву\*\***

<b>Ознака або показник стану</b>	<b>Сільгоспугідь</b>	<b>Ріллі</b>
1. Гранулометричний склад ґрунтів:		
- глинисті	18,1	15,7
- суглинкові	40,1	32,6
- супіщані	6,5	4,6
2. Засолені ґрунти:	3,0	1,5
- слабо повторно засолені	2,3	1,3
- середньо засолені	0,4	0,1
- сильно засолені	0,2	0,04
- солончаки	0,1	0,01
- землі із солонцевими комплексами	1,0	0,6
3. Кислі ґрунти:	18,5	15,7
- із реакцією, близькою до нейтральної	9,0	8,2
- слабокислі	6,0	5,2
- середньокислі	2,4	1,8
- сильнокислі	1,1	0,5
4. Перезволожені ґрунти:	3,2	2,8
- заплавні	0,6	0,4

- позазаплавні	2,6	2,4
5. Заболочені ґрунти	3,1	1,3
6. Кам'янисті ґрунти	1,0	0,4
7. Дефляційно небезпечні ґрунти:	33,4	28,5
- слабонебезпечні	16,7	15,5
- середньонебезпечні	15,8	12,5
- сильнебезпечні	0,9	0,5
8. Піддані вітровій ерозії	2,9	2,6
9. Піддані разом вітровій і водній ерозії	3,5	2,8
10. Піддані водній ерозії:	22,9	18,3
- слабо	15,2	13,6
- середньо	5,6	3,9
- сильно	2,1	0,8
11. Групи ґрунтів без ознак погіршення	10,8	9,4

\* Дані Держагенства земельних ресурсів України

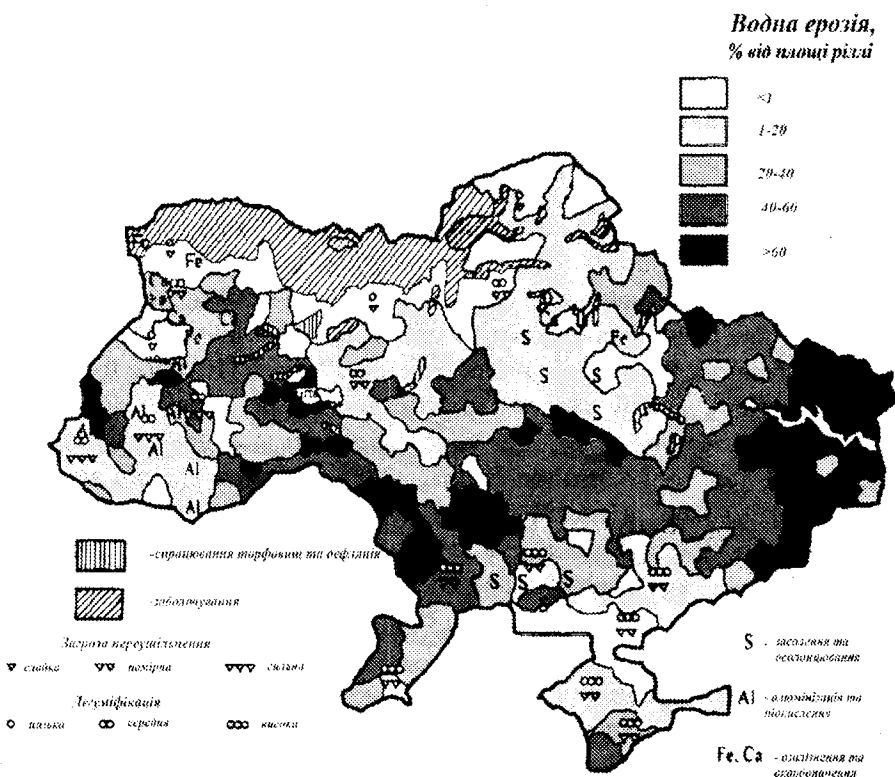
4. *Розбалансована структура земельного фонду населених пунктів.* Використання земель населених пунктів (11,1% від їх загальної території) характеризується: недостатньою диференціацією на зони (промислової, житлової, рекреаційної), низький ступінь озеленення тощо. На високоцінних міських землях розташовано 0,5 млн. садових ділянок, які займають 30 тис.га. Землі природоохоронного, рекреаційного, оздоровчого, історико-культурного призначення займають лише 1,6 млн. га (2,6%).

5. *Низький рівень впровадження сучасних енергозберігаючих систем землеробства.* Існуюча нерациональна організація землекористувань включає: прискорений розвиток ерозії; розбалансованість сівозмін; недотримання науково обґрунтованих систем застосування добрив; надмірний обробіток ґрунту та ступінь пестицидного навантаження на агроєкосистеми; істотне зменшення насичення ріллі органічними добривами, що пов'язане із занепадом тваринництва.

6. *Радіаційне ураження території України внаслідок аварії на ЧАЕС.* Внаслідок Чорнобильської аварії на сьогодні загальна площа

забруднення ґрунтів радіоактивним цезієм  $Cs-137$  складає 8,4 млн. га сільгоспугідь, більша частина яких розташована в Житомирській області (70%) і південних районах Київської області (15%). Інші забруднені ділянки розподілилась у вигляді радіоактивних плям різної активності, конфігурації і розміру на території Рівненської, Волинської, Чернігівської, Вінницької, Черкаської, Тернопільської областей (див.розд.10).

Особливості територіального поширення основних ПДГП на території України відображено на рис.8.2.



**Рис. 8.2. Поширення основних ПДГП на території України**  
(В.В. Медведєв, 2002)

**1. Втрати гумусу і поживних речовин** загалом відмічаються на 43% площі держави. За останні 35-40 р. вміст гумусу в ґрунтах України зменшився на 0,3-0,4% і становить 3,1% (рис.8.3). Проте сьогодні темпи втрат прискорюються. За даними агрохімічних обстежень, протягом останніх 5 років вони склали: у зоні Степу – 0,09, у зоні Лісостепу – 0,1, у зоні Полісся – 0,03 відсотка. Згідно розрахунків УААН втрати гумусу щорічно становлять від 0,6 до 1 т/га.

У останні роки відбувається поступове збіднення ґрунтів на поживні речовини внаслідок зменшення норм застосування мінеральних добрив. Площа удобрених угідь зменшилася до 21% від загальної. Сьогодні в Україні майже 2,7 млн. га земель відносяться до агрохімічної групи з дуже низьким і низьким вмістом рухомих форм фосфору. Зменшується і вміст обмінного калію. У зоні Полісся майже на 7% збільшилися площі з дуже низьким і низьким вмістом обмінного калію. Нині до таких земель належить 38% ріллі.

**2. Переущільнення ґрунту**, не зважаючи на зниження обсягів сільськогосподарських робіт, має місце на 39% території сільськогосподарських угідь. Це є наслідком: надмірного механічного обробітку ґрунту, ущільнювальної дії техніки, безконтрольного зрошення, загальне зниження рівня культури землеробства. Найменшого ущільнення зазнають ґрунти північних районів України (Полісся й Північний Лісостеп), а найбільшого – ґрунти західних регіонів.

**3. Ерозійні процеси ґрунтового покриву** розвиваються майже на 57,4 % території України. Із них: 32,0% зазнають впливу вітрової ерозії, 22% – водної ерозії, а 3,4% – сумісної дії водної та вітрової ерозій. Щорічне зростання площ еродованої ріллі сягає загалом в Україні 60-80 тис. га. Особливо непокоять масштаби та інтенсивність цих процесів на чорноземах та близьких до них за родючістю ґрунтах.

Поряд із площинною ерозією досить інтенсивно розвиваються процеси лінійного розмиву та яроутворення. За даними Держкомзему площа ярів в Україні становить 141,0 тис. га.

Головним чинником, котрий зумовлює значний розвиток ерозійних процесів, є високий рівень сільськогосподарського освоєння

території. На 80% міських територій має місце вияв близько 20 видів небезпечних геологічних процесів, серед яких найбільш загрозливи залишаються підтоплення, зсуви, абразія, карст. У 2240 населених пунктах підтоплюється 800 тис. га земель, а у 200 – мають місце зсуви, карст.

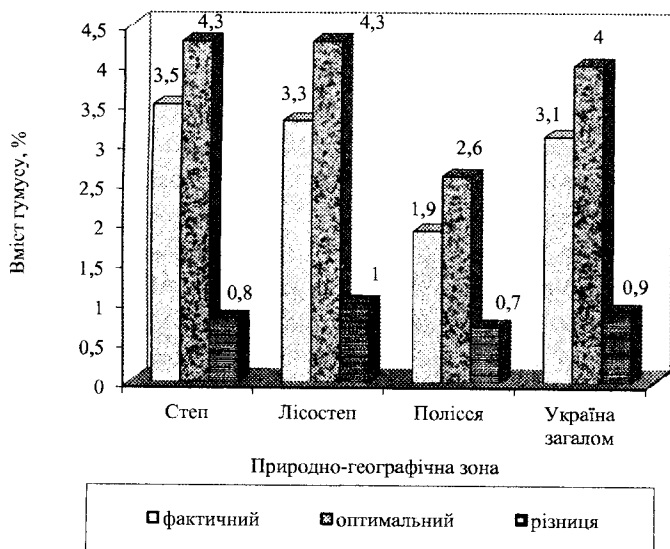


Рис. 8.3. Фактичний та оптимальний вміст гумусу в ґрунтах України (за даними В.В. Медведєва, 2002)

Щорічно унаслідок руйнування морських берегів (абразії) втрачається понад 100 га особливо цінних прибережних територій; 30 тис. км<sup>2</sup> становить площа територій, де прогресують просадкові явища. У Івано-Франківській та Закарпатській областях, Криму на 70% гірських водозборів, переважно у низькогір'ї, розвинуті селеві процеси. Величина ураженості якими охоплює від 3-25% території.

**4. Забруднення ґрунтів радіонуклідами** має місце на площі 6,7 млн. га, з них до 1 Кі/км<sup>2</sup> – 5,6 млн. га, 1-5 Кі/км<sup>2</sup> – 1,0 млн. га, 5-15 Кі/км<sup>2</sup> – 100 тис. га, понад 15 Кі/км<sup>2</sup> – 27 тис. га. Зона відчуження займає 58 тис. га. Складна ситуація залишається на території



Полісся, яке найбільше постраждало від наслідків аварії на Чорнобильській АЕС. Високі показники забрудненості рослинницької та тваринницької продукції радіонуклідами відмічаються у Волинській, Житомирській, Рівненській, Чернігівській та Київській областях.

**5. Забруднення ґрунтів продуктами техногенезу** призвело до того, що близько 20% території України перебуває у незадовільному стані за рівнем забрудненості різними токсичними сполуками. Основні джерела забруднення властиві сільському господарству, промисловості і транспорту.

Найбільш небезпечним для довкілля є забруднення ґрунтів радіонуклідами, важкими металами (далі – ВМ), пестицидами, збудниками інфекційних хвороб тощо.

Забрудненість ґрунтів залишками пестицидів на землях сільськогосподарського призначення залишилася на рівні 1%. Рештки пестицидів виявлено у рослинницькій продукції 12,5%. Однак проби із перевищенням ГДК склали менше 1%. Найбільш виявленим є пестицидне забруднення земель - ТМТД та фураданом.

В Україні площа забруднених земель, які не використовуються у сільськогосподарському виробництві, зокрема і техногенно забруднених (разом із радіаційно забрудненими), складає 0,2% загальної площі.

Ареали техногенного забруднення навколо промислових підприємств мають пересічно радіус від 1-2 до 5-20 км. Ступінь забрудненості цих територій ВМ нерідко у 5-10 разів перевищує гранично допустимий рівень.

Напружена екологічна ситуація склалася і в нафтогазовому комплексі. В Україні відкрито та експлуатується близько 150 нафтових і газових родовищ, розміщених у Дніпропетровській, Полтавській, Харківській, Сумській, Чернігівській, Львівській та Івано-Франківській областях. За даними статистики, кількість аварійних ситуацій на підприємствах цієї галузі щорічно сягає 1,5 тис. випадків, частина яких супроводжується аварійними викидами нафти, нафтопродуктів, інших речовин. Родючість ґрунтів на локальних осередках нафтозабруднених земельних ділянках відновлюється до 20 років.

Потужним фактором техногенного забруднення ґрунтів є транспорт. Викиди вихлопних газів підвищують вміст свинцю у ґрунтах біля автотрас (навіть на відстані до 50 м від траси його вміст у 3-4 рази перевищує ГДК). У центрі міст, уздовж доріг з інтенсивним рухом перевищення вмісту свинцю в ґрунтах придорожньої смуги сягає 50-70 фонових значень.

**6. Підкислення ґрунтів** має місце в Поліській та Лісостеповій зонах, у Прикарпатті та Закарпатті. Кислі ґрунти займають 10,8 млн. га або 17,9% загальної площі України.

Найбільш обґрунтованим та розповсюдженим засобом запобігання збільшення площ кислих ґрунтів є вапнування. Однак протягом останніх 10 років через відсутність коштів обсяги вапнування кислих земель значно знизились (до 23,9 тис. га). Підкислення посилює процеси накопичення в рослинницькій продукції важких металів, радіонуклідів (на забруднених землях) та мінеральних форм азоту, а також їх вимивання і забруднення поверхневих вод.

**7. Засолення та підлуження ґрунтів** має місце на території 3986,2 тис. га (4,1% території України), зокрема ріллі – 2692 тис. га. До 1990 р. проводилось щорічне гіпсування на площі близько 180 тис. га та плантажна оранка на площі до 7 тис. га. З 1991 р. ці роботи майже припинено, що призводить до зниження продуктивності земель на 20-30%. Нині пріоритетним напрямом використання солонцевих земель є ресурсозберігаючий фітомеліоративний шлях: посів солестійких культур, а також вилучення лучних солонців зі складу ріллі до складу пасовищ.

**8. Розвиток процесів аридизації (опустелювання).** В Україні розвиваються три види опустелювання: кліматичне, сільськогосподарське та промислове. Зона кліматичного опустелювання займає близько 35%. Близько 8% площі України займають ландшафти промислового опустелювання, що утворилися на місцях добування корисних копалин (Донецький вугільний басейн; Криворізький гірничозбагачувальний комбінат; Маріупольський, Запорізький, Дніпропетровсько-Дніпродзержинський промислові вузли). Всього на території із різним ступенем природного, промислового та сільськогосподарсь-

кого опустелювання нині проживає близько 40% всього населення України.

***Питання для самоконтролю:***

1. За якими ознаками класифікують процеси деградації ґрунтового покриву?
2. Які типи деградацій ґрунтового покриву існують в Україні?
3. Що являє собою агрофізична деградація і які причини її виникнення?
4. Що являє собою дегуміфікація і які причини її виникнення?
5. Що являє собою опустелювання і які причини його виникнення?
6. Що являє собою підкислення ґрунтів і які причини його виникнення?
7. Що являє собою фізико-хімічна деградація і які причини її виникнення?
8. Які процеси деградацій мають найбільше територіальне поширення в Україні і світі?

## Розділ 9. ЕРОЗІЯ ГРУНТІВ ЯК ГЛОБАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ДЕГРАДАЦІЇ

### 9.1. Класифікація ерозійних процесів

Класифікацію ерозійних процесів та їхню характеристику навів у своїх працях С. Ю. Булигін. Розрізняють 2 типи ерозійних процесів:

1) **поверхнева ерозія** – механічний процес поступового руйнування і переміщення верхніх, найбільш родючих шарів ґрунту і порід, що його підстилають;

2) **підземна ерозія** – хімічні процеси розчинення і вимивання порід і ґрунтів, що мають в своєму складі велику частку легкорозчинних солей (гіпсу, карбонатів). В результаті під поверхнею ґрунту утворюються пустоти і, як наслідок, відбувається просідання поверхні ґрунту, утворення блюдця, обвалів.

Процес поверхневої ерозії відбувається у три етапи:

- 1) відокремлення часток ґрунту;
- 2) перенесення ґрунту - рух часток ґрунту від місця ерозії;
- 3) відкладання часток ґрунту в новому місці.

Класифікацію ерозійних процесів ґрунтів див. на рис. 9.1.

**1. Залежно від ступеню вияву** ерозія ґрунтів поділяється на 2 типи - *нормальну* і *прискорену*.

*1.Нормальна (геологічна) ерозія* виявляється у природних умовах (без втручання людини) і відбувається повільніше, ніж формування профілю ґрунту під час процесів ґрунтоутворення, а отже - компенсується процесами ґрунтоутворення. Тому ерозійні втрати ґрунту, які компенсуються ґрунтоутворенням, називають **нормою ерозії**.

Цей тип ерозії спостерігається на цілих землях, у лісах, на луках і, як правило, не призводить до утворення еродованих ґрунтів.

*2.Прискорена (антропогенна) ерозія* виникає внаслідок нераціональної господарської діяльності людини і відбувається інтенсивні-

ше, ніж процеси ґрунтотворення. Вона призводить до утворення еродованих ґрунтів.

**II. За фактором (силою), що прискорює руйнування ґрунту,** антропогенна ерозія ґрунтів поділяється на 4 типи:

1) *водна* – процеси руйнування і переміщення ґрунту під дією сил води;

2) *вітрова (дефляція)* – процеси руйнування і перенесення часток ґрунту повітряними потоками;

3) *хімічна* – процеси хімічного перетворення мінеральної частини ґрунту, котрі виявляються у дисоціації заліза і глини із наступним перерозподілом у профілі ґрунту, а також вермикулітизації силікатів; є найменш дослідженим типом деградації і різновидом ерозії ґрунтів;

4) *техногенна* – процеси руйнування і переміщення ґрунтового покриву в результаті техногенної діяльності людини.

**Водна ерозія ґрунту** класифікується на 5 підтипів: краплинну, площинну (поверхневу), лінійну (глибинну), ірригаційну, берегову і гірську.

Краплинний, площинний та лінійний підтипи водної ерозії одночасно є етапами розвитку процесу водної ерозії. Розглянемо їхні стадії (С.Ю. Булигін).

*1-й етап – краплинна (розбризкуюча)* ерозія відбувається в одну стадію – зміщення ґрунтових часток краплями дощу і перенесення їх на віддаль до 1,5 м.

*2-й етап – площинна (поверхнева)* ерозія – процеси повільного і нерегулярного стікання води по схилу вниз широкими мілкими потоками, в результаті чого вода переносить велику кількість ґрунтових часток до більш крупних вимойн.

*3-й етап – лінійна (глибинна)* ерозія – процеси формування лінійних ерозійних утворень рельєфу, які залежно від розмірів цих утворень протікають в кілька стадій:

*1-ша стадія – струмчаста* – стадія формування канавок (вимойн) в улоговинах або в борозенках від оранки, до яких змиваються тонкі площинні потоки води, котрі несуть частки ґрунту; ці потоки слабкі, тому оббігають грудки землі, рослини і рослинні рештки. Частіше всього вимойни бувають глибиною 2-10 см., але можуть сягати і до 25 см.

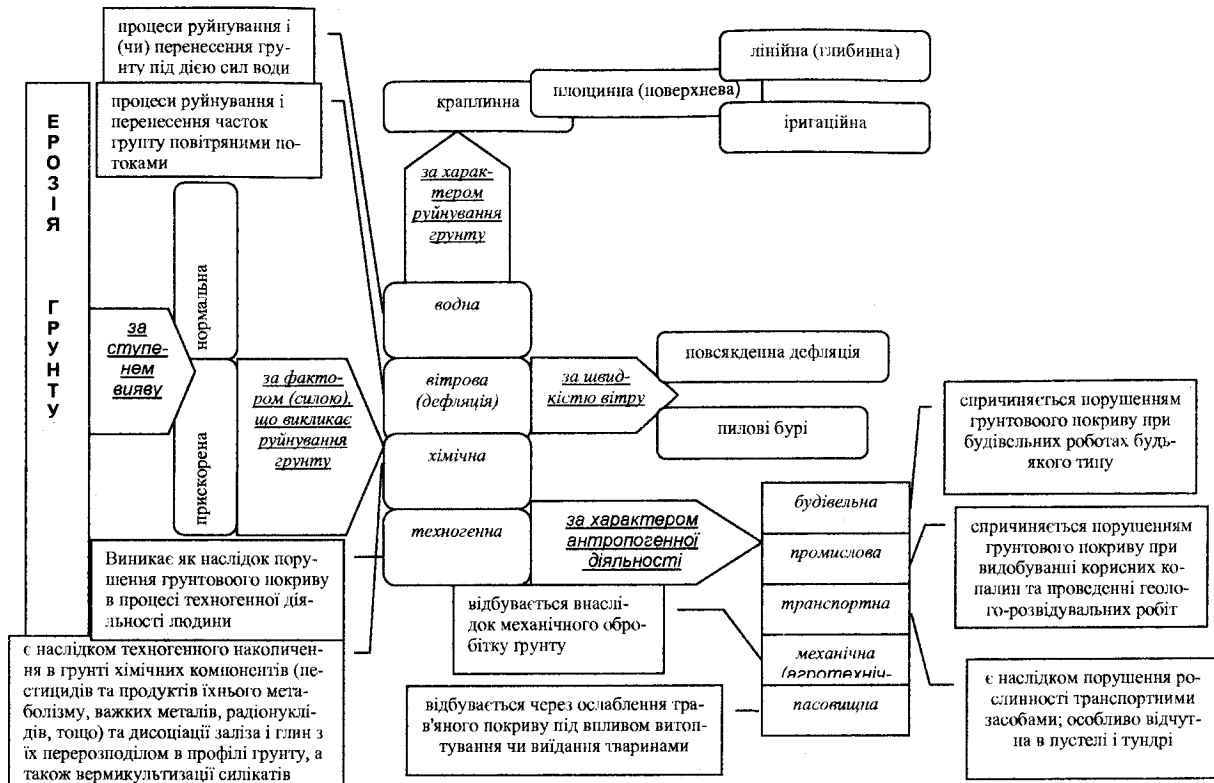


Рис. 9.1. Класифікація процесів ерозії ґрунту

При проведенні осіннього, весняного чи міжсезонного обробітку ґрунту вимоїни заповнюються, не залишаючи наслідків ерозії.

*2-га стадія – ефемерно-яружна* – стадія перетворення вимоїн у постійні улоговини на місцевості по мірі того, як вода шукає шлях найменшої опірності, створюючи більш крупні канави, які є недовговічними (ефемерними) ярами (улововинами) і утворюються в місцях поглиблень і найбільших понижень рельєфу на полі.

Глибина ефемерно-яружної ерозії частіше всього дорівнює глибині оранки, ширина – від 30 см до 1 м і більше. Глибокий бробіток ґрунту дозволяє кілька разів на рік заповнювати ефемерні ярки. Проте тимчасові ярки знову з'являються на тому ж місці з року в рік.

*3-тя стадія – яружна* – стадія переходу ефемерних ярів у більш велику, постійну вимоїну.

Ці русла із крутими берегами, котрі еродуються, піддаються різким повеням. Яруги і прилеглі до них ділянки у більшості випадків непридатні для сільськогосподарського виробництва, їх неможливо пересікти або знищити за допомогою звичайного ґрунтооброблюючого знаряддя.

*Берегова ерозія* (берегове розмивання) відбувається тоді, коли річки чи струмки розмивають свої береги. Як і у випадках із вимоїнами і ярами, концентрована водна течія відокремлює частину ґрунту, підмиває береги, внаслідок чого вони обвалюються. Різновидом берегової ерозії є *абразія* – руйнування морського узбережжя силою хвиль прибою.

*Іригаційна ерозія* – процеси змиву і розмиву ґрунту поливними водами, котрі виникають за умов нераціонально організованого зрошення на схилових землях, коли по лінії течії поливної води є схили, здатні до розмивання. Іригаційна ерозія як тип водної ерозії також проходить в кілька етапів. Якщо нераціональне зрошення відбувається за допомогою дощувальних машин, то початковим етапом є краплинна ерозія, якщо ж – борознами, то початковим етапом є лінійна ерозія, починаючи зі стадії утворення струмків.

Основною передумовою розвитку іригаційної ерозії є ухил зрошуваної поверхні, що перевищує 0,004-0,11 і більше.

Причинами іригаційної ерозії є:

- 1) розбалансована структура ландшафтів;
- 2) розбалансована організація території сільськогосподарських угідь (відсутність або нераціональне розміщення лісомеліоративних насаджень та гідротехнічних споруд);
- 3) погане планування зрошуваної поверхні;
- 4) низький рівень агротехніки (обробіток ґрунту вздовж схилів, застосування важкої техніки, надмірний обробіток ґрунту, розбалансовані системи застосування добрив та хімічної меліорації, що призводить до переущільнення орного шару);
- 5) проектування і будівництво зрошувальної мережі з великими ухілами (0,01 і більше);
- 6) відсутність водоскидної мережі і скид води в балки;
- 7) застосування дощувальної техніки з високою інтенсивністю дощу;
- 8) відсутність протиерозійних заходів.

*Гірська ерозія* – процеси утворення селевих потоків.

*Селі* – грязе-кам'яні потоки, які рухаються вздовж схилу чи русла гірського водотоку і після зупинки не розпадаються, а повільно застигають.

Селеві потоки відрізняються від інших водно-ерозійних мас тим, що вода тут є не транспортуючим середовищем, а одним із складових селю. Води в селевому потоці може бути у 5 разів менше, ніж твердого матеріалу.

Утворення селевих потоків відбувається за наявності таких *передумов*:

- 1) інтенсивне руйнування гірських порід;
- 2) випадання великої кількості опадів (50-60 мм);
- 3) наявність крутих схилів на великій протяжності;
- 4) наявність водонепроникної основи (скельна порода або глинистий шар).

*Причинами селеутворення є:*

- 1) розбалансованість структури ландшафтів у верхів'ях басейнів гірських річок;



- 2) відсутність або розрідженість лісонасаджень у верхів'ї ба-сейну;
- 3) техногенні порушення рельєфу (розробка родовищ корис-них копалин, прокладання магістралей, тощо);
- 4) відсутність протиселевих гідротехнічних споруд.

**Вітрова ерозія (дефляція)** – процеси руйнування і переміщення ґрунту за допомогою сили вітру, котрі виникають в умовах сильних вітрів, які видувають ґрунт.

Розрізняють *зони дефляції*, звідки видувається ґрунт, і *зони акумуляції*, де він нагромаджується. У зоні акумуляції на суглинкових ґрунтах утворюються наносні ґрунти, а під час розвіювання пісків – похований під них ґрунт.

Розрізняють два типи вітрової ерозії: повсякденну і пилові бурі.

*Повсякденну дефляцію* спричиняють вітри навіть малих швидкостей (до 5 м/с), відбувається вона повільно і непомітно, переважно на піщаних, супіщаних і карбонатних ґрунтах. За цього виду дефляції можуть спостерігатись оголення насіння, загорнутого в ґрунт, а також пошкодження молодих сходів рослин. Найсильніше повсякденна дефляція проявляється на вітроударних схилах, які не захищені лісо-смугами.

*Пилові, або чорні бурі* – найбільш активний і шкідливий вид дефляції. Такі бурі виникають під впливом сильного вітру (зі швидкістю понад 12-15 м/с) і можуть поширюватися на великі території, знищувати посіви на сотнях тисяч гектарів, зносити багато родючого ґрунту.

**Техногенна ерозія** – процеси руйнування і переміщення ґрунтового покриву внаслідок техногенної діяльності людини.

Залежно від виду техногенної діяльності, що стала причиною ерозії, розрізняють 5 типів техногенної ерозії:

- 1) *будівельна ерозія* – спричиняється порушенням ґрунтового покриву при будівельних роботах будь-якого типу;
- 2) *промислова ерозія* – спричиняється порушенням ґрунтового покриву під час видобування корисних копалин відкритим і підземним способами та проведення гелого-розвідувальних робіт;

3) *транспортна ерозія* – процеси порушення рослинного та ґрунтового покриву важкими транспортними засобами; яскраво виражені в тундрі та пустелі;

4) *пасовищна ерозія* – процеси механічного руйнування та переміщення ґрунту копитами тварин на схилах балок внаслідок збільшення навантаження на обмежену площу пасовища;

5) *механічна (агротехнічна) ерозія* – процеси переміщення ґрунту під час його обробітку.

Так, під час оранки уперек схилу внаслідок неповного повертання скиби вгору спостерігається осипання землі вниз по схилу. Ґрунт на схилах частково переміщується вниз і під час культивування, боронування, сівби.

Ґрунти України в більшій мірі піддаються водній ерозії порівняно із дефляцією (видуванням). На території України взагалі відсутні сильнодефльовані ґрунти. Категорія середньодефльованих складає біля 0,5%, а слабodeфльованих – 1,2%. При цьому найбільше піддаються дефляції незахищені лісосмугами родючі ґрунти Степу і Лісостепу – чорноземи (південні та звичайні) та темно-каштанові солонцюваті.

Середньозважені показники еродованості ґрунтів України (табл. 9.1) показують досить високий ступінь розвитку цих процесів. Так, сильнозмиті ґрунти займають біля 2,1% площі держави, середньозмиті – 6,3%, слабозмиті – 20,0%. Значну загрозу екологічному стану земельних ресурсів створюють такі типи деградаційних процесів ґрунтів як оглеєння та засолення і осолонцювання. Згідно середньозважених даних в Україні процесам оглеєння піддається 8,7% ґрунтів, серед яких поверхнево оглеєні займають – 3,5%, а ґрунтово оглеєні – 5,2%. Зосереджені комплекси оглеєних ґрунтів переважно на Поліссі і в Лісостепу, а також повсюди в заплавах річок.

Середньозважені показники засоленості і солонцюватості загалом по території України сягають 7%. Цим процесам піддаються переважно ґрунти Степу і в меншій мірі – Лісостепу (чорноземи південні, темно-каштанові та каштанові, чорноземи звичайні, лучні та алювіально дернові).

## 9.2. Чинники та умови виникнення, розвитку і поширення основних ерозійних процесів ґрунтового покриву

Процес ерозії характеризується, передумовами та причинами, які в сукупності і є чинниками. Оскільки природна ерозія є нормальною, а небезпеку руйнування ґрунтового покриву створює прискорена антропогенна ерозія, то саме природні фактори є передумовами виникнення прискореної ерозії, а нераціональна антропогенна діяльність причиною розвитку прискорених ерозійних процесів.

**Передумовами** розвитку процесів ерозії є природні умови території. **Причинами** виникнення, розвитку і поширення техногенних типів ерозії ґрунтів є антропогенна діяльність.

### *Розглянемо передумови та причини розвитку процесів ерозії.*

До *передумов* належать:

- рельєф місцевості,
- особливості клімату (опади, вітер, температура),
- рослинність,
- тип ґрунту (властивості ґрунту, що визначають рівень протиерозійної стійкості).

*Рельєф місцевості*, а саме – тип рельєфу (рівнинний, гірський) та характеристика схилів (крутизна, довжина схилів та їхня форма) визначають швидкість видування і змиву ґрунту.

*Тип рельєфу* визначає переважаючий тип ерозії. На рівнинних територіях переважає дефляція, на територіях із пересіченими формами рельєфу – схилами, гірськими утвореннями – переважає водна ерозія.

Рельєф або крутизна і довжина схилів, впливає на відокремлення і перенесення часток ґрунту. Вплив *крутизни та довжини схилів* виявляється у тому, що на коротких і крутих схилах (висотою 100-200 м, де середня крутизна сягає найвищих значень (2,8-3°)), ерозійні процеси найбільш виражені; якщо збільшується довжина схилів до 700 м і більше, то середня їх крутизна зменшується до 1,50-2,08°, відповідно зменшується й еродованість ґрунтового покриву.

Таблиця 9.1

Якісна характеристика структури ґрунтового покриву сільськогосподарських земель України  
(% від площі с.-г. угідь) (Медведєв В.В., Лактіонова Т.М. та ін., 1998)

ґрунт (тип)	Гранулометричний склад							Еродованість						Вид							
	піщані	Глинисто-піщані	супіщані	легкосуглинкові	середньосуглинкові	важкосуглинкові	глинисті	змиті			дефльовані			оглесніть				Засоленість і солонцюватість			
								слабо	середньо	сильно	слабо	середньо	сильно	поверхнева		ґрунтова		солонцюваті	солонцюваті і засолені	солонцюваті у комплексі з солончями	
														глеюваті	глеюваті	глеюваті	глеюваті				
1. Дерново-підзолисті	7,6	29,9	48,2	11,7	1,7	0,9		1,8	0,9	0,4	0,6			6,1	1,1	26,2	32,5				
2. Дернові оглеєні та їх опідзолені види	2,8	14,7	24,9	31,4	18,3	7,8	0,1							0,6		23,3	76,1				
3. Сірі лісові	0,1	0,2	16,8	42,9	34,0	6,0		19,7	8,8	3,2				11,5	3,9	1,6					
4. Темно-сірі опідзолені		0,1	4,7	39,0	31,4	24,2	0,6	18,8	8,5	2,6				0,8	0,1	19,3	2,9				
5. Чорноземи опідзолені		0,1	2,0	26,7	35,6	35,6	0,1	26,8	11,1	3,6											
6. Чорноземи типові			0,4	25,0	40,4	34,1	0,1	21,3	6,1	1,9											
7. Чорноземи звичайні			0,1	1,0	6,5	88,5	3,9	40,4	11,1	3,8	1,0	0,7							5,3		0,1
8. Чорноземи південні				2,2	10,5	84,4	3,0	18,5	5,5	1,5	4,6	1,4							15,2		0,1



При збільшенні довжини схилу проявляється ефект лавини. Шар стоку, який надходить із верхньої частини схилу, накладається на шар стоку, який формується у середній частині схилу. В результаті зростає швидкість і висота стікаючого шару води.

Залежність змиву ґрунту від довжини схилу (В.С. Федотов):

$$q = 0,0035 L^{2,6}, \quad (9.1)$$

$q$  - змив ґрунту, кг/м<sup>2</sup>;

$L$  - довжина схилу, м.

Форма схилу може бути прямою, випуклою та ввігнутою. Вплив форми схилу виявляється в тому, що на на верхніх ділянках схилів з опуклим профілем (при крутизні до 2°) змивання ґрунту не спостерігається, а із збільшенням крутизни вниз по схилу інтенсивність змивання ґрунту підвищується. На опуклих схилах має місце і дефляція. Швидкість ерозії на опуклих схилах у 5 разів вища, ніж на прямих. На схилах ввігнутої форми ерозія протікає нерівномірно. Свого максимуму ерозія ґрунту сягає у нижній частині схилу.

У роботах Сластихіна В.В. (1964) було встановлено коефіцієнти еродованості ґрунтів залежно від форми схилу (табл. 9.2).

**Таблиця 9.2**

**Вплив форми схилу на інтенсивність ерозії (Сластихін В.В., 1964)**

№ п.п.	Тип поздовжнього профілю схилу	Поздовжній профіль схилу	Ерозійний коефіцієнт, $K$
1.	Опуклий:		
	1- верхня третина схилу		1,92
	2- середина схилу		1,26
	3- нижня третина схилу	1,10	
2.	Прямий		1,00
3.	Ввігнутий:		
	1- верхня третина схилу		0,68
	2- середина схилу		0,85
	3- нижня третина схилу	0,93	

Кліматичні умови регіону є визначальним чинником процесів ерозії, як і ґрунтоутворення. Для розвитку водної ерозії ґрунту найбільш вагомими кліматичними показниками є:

- кількість атмосферних опадів та їх інтенсивність;
- характер снігового покриву та інтенсивність сніготанення;
- температура повітря, яка визначає характер розподілу опадів та інтенсивність сніготанення.

Чим більша кількість опадів та інтенсивність їхнього випадіння, тим вищий ступінь вияву водної ерозії. У свою чергу температура повітря посилює дію опадів, збільшуючи інтенсивність сніготанення і поверхневого стоку та підвищуючи швидкість висихання верхнього шару ґрунту.

Вітрова ерозія виникає тоді, коли вітри розвивають значну швидкість, а ґрунт недостатньо зволожений.

*Інтенсивність дощу* (мм/год), *тривалість* (год) і *частота* (розподіл дощів у часі) дозволяє оцінити ерозійну силу дощу. Якщо опади рівномірно розподіляються на протязі року, вони мають меншу небезпеку викликати водну ерозію, ніж тоді, якщо та ж кількість опадів випаде протягом короткого періоду часу.

Регулювання частоти і інтенсивності дощів здійснити складно, але за допомогою лісомеліоративних та агротехнічних заходів можна зменшити поверхневий стік, частково перевівши його у підземний, що зменшить ступінь ерозійної небезпеки.

*Особливості сніготанення* суттєво визначають якісний та кількісний перебіг процесів водної ерозії навесні.

Інтенсивність сніготанення та перерозподіл талого стоку у поверхневий і підземний як і рідкі опади можливо регулювати за допомогою агротехнічних, лісомеліоративних та гідротехнічних заходів.

Тип ґрунту (протиерозійна стійкість ґрунту) визначає здатність ґрунту до руйнування водою, швидкість і віддаль перенесення продуктів руйнування. До основних властивостей, що визначають ступінь протиерозійної стійкості ґрунту належать: мінералогічний та гранулометричний склад, структурно-агрегатний стан, вміст гумусу. Наприклад, частки пилу і глини переносяться водою набагато легше,

ніж частки піску. Ґрунти із більшим вмістом гумусу характеризуються кращим структурно-агрегатним складом, тому більш стійкі до водної ерозії порівняно із ґрунтами, що мають менший вміст гумусу.

**Рослинний покрив** є суттєвою передумовою розвитку процесів ерозії. Саме цей фактор визначає структуру ландшафтів, посівних площ та сівозмін в басейнах річок.

Рослинний покрив виконує суто ґрунтозахисну роль (див. рис. 9.2). Чим краще він розвинений, тим слабше виявляється ерозія. Густа рослинність різко уповільнює швидкість поверхневого стоку, сприяючи кращому поглинанню води, а також затримує ґрунтові частки, які змиваються із верхніх частин схилів. Рослинність сприяє нагромадженню снігу і, як наслідок, зменшує промерзання ґрунту, що у період весняного сніготанення призводить до кращого вбирання води ґрунтом.

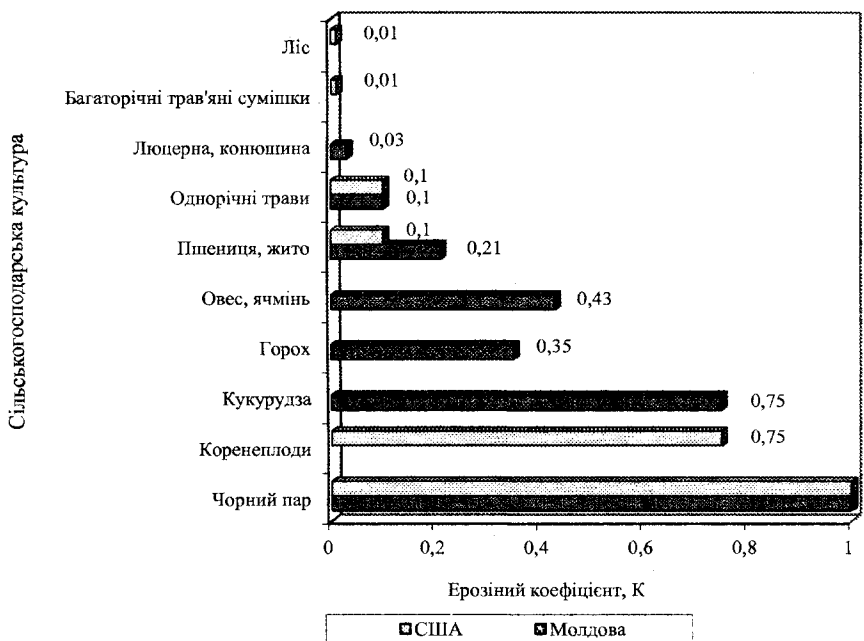


Рис. 9.2. Змив ґрунту під різними сільськогосподарськими культурами



Оптимальний відсоток лісистості, природних кормових угідь (луків, сіножатей і пасовищ), що розміщуються переважно на схилових землях, захищають поверхню землі від вітру, забезпечуючи повільне сніготанення і перехід поверхневого стоку у підземний, затримують потоки води, зменшуючи їхню ерозійну силу. Рілля є найбільш ерозійно небезпечним типом сільськогосподарських угідь. Але збалансоване її використання (сівозміни, системи землеробства та технології вирощування культур) дозволяє істотно зменшити рівень ерозійної небезпеки. Структура сівозміни суттєво впливає на коефіцієнт змиву ґрунту. Найбільш ерозійно небезпечними є чорний пар, коренеплоди, кукурудза, а найменше – багаторічні трави.

**Вітрова ерозія ґрунтів**, як фізичний процес імовірного характеру, може проявитися при поєднанні у часі і просторі таких передумов:

- 1) сприятливого типу рельєфу;
- 1) наявність вітру ерозійнонебезпечної швидкості;
- 2) вітронебезпечного стану поверхні ґрунту.

*Сприятливим типом рельєфу* для розвитку дефляції є рівнинний. Ступінь розвитку дефляції залежить від пилоутворювальної площі, під якою розуміють розорані землі, не розмежовані перешкодами (смугами, полями багаторічних трав, тощо). Зі збільшенням таких площ підвищується швидкість вітру над поверхнею ґрунту, насиченість повітряного потоку пилом і відповідно руйнівна сила його (лавинний ефект).

*Границя ерозійно небезпечної швидкості вітру* визначається гранулометричним складом та ступенем зволоження ґрунту. Так, на ґрунтах супіщаного гранулометричного складу вітрова ерозія починає проявлятися за швидкості вітру 3-4 м/с, на легкосуглинкових – 4-6, на важкосуглинкових – 5-7 і на глинистих – 7-8 м/с.

*Вітронебезпечний стан поверхні ґрунту* залежить від наявності на ньому рослинного покриву і механічної міцності (зв'язності) структурних часток ґрунту.

Наземна частина рослинного покриву гасить швидкість вітру, а підземна – армує ґрунт, зв'язуючи ґрунтові агрегати між собою кореневою системою. Вітронебезпечний стан характерний для оголених

від рослинності ґрунтів і визначається їхніми фізичними та фізико-хімічними властивостями. Частики піску (0,05-0,10 мм) переміщується на висоті 15 см, тоді як частки ґрунту діаметром 0,25 мм переносяться вітром у повітрі. Тому поверхня ґрунту є вітростійкою за наявності у верхньому шарі ґрунту понад 60% часток і агрегатів більше 1 мм в діаметрі (грудкуватість).

**Причинами** розвитку процесів ерозії є: розбалансована структура ландшафтів в басейні річки, посівних площ та сівозмін за культурами, що ініціюють розвиток прискореної ерозії ґрунтів. Схему взаємовпливу передумов і причин процесів ерозії наведено на рис. 9.3.



Рис. 9.3. Фактори ерозії ґрунтового покриву

**1. Структура ландшафтів** на території басейну річки відіграє базову роль в ініціації прискорення процесів ерозії.

*Ландшафти* – природно-господарські територіальні системи, які складаються з географічної оболонки, що в свою чергу є сукупністю природних елементів з різним ступенем антропогенного навантаження: ріллі, сіножатей, пасовищ, багаторічних насаджень, ареалів лісів, чагарників, природних луків, боліт, торфовищ, урбанізованих та селітебних територій, а також доріг, комунікацій і споруд.

Екологічну стабільність ландшафту порушують:

➤ високий ступінь розораності ландшафтів, що обумовлює не тільки прискорення ерозії, але і їх деградацію, погіршення стану водних ресурсів;

➤ нерівномірне і нераціональне розміщення в басейні річки ґрунтозахисних елементів ландшафту (лісів, природних кормових угідь, гідротехнічних стокореґулюючих і ґрунтозахисних споруд);

➤ прискорений розвиток ерозійних процесів, які руйнують не тільки ґрунти, а й довкілля в цілому;

➤ наднормативне урбанізаційне і рекреаційне навантаження.

**2. Система землеробства.** До складу системи землеробства входять такі компоненти як структура посівних площ і сівозмін, тип технологій вирощування сільськогосподарських культур та особливості їхніх складових (системи обробітку ґрунту, застосування добрив та захисту рослин), тому ефективність системи землеробства визначається збалансованістю і органічним взаємозв'язком її складових.

**3. Техногенна діяльність,** а саме такі її види як розробка та розвідка родовищ корисних копалин, експлуатація важкої техніки, нераціональний випас худоби, цивільне та промислове будівництво ініціюють процеси ерозії ґрунтів.

Таким чином, названі причини можуть викликати ерозію прямо або опосередковано – через посилення дії передумов (зміну рельєфу, мікроклімату, зменшення ґрунтозахисного ефекту рослинного покриття та зменшення ерозійної стійкості ґрунту через погіршення його властивостей і режимів).

***Питання для самоконтролю:***

1. За якими ознаками класифікують процеси ерозії ґрунтового покриву?
2. Які типи техногенної ерозії ґрунтового покриву розрізняють?
3. Назвіть природні передумови розвитку водної ерозії ґрунтового покриву.
4. Назвіть антропогенні причини розвитку водної ерозії ґрунтового покриву.
5. Назвіть природні передумови розвитку дефляції ґрунтового покриву.
6. Назвіть антропогенні причини розвитку дефляції ґрунтового покриву.
7. Які елементи сівозміни мають найвищий ґрунтозахисний ефект щодо розвитку ерозії, а які – найнижчий?

## Розділ 10. ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПРОДУКТАМИ ТЕХНОГЕНЕЗУ

### 10.1. Поводження пестицидів у навколишньому середовищі та територіальний розподіл у ґрунтах України

Врожайність будь-якої сільськогосподарської культури визначається умовами вирощування. Однією із важливих умов отримання високих врожаїв є система захисту рослин від хвороб та шкідників. Захист рослин забезпечується непрямими (організаційно-господарський, агротехнічний) та прямими методами – хімічний та біологічний, імунологічний, фізичний а також інтегрований (комплексний).

В основі біологічного методу захисту лежить застосування в якості захисних засобів біологічних паразитів, шкідників або речовин біологічного походження – гормонів, ферментів і т.д., які отримуються шляхами екстракції чи біосинтезу. В основі хімічного методу захисту лежить застосування синтетичних органічних чи неорганічних отруйних речовин (пестицидів). Завдяки високій ефективності, доступності, простоті застосування і відносній дешевизні провідне місце належить хімічному методу захисту, який для боротьби зі шкідливими організмами (шкідниками, інфекційними хворобами, бур'янами) передбачає застосування пестицидів.

**Пестициди** – узагальнююча назва групи токсичних речовини хімічного походження, які призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, внаслідок діяльності яких уражуються рослини, тварини, люди, завдається шкода матеріальним цінностям.

Негативні екологічні наслідки застосування пестицидів зумовлені такими їхніми властивостями:

- ступенем стійкості пестицидів до розкладу на безпечні сполуки;
- здатністю мігрувати в ґрунті, воді, повітрі;

➤ великою довжиною біологічних ланцюгів міграції пестицидів далеко за межами території, де вони були застосовані.

Всі ці властивості в комплексі і визначають шляхи та ступінь міграції пестицидів у біосфері (див. рис.10.1).

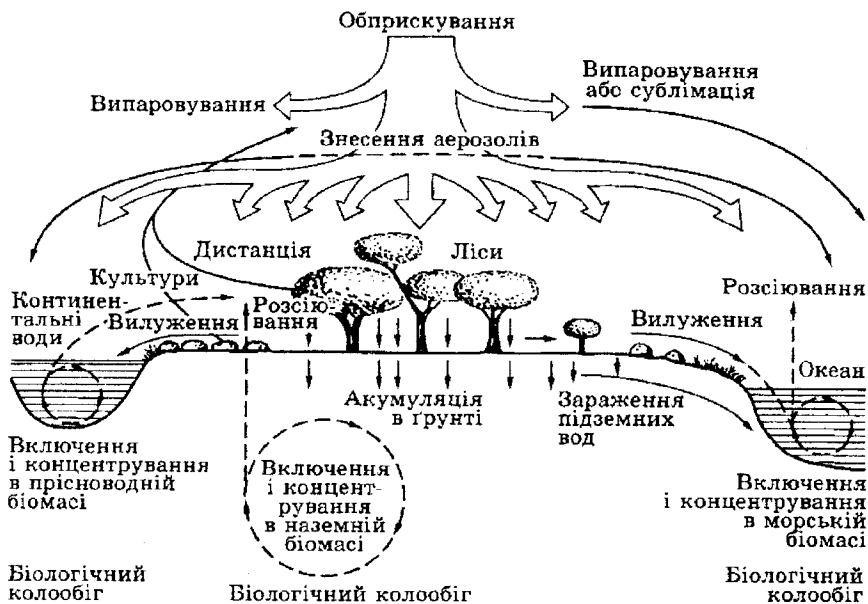


Рис. 10.1. Міграція пестицидів у біосфері  
(Смаглій О.Ф. та ін., 2006)

*Міграція пестицидів у ґрунті.* Потрапляючи до ґрунту, пестициди з часом розкладаються під впливом біологічних процесів. Інтегсивність їх розкладу залежить як від властивостей самих пестицидів (періоду напіврозпаду), так і від властивостей ґрунту, а саме:

- вмісту гумусу;
- гранулометричного складу;
- водно-повітряного та теплового режимів;
- реакції ґрунтового розчину (рН);

➤ біологічної активності ґрунту та інших ґрунтово-кліматичних чинників.

Чим сприятливіші ґрунтові параметри для мікробіологічної діяльності, тим швидше відбувається деструкція пестицидів. Найнебезпечнішими вважають персистентні (стійкі) пестициди зі строком розкладання в ґрунті на нетоксичні компоненти понад 2 роки. До таких, зокрема, належать хлорорганічні сполуки (ДДТ гексахлоран, тощо), використання яких заборонене. Із трьох основних груп пестицидів (за обсягом застосування) найбільш згубними для мікроорганізмів є фунгіциди, найменш згубними – гербіциди. Інсектициди є найбільш небезпечними для ґрунтової фауни та для бактерій.

Важливим чинником, який визначає поведінку пестициду в ґрунті, є його адсорбційна здатність. Тому міграція пестицидів уповільнюється у ґрунтах важкого гранулометричного складу із високим вмістом гумусу. Видаляються пестициди із ґрунту вимиванням у ґрунтові води або поверхневим змиванням, вивітрюванням, винесенням рослинами та за рахунок мікробіологічної трансформації.

Важливим показником екологічної толерантності ґрунтового покриву території до пестицидного навантаження є індекс самоочищення ( $I_{c.o.}$ ).

**Індекс самоочищення** – відносний показник, котрий визначає рівень самоочисної здатності ґрунтів від пестицидів. Розподіл території України на зони та зональні значення індексів самоочищення території від пестицидів наведено на рис. 10.2.

Осереднені індекси самоочищення основних територіальних агроєкологічних одиниць від пестицидів:

I. Поліська зона дерново-підзолистих типових і оглеєних ґрунтів -  $I_{c.o.}=0,5$

II. Лісостепова зона чорноземів типових і сірих лісових опідзолених ґрунтів:

1. Західна, центральна, лівобережна низинні провінції -  $I_{c.o.}= 0,6$

2. Лівобережна висока провінція

2.1. Північно-західна підпровінція -  $I_{c.o.}= 0,7$

2.2. Східна підпровінція -  $I_{c.o.}=0,55$



Рис. 10.2. Агроекотоксикологічне районування території України  
(В.П. Васильєв та ін.):

Зони:

I - Полісся; II - Лісостеп; III - Степ; IV - сухостепова зона; V - Українські Карпати;

Провінції: 1 - західна, центральна, лівобережна низинна; 2 - лівобережна висока (а - північно-західна,

б - східна підпровінції); 3 - Дністровсько-Дніпровська; 4 - Дніпровсько-Донецька; 5 - Донецька;

6 - Азово-Причорноморська; 7 - Кримська; 8 - передгірна; 9 - Закарпатська низинна.

### III. Степова зона чорноземів звичайних і південних

3. Дністровсько-Дніпровська провінція –  $I_{c.o.} = 0,5$

4. Дніпровсько-Донецька провінція –  $I_{c.o.} = 0,3$

5. Донецька провінція –  $I_{c.o.} = 0,4$

6. Азово-Причорноморська провінція –  $I_{c.o.} = 0,3$

7. Кримська провінція –  $I_{c.o.} = 0,3$



IV. Сухостепова зона темно-каштанових і каштанових ґрунтів -

$I_{c.o.}=0,2$

V. Зона буроземних ґрунтів Українських Карпат

8. Передгірна провінція бурувато-підзолистих поверхнево оглеєних ґрунтів -  $I_{c.o.}=0,75$

9. Закарпатська низинна провінція лучно-буроземних оглеєних ґрунтів -  $I_{c.o.}=0,78$ .

Показники екологічної небезпеки пестицидів свідчать про необхідність зменшення пестицидного навантаження на агроєкосистеми, що можливо за рахунок принципу *керування чисельністю популяцій шкідливих організмів*, а не їх знищення. Цей принцип значною мірою реалізується в інтегрованих системах захисту рослин.

*Інтегрований захист рослин* – це комплексне застосування хімічних, біологічних та інших методів тривалого регулювання розвитку та поширення шкідливих організмів на основі прогнозу економічного порогу шкодочинності, дії корисних організмів, енергозберігаючих і природоохоронних технологій, які забезпечать надійний захист рослин та екологічну рівновагу довкілля (закон України «Про захист рослин»).

Інтегрований захист рослин не передбачає повну відмову від застосування пестицидів, але максимально застосовує усі існуючі методи попередження розвитку шкідників, методи біологічного захисту із тим, щоб зменшити рівень застосування пестицидів.

*Міграція пестицидів у воді.* У водойми та ґрунтові води пестициди потрапляють із ґрунту та атмосфери. У поверхневих водних об'єктах пестициди руйнуються, мігрують, накопичуються у водних організмах, донних відкладах. Інтенсивність їхнього руйнування визначається температурою та рН води. Найбільш небезпечні пестициди здатні зберігатися понад 30 діб. Для водної фауни найбільш токсичними є інсектициди, найменш токсичними – фунгіциди; гербіциди посідають проміжне місце.

*Міграція пестицидів у атмосфері.* В атмосферне повітря пестициди надходять внаслідок знесення їх під час хімічних обробок посівів або внаслідок випаровування з поверхні ґрунту й рослин, а видаляються – з опадами та через процеси фотохімічного розкладу.

Таким чином зменшення ступеню пестицидного навантаження на агроєкосистеми дозволить попередити забруднення гідросфери та атмосфери.

**Особливості територіального розподілу забруднених пестицидами ґрунтів в Україні.** В Україні нині неможливо відмовитися від масового застосування пестицидів, тому що відсутні механізми економічного стимулювання вирощування екологічно безпечної продукції, а асортимент біологічних засобів захисту рослин - недостатній. Крім того, рівень застосування пестицидів у нашій країні порівняно із розвиненими європейськими – суттєво нижчий.

На території України проводилися вибіркові дослідження ґрунтів сільськогосподарських угідь на вміст пестицидів 5 найменувань: хлорорганічні пестициди (ХОП): ДДТ і його метаболіт ДДЕ, ізомери альфа- і гамма-ГХЦГ, тіодан, трефлан, рогор. За результатами, середній вміст залишкових кількостей ДДТ у ґрунтах сільськогосподарських угідь України становив 0,07 ГДК. Загальна забруднена площа складала 4% від обстеженої. Середній вміст ДДТ на рівні 1,2 ГДК виявлено в ґрунтах під виноградниками Херсонської області. Максимальний рівень забруднення ДДТ (1,7 ГДК) – на території вищерадгоспу Херсонської області. Випадків забруднення ґрунтів ГХЦГ, тіоданом, трефланом, рогором на обстеженій території не виявлено.

У розвитку процесів забруднення ґрунтів України пестицидами відмічається два періоди – перший – із 60-х р.р. до 1986 р., другий – із 1987 р. по наш час. Відрізняються ці періоди обсягами застосування пестицидів, а також їхнім асортиментом. Перший період характеризувався найбільш високими обсягами поставок пестицидів, другий – період стабілізації обсягів застосування хімічних засобів захисту рослин, заборону застосування високотоксичних персистентних хлорорганічних препаратів та симтріазинових гербіцидів.

В 1991 р., у зв'язку із істотним зменшенням обсягів застосування пестицидів, переважна частина областей України (72%) мала забруднення пестицидами на рівні 1,5-2,5 кг/га., лише 20% території мало рівень забруднення 2,5-3,5 кг/га, а рівень забруднення 9,5-10,5 кг/га відмічався лише на 8% території України.

## 10.2. Мінеральні добрива як екологічний фактор

Добрива забезпечують активний баланс поживних речовин у землеробстві, внаслідок чого поліпшується природний кругообіг біогенних елементів.

Проте значні обсяги застосування мінеральних добрив можуть порушувати природні цикли кругообігу речовин. Альтернатива у такому разі часто вбачається у використанні виключно органічних добрив. Внесення високих норм гною або птишиного посліду, що пов'язане із необхідністю утилізації відходів великих тваринницьких комплексів, не менш небезпечно, аніж застосування мінеральних добрив.

Тому метою збалансованого застосування добрив є створення найкращих умов живлення рослин з урахуванням властивостей різних форм та видів добрив, особливостей їх взаємодії з ґрунтом, способів та термінів їхнього застосування.

### *Особливості взаємодії мінеральних добрив з ґрунтом.*

Ґрунт є дуже важливою ланкою біосфери, яка передусім піддається впливу внесених добрив. Добрива можуть справляти такі впливи на ґрунт:

- підкислення або підлуження середовища ґрунтового розчину;
- погіршення або покращення ахрохімічних та агрофізичних властивостей ґрунту за рахунок сприяння обмінному вбиранню іонів або витіснення їх до ґрунтового розчину;
- сприяння мінералізації або синтезу гумусу;
- посилення або послаблення дії на рослину інших елементів живлення;
- спричинення синергізму або антагонізму поживних елементів, тобто регуляція їх поглинання рослинами та участі у метаболізмі.

Залежно від спрямованості цих процесів добрива можуть бути безпечним і важливим чинником збалансування системи землеробства або джерелом певної екологічної небезпеки.

***Можливі наслідки розбалансованого застосування мінеральних добрив.***

Небезпека забруднення навколишнього середовища при використанні мінеральних добрив визначається, передусім, розміром втрат діючих або супутних речовин. Тому максимальне забруднення закономірно спостерігаються в районах інтенсивної хімізації, за умов зрошення або значної кількості опадів, а також за умов грубого порушення правил зберігання, транспортування та застосування добрив.

До порушень технології застосування добрив, які можуть мати небажані екологічні наслідки, слід віднести такі:

- 1) відхилення від оптимальних доз добрив під культури сівозміни;
- 2) відхилення від оптимальних термінів та глибини внесення;
- 3) добір форм добрив без одночасного урахування їхніх властивостей та ґрунтово-кліматичних умов.

Основними екологічно небезпечними наслідками нерационального застосування добрив можуть бути такі:

- 1) вимивання добрив, яке спричиняє забруднення водоєм і ґрунтових вод;
- 2) газоподібні втрати, розпилення, за рахунок чого забруднюється приземний шар атмосфери;
- 3) порушення родючості ґрунту внаслідок накопичення баластних речовин та порушення біохімічних процесів у ґрунті;
- 4) погіршення якості продукції рослинництва під впливом біогенних та токсичних елементів та ін.

***Особливості застосування мінеральних добрив на території України та їх екологічні наслідки.***

Облік обсягів використаних мінеральних добрив на території України на сьогодні ведеться в недостатній мірі. У зв'язку із розпаюванням земельних ділянок між селянами і фермерами відсутня налагоджена система контролю ведення сільського господарства та застосування добрив. Даний облік вівся до розпаювання і відомо, що у період 1985- 1990 р.р. в середньому у ріллю України вносили 150 кг/га

діючої речовини мінеральних та 8,7 т/га органічних добрив. Нині обсяги застосування органічних добрив суттєво зменшилися (до 2 т/га). У зв'язку зі зменшенням поголів'я худоби і виходу гною, вчені знайшли чимало альтернативних видів органічних добрив, застосування яких гальмується низькою наукоємністю сільськогосподарського виробництва. Тому охарактеризуємо попередній період 1985-1990 р.р., який відрізняється від сучасного більшими обсягами застосування мінеральних добрив, але також має ознаки розбалансованості між нормами органічних та мінеральних добрив, їх типами та формами, що спричиняє ряд процесів деградації ґрунтового покриву: дегуміфікацію, фізико-хімічні деградації (підкислення, декальцинацію ґрунту) тощо.

У сфері застосування добрив нині відмічено такі основні проблеми:

- зменшення насичення ріллі органічними добривами нижче критичних рівнів;
- загальне зменшення насичення ріллі мінеральними добривами нижче оптимальних норм ;
- розбалансованість поживного режиму ґрунтів як за елементами живлення рослин (макро-, мікро-), так і за співвідношенням між органічним та мінеральним удобренням.

Домінування мінеральних добрив над органічними обумовлює істотні зміни ГВК чорноземів. За даними стаціонарних дослідів, при такому співвідношенні збільшується кількість рухомих форм гумусу, із колоїдного комплексу вилуговується кальцій, відбувається підкислення ґрунтового розчину.

Залежно від типу ґрунтів, їхнього гранулометричного складу та будови ГВК екологічно безпечні норми застосування добрив істотно відрізняються. За експертною оцінкою узагальнених даних польових та лізиметричних дослідів, мінеральні добрива при внесенні їх у дозах, які перевищують екологічно безпечний норматив, можуть негативно впливати на навколишнє середовище.

До негативних напрямків цього впливу відносять:

- 1) підкислення ґрунтового розчину;

2) забруднення ґрунтових вод в результаті інфільтрації добрив (азотних та калійних);

3) накопичення надлишкових запасів нітратного азоту у продукції рослинництва;

4) забруднення водосховищ залишками добрив в результаті процесів ерозії.

За експертними оцінками, для дерново-підзолистих ґрунтів Полісся перевищення середньорічної дози азотних добрив більше 100-120 кг/га діючої речовини може негативно впливати на забруднення ґрунтових вод та продукції рослинництва нітратами.

На суглинкових ґрунтах чорноземного ряду при перевищенні надходження мінеральних добрив (у діючій речовині) над органічними (допустиме співвідношення 1:1,2-1,5) відбуваються зміни складу катіонів ГВК, підкислюється ґрунтовий розчин.

### 10.3. Забруднення території України радіонуклідами

Головними джерелами радіоактивного забруднення території України до 1986 р. були атмосферні викиди радіонуклідів внаслідок випробовування ядерної зброї, відходи переробки матеріалів на підприємствах ядерно-паливного циклу, теплових електростанцій, що працюють на вугіллі. При цьому радіаційна ситуація в Україні визначалася, головним чином, такими радіонуклідами, як  $^{40}\text{K}$ ,  $\text{Rd}$ ,  $\text{Th}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$ . Перші три радіонукліди природного походження зумовлювали основний радіаційний фон, що на більшій частині території коливався у межах 7-14 мкр/год. І лише в окремих регіонах, особливо там, де гранітні породи виходять на поверхню землі, він був у 6-8 разів вищий. Що стосується  $^{90}\text{Sr}$  та  $^{137}\text{Cs}$ , то їх присутність в ґрунті була зумовлена глобальними забрудненнями в результаті випробування ядерної зброї. Їх розподіл на території України був більш-менш рівномірним, а абсолютна активність – 0,01-0,05 Ки/км<sup>2</sup>.

Внаслідок аварії на ЧАЕС у 1986 р. в навколишнє середовище було викинуто близько 50 МКі таких небезпечних радіонуклідів як Sr, Cs, Pu та I. В результаті цього активність ґрунтів відносно перших

двох радіонуклідів збільшилася у середньому у 1,5-3 рази, а в окремих районах – у 5-10 і більше разів порівняно із доаварійним рівнем.

За уточненими на 1996 р. даними, внаслідок Чорнобильської аварії радіоактивними викидами забруднено понад 8,4 млн. га сільськогосподарських угідь, на яких щільність забруднення радіоактивним цезієм ( $^{137}\text{Cs}$ ) перевищує 0,1 Кі/км<sup>2</sup>. Найбільші площі радіоактивно забруднених ґрунтів знаходяться в Житомирській (70%) та північних районах Київської (15%) області. Решта розподілилась у вигляді радіоактивних плям різної активності, конфігурації і розміру на території Рівненської, Волинської, Чернігівської, Вінницької, Черкаської, Тернопільської областей (рис. 10.3).

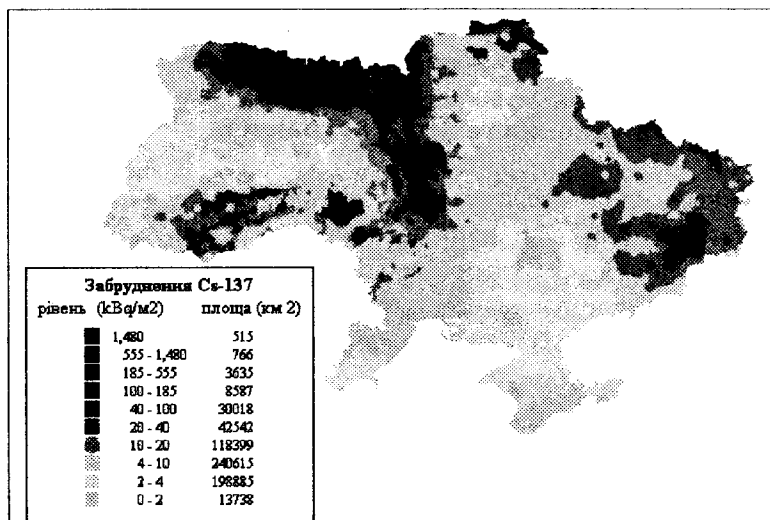


Рис. 10.3. Рівень забруднення території України  $^{137}\text{Cs}$

Відносно невеликі території із високим рівнем радіоактивного забруднення виявлено у Вінницькій (Томашпільський, Крижопільський, Тульчинський райони), Хмельницькій (Новоушицький, Дунаєвський, Кам'янець-Подільський райони), Чернівецькій (Заставнівський район) областях. У процесі видобування та переробки уранових руд сформувалося забруднення природного середовища у Кірово-

градській області. В решті областей радіаційну ситуацію можна вважати задовільною.

Чорнобильська катастрофа завдала великої матеріальної шкоди лісовим насадженням (див. рис.10.4). Станом на 1996 р. радіонуклідами забруднено 3,5 млн.га лісових насаджень, вилучено з експлуатації – 200 тис.га. За останні роки в лісах Полісся не добирається приблизно 1,1 млн.м<sup>3</sup> деревини щорічно, значно зменшилися обсяги заготівлі грибів, ягід, горіхів, лікарської сировини.

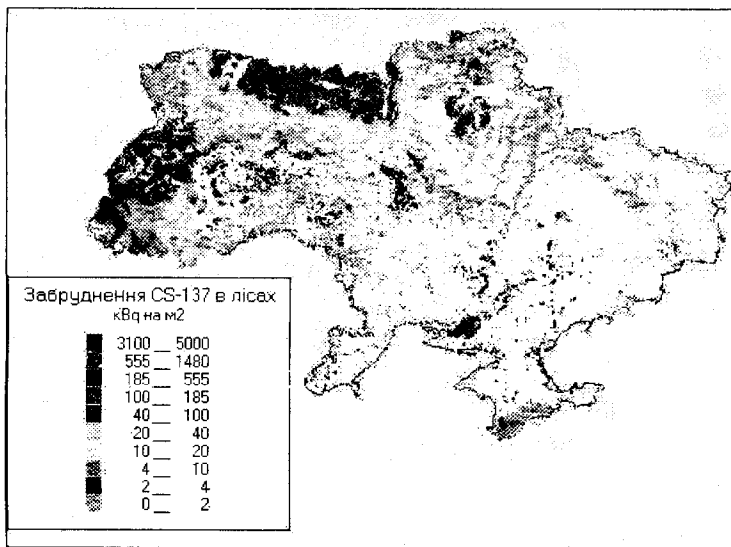


Рис. 10.4. Рівень забруднення лісів України <sup>137</sup>Cs

Лісогосподарська діяльність у забруднених лісах регламентується відповідно до рекомендацій ведення лісового господарства в умовах радіоактивного забруднення. В лісах зони I (щільність забруднення від 15,1 Ки/км<sup>2</sup> і вище) здійснюється контроль за тривалістю часу робіт при проведенні лісозахисних заходів, зони II (від 5,01 до 15 Ки/км<sup>2</sup>) – регламентація використання лісопродукції, а зони III (від 1,01 до 5 Ки/км<sup>2</sup>) – регламентація використання продукції недеревного походження.



Регіони України, в яких розвинуті гірничодобувна, нафто-, газодобувна, хімічна, металургійна, машинобудівна промисловості, потерпають від великого техногенного навантаження, в т.ч. підвищеного рівня радіоактивного фону.

Такими регіонами є Донбас, Запорізька область і Нікополь-Марганецький регіон із розташованими поряд Запорізькою АЕС та Запорізькою ДРЕС та ін.

Основними забруднювачами повітряного басейну Донецького регіону є палаючі відвали шахт, металургійні, коксохімічні, цементні заводи тощо, які викидають пил, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, двооксид азоту, сірководень, фенол, аміак, ціаніди формуючи фонові концентрації, що перевищують ГДК. Всі зазначені сполуки мають канцерогенний ефект.

## 10.4 .Важкі метали

### 10.4.1. Джерела надходження важких металів у ґрунт

В умовах інтенсивного антропогенного впливу надходження ВМ у ґрунт перевищує його буферні властивості. Це призводить до зниження родючості ґрунту та погіршення якості вирощеної на ньому продукції.

Стосовно терміну «важкі метали» існує кілька визначень. Так, в хімії, *важкі метали* – всі метали, питома маса яких перевищує  $5 \text{ г/см}^3$ , або атомний номер більше 20.

В екології *важкі метали* – понад 40 хімічних елементів із атомною масою вище 50 ат.од., які токсичні для живих організмів. Окремі з яких, зокрема мідь, цинк, бор, є необхідними елементами живлення рослин, але у кількості, вище допустимого рівня, є токсикантами. Саме ґрунт є початковою ланкою надходження ВМ та інших токсичних речовин по харчових ланцюгах до організму людини.

Фоновим джерелом ВМ у ґрунтах є гірські породи, на продуктах вивітрювання яких сформувався ґрунтовий покрив. Серед інших джерел можна виділити природні й техногенні. До техногенних дже-

рел надходження ВМ у ґрунт відносять:

- 1) забруднене атмосферне повітря,
- 2) мінеральні добрива,
- 3) органічні добрива,
- 4) пестициди,
- 5) осади стічних вод, стічні води і побутове сміття,
- 6) відходи промисловості (шлаки, зола, вугілля, сланці, фосфогіпс, цементний пил).

### **1) Надходження ВМ у ґрунт із атмосфери.**

Основними джерелами атмосферного забруднення є: теплові й інші електростанції (27%); підприємства чорної металургії (24,3%); підприємства з видобування й переробки нафти (15,5%); транспорт (13,1%); підприємства кольорової металургії (10,5%); підприємства з видобування й виготовлення будматеріалів (8,1%). У викидах зазначених виробництв переважають оксиди вуглецю, сірки, азоту. ВМ викидаються із пилом у складі твердих часточок та летких органічних сполук. Найбільший вміст ВМ – у викидах підприємств гірничо-видобувної промисловості та викидах котелень, оскільки у якості енергоносія використовують викопні види палива.

### **2) Надходження ВМ у ґрунт із мінеральними добривами.**

До мінеральних добрив ВМ потрапляють із сировиною через недосконалі технологічні параметри їх виробництва (див. табл. 10.1). Крім того, мінеральні добрива можуть посилювати чи послаблювати лабільність наявних ВМ у ґрунтах, виявляючи себе як хімічно, фізіологічно, біологічно активні чинники стану ГВК.

Як правило внесення азотних добрив сприяє збільшенню лабільності Mn, Fe, Zn, Cd у ґрунтах, практично не змінюється лабільність Cu і Ni, а лабільність Pb при цьому зменшується.

Органічні добрива і вапно сприяють закріпленню ВМ у ґрунтах, тим самим зменшуючи доступність їх рослинам.

Фосфорні добрива також зменшують рухливість ВМ у ґрунті за рахунок утворення важкорозчинних фосфатів ВМ.

Таблиця 10.1

**Середньозважений вміст важких металів у мінеральних добривах, мг/кг фізичної ваги (М.М. Городній та ін., 2003)**

Добрива	Елемент								
	Со	Сг	Сu	Мn	Ni	Pb	Zn	As	Cd
Азотні	1,3	42	26	76	19	0,4	30	-	0,2
Фосфорні	-	46	33,1	-	20,5	13,1	48,7	-	1,4
Калійні	1,5	57	16	101	14	8	23	1,4	0,3
Складні і комплексні	3,6	116	39	194	18	7,5	59	3	3

*Калійні добрива* меншою мірою чинять вплив на зміну доступності ВМ рослинам, ніж азотні чи фосфорні.

**3) Органічні добрива** характеризуються невисокими концентраціями ВМ. Однак елементи, що відіграють важливу фізіологічну роль у житті рослин (Fe, Mn, Zn, Cu), присутні в гної у підвищених кількостях, що пояснює біогенне походження гною (мг/кг сухої речовини): Fe – 406, Mn – 275, Zn – 122, Cu – 19,8. Значно нижчим є вміст у гної ВМ, які є пріоритетними забруднювачами навколишнього середовища (мг/кг): Pb – 3,3, Cd – 0,20, Ni – 6,54. За щорічного внесення 50 т/га гною валовий вміст Cd в ґрунті може змінитися на 0,6%, Zn на 1,2%, Cu – на 0,5%, Ni, Pb, Mn – на 0,1-0,15%.

**4) Пестициди** є синтетичними хімічними сполуками і надходження ВМ із пестицидами зумовлене хімічним складом пестициду. Пестициди – незначне джерело надходження ВМ у ґрунт, оскільки норми їх витрат порівняно із добривами – незначні.

**5) Осади стічних вод, стічні води та побутові промислові відходи** є потужним локальним джерелом надходження ВМ у ґрунт. Забруднюються ВМ переважно ґрунти полігонів, сміттєховищ та прилеглих до них територій. Лише у випадку застосування осадів стічних вод у якості органічного добрива, що часто практикується поблизу великих міст, необхідний строгий контроль за вмістом ВМ у цих осадах і обґрунтування їхнього використання.

### **10.4.2. Особливості поведінки важких металів у ґрунтах**

Практично всі ВМ – полівалентні, добре сорбуються біотою ґрунту, утворюють із наявними в ґрунті фосфатами і гідроксидами малорозчинні речовини, що сприяє їх накопиченню. На стан важких металів і характер їх розподілу в орних горизонтах впливають наступні чинники: стан ГВК (гранулометричний, мінералогічний та хімічний склад ґрунтів, вміст у них органічної речовини), біологічна активність, рН ґрунтового розчину, гідролітична кислотність, катіонообмінна здатність металів, наявність геохімічних бар'єрів і т.п.

Поглинаюча здатність ґрунтів збільшується із підвищенням їх дисперсності, зростанням вмісту гумусу і наближенням реакції ґрунтового розчину до нейтральної. На поглинаючу здатність ґрунтів суттєво впливає їхній мінералогічний склад. Так, Ni та Zn всмоктується більшою мірою піщаними ґрунтами, Al, Fe, K і Ba – глинистими, Ca та Mg –карбонатними. У підзолистих нейтральних ґрунтах Ca, Mg, Na, K легко заміщуються воднем, а при нижчих значеннях рН ( $\text{pH} < 5$ ) – іонами Al.

Чорноземні ґрунти у зв'язку із підвищеним вмістом гумусу утворюють із ВМ комплексні сполуки, які мають високу адсорбційну здатність, більше ніж підзолисті і дерново-підзолисті, які стійкі до техногенної дії. У лужних ґрунтах закріплення Pb залежить від наявності в них фосфатів, Zn – від кількості силікатів.

Кислі ґрунти майже завжди залишаються ненасиченими осадами ВМ, навіть при сильному забрудненні. Всмоктуюча здатність ґрунтів збільшується із наближенням реакції ґрунтового розчину до нейтральної.

Дуже важливу роль у процесах адсорбції ВМ ґрунтами відіграє склад колоїдного ґрунтового комплексу. Негативно заряджені колоїди володіють більшою здібністю до адсорбції катіонів K, Ni, Co, Cu, Zn, Mg. Колоїди заліза адсорбують аніони P, Va, As.

На адсорбційну здатність ВМ в ґрунтах істотно впливає рК ґрунтового розчину і радіуси іонів металів, що видно із наведеного ряду:

Елемент	Cd	Ni	Co	Zn	Cu	Pb	Hg
pK	10,1	9,9	9,7	9,7	7,7	7,7	3,4
Адсорбція	0,97	0,78	0,78	0,84	0,80	1,26	1,12

На ступінь поглинання ВМ ґрунтовим вбирним комплексом істотно впливає не тільки їх заряд, але й енергія поглинання різновалентних іонів, яка зростає зі збільшенням валентності:



У ряді іонів однієї валентності енергія поглинання зростає зі збільшенням порядкового номера в періодичній таблиці, наприклад:  $\text{Mg} < \text{Ca} < \text{Co} < \text{Cd}$ . Катіони, котрі володіють більшою енергією поглинання, міцніше утримуються у ґрунтовому шарі і важче заміщуються іншими, особливо катіонами менш активних елементів.

Висока адсорбційна здатність оксидів Mn, Fe та Al істотно впливає на адсорбцію решти ВМ. Metали, що володіють високою спорідненістю до сорбенту, можуть легко заміщувати раніше адсорбований метал із низькою спорідненістю до сорбенту. Відносна швидкість дифузії Zn, Ni і Cd у ґрунтовому розчині спочатку зростає зі збільшенням значення рН, а потім знижується із підвищенням рН при гідролізі цих сполук. На швидкість дифузії ВМ впливає і радіус іонів. Зменшення дифузії у вказаному вище ряду пояснюється зростанням радіусів іонів (0,69; 0,74 і 0,97 Å°).

ВМ залежно від їхніх фізико-хімічних властивостей знаходяться у ґрунтах у різному стані, а тому і поводяться по-різному.

На міграцію ВМ істотно впливає не тільки кількість мікроорганізмів і органічної речовини, але і лабільність елементів та їхніх сполук у ґрунтовому шарі. За гідролітичного розщеплення в ґрунтах швидкість вилугування хімічних елементів залежить від їхньої активності. Так, Mg і Ba добре вилуговуються; Zn, Co, Ni, Cu, Pb, SiO<sub>2</sub> мають середню вилуговуваність; Fe, Al, Ti, V, Cr, Ge погано вилуговуються.

Лабільність мікроелементів у значній мірі залежить від кислотності ґрунтового розчину (табл.10.2).

Таблиця 10.2

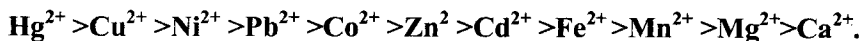
## Лабільність мікроелементів у ґрунтах

Кислотність ґрунтового розчину	Ступінь лабільності елементів		
	практично нерухомі нерухомі	слаборухомі	рухомі
Кислі ґрунти, pH < 5,5	Mo <sup>4</sup>	Hg <sup>2-4</sup> , Cr <sup>3-6</sup> , Ni <sup>2-3</sup> , V <sup>2-</sup> <sub>5</sub> , As <sup>3</sup> , Se <sup>3</sup> , Co <sup>2-3</sup>	Sr, Ba, Zn, Cu, Cd, Hg, S <sup>6</sup>
Слабокислі і нейтральні ґрунти, pH 5,5-7,5	Pb	Sr, Ba, Cu, Cd, Cr <sup>3-6</sup> , Ni <sup>2-3</sup> , Co <sup>2-3</sup> , Mo <sup>4</sup> , Hg <sup>2-4</sup>	Zn, V <sup>5</sup> , As <sup>5</sup> , S <sup>6</sup>
Лужні і сильнолужні ґрунти, pH 7,5-9,5	Pb, Ba, Co	Zn, Ag, Sr, Cu, Cd	Mo <sup>6</sup> , V <sup>6</sup> , As <sup>5</sup> , S <sup>6</sup>

Накопичення речовин в ґрунтах залежить від ґрунтово-кліматичних умов, водопроникності ґрунтів, а також від лабільності хімічних елементів, на яку впливають механічні, хімічні і біологічні бар'єри.

Хроматографічним аналізом встановлено, що Na, K, Ca і Mg не пов'язані із органічною речовиною, тоді як Al, Fe, Cu, Hg утворюють переважно органо-мінеральні комплекси.

ВМ у ґрунтовому розчині утворюють комплексні сполуки (колоїди). Збільшення у ґрунті органічних і мінеральних колоїдів підвищує його поглинаючу здатність. Особливо це властиво катіонам. Комплексні сполуки металів неміцні і легко руйнуються в ґрунті під впливом природних умов і мікробіологічної діяльності. Стабільність комплексних сполук металів зменшується у представленій послідовності:



Між ґрунтовими міцелами і поглиненими в обмінній реакції металами і комплексними сполуками металів з лігандами встановлюється динамічна рівновага, яка порушується при внесенні в ґрунт додаткових елементів і сполук (атмосферних викидів, добрив і т.п.).

Чим більше в ґрунті органічної речовини, тим більш активно

вона адсорбує метали, утворюючи комплексні сполуки (хелати), і зменшує їх надходження до рослин. Найбільш токсичними для рослин є Hg, Cu, Ni, Pb, Co, Cd, особливо при комплексній дії. Ряд фітотоксичності виглядає наступним чином.



Оцінку забруднення ґрунтів та рослин ВМ проводять з урахуванням їх ГДК. На концентрацію ВМ у ґрунтах впливає і стан земель. Так, наприклад, в неокультурених дерново-підзолистих ґрунтах ГДК для Cd рівна 5, в окультурених – до 50 мг/кг, Pb токсичний при концентрації: у дерново-підзолистих ґрунтах до 250, в чорноземних – 1000, у торфових ґрунтах – 30000 мг/кг.

Тому допустимі концентрації ВМ і миш'яку в ґрунтах залежать від їх властивостей і ґрунтового-кліматичних умов.

Для оцінки ступеня забруднення ґрунтів застосовується сумарний показник забруднення (Z):

$$Z = \sum_{i=1}^n K_c - (n-1), \quad (10.1)$$

де  $K_c$  – коефіцієнт концентрації,

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\text{фон}}}, \quad (10.2)$$

$C_i$  – концентрація окремого елемента в ґрунті, мг/кг;

$C_{\text{фон}}$  – фонові концентрації того ж елемента в ґрунті, відібрано-му на контрольній ділянці, мг/кг.

При оцінці ступеня впливу атмосферних викидів на ґрунти і рослинність необхідно враховувати вміст у них діоксиду сірки, оксиду азоту та інших токсичних речовин, а також кількість в орному шарі поживних речовин, необхідних для оптимального розвитку сільсько-господарських культур.

Вміст техногенних і поживних речовин в ґрунтах залежить також від водного режиму, показником якого може бути коефіцієнт зволоження (відношення річної норми опадів до випаровування). Цей показник і ступінь забруднення техногенними речовинами взаємозв'язані з гранулометричним складом ґрунтів (див. табл.10.3).

Таблиця 10.3

**Відносна небезпека забруднення ґрунтів рухомими  
елементами**

Коефіцієнт зволоження і тип водного режиму	Гранулометричний склад і наявність мерзлоти			
	піски та супіски	суглин- ки	глини	різний склад і наяв- ність мерзлоти
2 - різко виражений промив- ний	дуже сильна	слабка	помірна	помірна
2-1 – переважно промивний	слабка	помірна	сильна	сильна
1-0,5 - непромивний	помірна	сильна	дуже сильна	дуже сильна
0,5 - різко виражений випот- ний	сильна	дуже сильна	дуже сильна	-

З урахуванням стану земель, вмісту в ґрунтах ВМ, їх фізико-хімічних властивостей, складу поживних речовин, а також природно-кліматичних умов, застосовуються різні способи меліорації сільсько-господарських угідь. Одним із таких способів є переведення токсичних металів в нерозчинний стан шляхом внесення в ґрунт хімічних меліорантів, що знижує їх лабільність і міграцію в орному шарі. Такими меліорантами можуть бути, залежно від кислотності ґрунтового розчину: вапняномісткі матеріали, органічні добрива, адсорбенти, гіпс і т.д.

**10.4.3. Забруднення території України  
важкими металами**

Асортимент шкідливих речовин, що викидаються промисловими підприємствами, може бути представлений 6 групами (тверді частинки, оксиди, мінеральні кислоти, органічні речовини, важкі метали, радіонукліди). Концентрації ряду ВМ у пробах ґрунту, відібраних у межах міст, часто в 5-10 разів перевищують ГДК. Вважається, що із



віддаленням від міста інтенсивність забруднення території швидко зменшується і вже на відстані 5-20 км вміст ВМ у ґрунті сягає фонових рівнів. Однак за даними спостережень із Космосу, «факели викидів» від багатьох промислових підприємств тягнуться на 100-150 км.

Якісні показники викидів значною мірою залежать від галузей промисловості, зосереджених в тому чи іншому місті.

Крім характеристики забруднення ґрунтів в одиницях ГДК, оцінка ступеня забруднення ґрунтів проводилася за ГОСТ 17.4.3.06-86, згідно якого ґрунти класифікуються на:

- *сильнозабруднені*, в яких вміст забруднюючих речовин у декілька разів перевищує ГДК;
- *середньозабруднені*, в яких вміст забруднюючих речовин перевищує ГДК, але без явних змін властивостей ґрунту;
- *слабозабруднені*, в яких вміст забруднюючих речовин не перевищує ГДК.

Обстеження ґрунтів навколо металургійних центрів України показали, що у радіусі 10 км вміст Pb приблизно однаковий і перевищує фон у середньому на один порядок. Найбільше перевищення (у 22 рази) спостерігалось у Дніпропетровську і Маріуполі. В районі Донецька встановлено високі рівні вмісту в ґрунті Va, Cu, Ni, Cr, Mn. На відстані до 10 км від джерела забруднення їхня концентрація на один-два порядки перевищує фонове значення для чорнозему.

Стійкий максимальний вміст забруднювачів, що перевищує ГДК на два порядки, встановлено навколо Костянтинівки та Одеси. Високий стійкий максимальний вміст Mn, що перевищує ГДК, виявлено навколо Комунарська, Краматорська, Дніпропетровська, Маріуполя, Кривого Рогу, Запоріжжя і Донецька.

На один-два порядки вище фонових рівнів виявлено вміст окремих металів в ґрунтах таких міст: Cd – навколо Донецька, Запоріжжя, Лисичанська, Харкова; Cr – навколо Донецька, Запоріжжя. Ґрунти на околицях м. Костянтинівки і на відстані 5-15 км забруднені кадмієм, цинком, свинцем, марганцем. Так масові частки цинку в цій зоні в 2-4 рази вище фонових. Середній вміст Pb наближається до ГДК, а максимальні рівні Pb і марганцю перевищують цей показник.

Вміст Ni, Cu, Co, Cd перевищує їх кларкові значення більше ніж у 2 рази.

Таблиця 10.4

**Вміст промислових токсикантів у ґрунтах міст України**

Міста	Забруднюючі речовини (Середні концентрації/Максимальні концентрації, ГДК)								Ступінь за- бруднення
	Zn	Cu	Pb	Cd	Mn	Ni	S	F	
Артемівськ	4,8/18	5/31	1,8	*	/1,1	*	*	*	Сильно
Костянтинівка	7/38	2,7/18	10/78	3,2/9	1,1/2	*	*	*	Сильно
Маріуполь	1,4/6	1,1/5	2/11	/3,5	/1,7	*	*	*	Сильно
Сімферополь	2,4/4	/2	2,8/17	1/5	*	*	*	*	Сильно
Біла Церква	**/5	**	**	**	*	*	*	*	Середньо
Березань	**/6,2	**	**/5	**	*	*	*	*	Середньо
Вишневе	**	**	**/6,9	**/10,5	*	*	*	*	Середньо
Фастів	**/2,7	**	**/4,5	**	*	*	*	*	Середньо
Очаків	**	**	1,5/8	**/2,8	*	*	*	*	Середньо
Рівне	**/2,5	**/6,6	**/2,8	**	*	*	*	*	Середньо
Ворзель, Васильків, Ірпінь, Ізмаїл	Середні концентрації значно нижчі, або на рівні ГДК								Слабо
Кремчук, Світловодськ, Ужгород	Максимальний вміст Zn, Cu, Pb, Cd перевищував ГДК в 1-2 рази, крім Світловодська та Ужгорода								

**Примітка:** \* Вміст забруднюючих речовин нижче ГДК

\*\* Середні за рік концентрації знаходилися на рівні ГДК або нижче

На околицях м. Лисичанськ ґрунти сільськогосподарського використання забруднені Pb і Zn. Вміст Zn у 3-6 разів перевищує фон.

В районі Закарпатського ртутного комбінату 120 км<sup>2</sup> території забруднені Hg на рівні 0,46 мг/кг ґрунту. Спостерігаються випадки, коли концентрація Hg перевищує ГДК. Дослідженнями встановлено, що вся ртуть локалізована у верхньому гумусовому горизонті і лише на сильнозабруднених ґрунтах високий її вміст простежується по всьому ґрунтовому профілю.

Детально було проаналізовано матеріал, що характеризує рівень забруднення земель окремими елементами на всій території держави. Стосовно Ні слід відмітити, що найбільш високий його вміст (від 25 до 50 мг/кг ґрунту) встановлено в Житомирській, Київській, Черкаській, Чернівецькій, Херсонській, Донецькій і Луганській областях. Але ці значення не виходять за межі ГДК, що дорівнює 50 мг/кг ґрунту. На решті території вміст Ні значно нижчий ГДК.

Майже аналогічна картина з цинком і кобальтом. На більшій частині території України вміст у ґрунтах цих елементів не перевищує ГДК.

Вміст хрому найбільш високий у Харківській, Луганській, Донецькій, Запорізькій, Херсонській, Черкаській і Чернівецькій областях. Кількісні значення вмісту хрому у цих областях коливаються від 25 до 80 мг/100 г ґрунту, тобто теж нижче ГДК (100 мг/100 г ґрунту).

Більш напружена ситуація із свинцем. На значній території держави його середній вміст знаходиться на рівні або перевищує ГДК. Враховуючи, що цей елемент навіть у малих кількостях становить загрозу для здоров'я людини, слід приділяти постійну увагу контролю за свинцем у Закарпатській, Волинській, Рівненській, Житомирській, Київській, Чернігівській, Харківській, Луганській, Миколаївській і Херсонській областях.

Певну занепокоєність викликають і дані стосовно вмісту у ґрунтах міді. При ГДК міді 100 мг/кг ґрунту її вміст у Закарпатській, Волинській, Тернопільській, Житомирській, Київській, Чернігівській і Полтавській областях коливається від 65 до 120 мг/кг ґрунту. Хоча мідь не відноситься до найбільш токсичних елементів, ці дані слід враховувати при загальній оцінці екологічного стану тієї чи іншої території та спеціального сировинного районування.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Охарактеризуйте шляхи міграції пестицидів у навколишньому середовищі та принципи їх поводження.
2. Які географічні особливості територіального навантаження ґрунтів України пестицидами?

3. Охарактеризуйте вплив мінеральних добрив на стан ґрунту.
4. Які екологічні наслідки розбалансованого застосування мінеральних добрив?
5. Виділіть території найвищого та високого рівня забруднення радіонуклідами в Україні.
6. Назвіть основні принципи організації сільськогосподарського виробництва на радіоактивно забруднених територіях.
7. Назвіть основні джерела надходження важких металів у ґрунт.
8. Які особливості характерні для поведінки важких металів у ґрунтах?
9. Назвіть основні чинники, що впливають на активність та міграційну здатність важких металів у ґрунті.

## Розділ 11. ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ У ПРОЦЕСІ РОЗВІДКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАДР

### 11.1. Сучасний стан та особливості експлуатації родовищ в Україні

Україна здатна забезпечити себе та експортувати такі важливі види корисних копалин і продукти їх переробки, як залізо, марганець, титан, цирконій, уран, ртуть, графіт, каолін, сірка, кам'яна сіль, калійні солі, фосфорити, мідь та інші копалини (див. табл. 11.1.).

*Таблиця. 11.1*

*Динаміка погашення запасів основних видів  
корисних копалин за роками*

Корисні копалини	Обсяги видобутку/втрат корисних копалин				
	1996 р.	1997 р.	1998 р.	1999 р.	2000 р.
Газ природний, млрд. м	<u>18,44</u> 0,054	<u>18,19</u> 0,035	<u>18,03</u> 0,037	<u>17,87</u> 0,032	<u>17,47</u> 0,024
Кам'яне вугілля, млн. т	<u>49,37</u> 8,181	<u>50,28</u> 9,031	<u>50,60</u> 7,800	<u>53,66</u> 8,33	<u>51,23</u> 10,39
Руди заліза, млн. т	<u>103,1</u> 4,19	<u>115,5</u> 4,38	<u>113,3</u> 4,00	<u>105,5</u> 3,44	<u>116,5</u> 4,13
Руди марганцю, млн. т	<u>7,22</u> 0,525	<u>7,20</u> 0,546	<u>5,57</u> 0,450	<u>4,99</u> 0,420	<u>7,41</u> 0,65
Кам'яна сіль, млн.т	<u>3,55</u> 5,98	<u>2,91</u> 5,89	<u>2,47</u> 5,35	<u>2,42</u> 4,96	<u>2,40</u> 5,93
Калійні солі, млн.т	<u>1,03</u> 0,55	<u>0,803</u> 0,084	<u>0,410</u> 0,040	<u>0,250</u> 0,070	<u>0,410</u> 0,027
Самородна сірка, млн. т	<u>0,202</u> 0,003	<u>0,420</u> 0,003	<u>0,420</u> 0,002	<u>0,305</u> -	<u>0,399</u> 0,004
Графіт, тис. т	<u>5,700</u> 0,400	<u>6,700</u> 0,500	<u>4,600</u> 0,200	<u>7,900</u> 0,800	<u>6,400</u> 0,500
Каолін, млн. т	<u>1,479</u> 0,141	<u>1,347</u> 0,203	<u>1,230</u> 0,099	<u>1,295</u> 0,080	<u>1,295</u> 0,086

Методи і способи видобутку корисних копалин, що застосовуються на даний час, не дозволяють повністю вилучати їх із надр. Втрати, що виникають при цьому, як видно з таблиці 11.2, сягають 50 % і більше. Особливо значні вони при підземному видобутку корисних копалин. Відкритий кар'єрний метод розробки дозволяє понизити величину втрат до 3-8 % і менше.

В Україні шахтним способом видобувається 80-90% вугілля і майже стільки ж багатих залізних руд.

Таблиця 11.2

**Відносні втрати корисних копалин в Україні при їх видобутку**

Вид корисної копалини	Втрати, % до видобутку	Вид корисної копалини	Втрати, % до видобутку
<b>1. При підземному видобутку</b>		<b>2. При відкритому видобутку</b>	
Вугілля кам'яне	14,7	Залізна руда	4,0
Нафта	55,0	Марганцева руда	4,1
Газ природний	1,4	Вапняки флюсові	5,8
Залізна руда	13,0	Доломіт металургійний	7,0
Марганцева руда	8,7	Піски формувальні	6,0
Кам'яна сіль	66,0	Глини вогнетривкі	8,5
Калійна сіль (K <sub>2</sub> O)	53,5	Піски скляні	3,5
Гіпс	51,0	Каолін	6,0
Пильний камінь	49,0	Буто-щебенева сировина	1,5

Світовий і передовий український досвід свідчить про існування нових методів зменшення непродуктивних втрат сировини, а саме:

1) селективна виїмка основних та супутніх корисних копалин, їх відокремлене складування, переробка і т. ін – дозволяє зменшити втрати саме супутніх корисних копалин та забезпечує тривале зберігання низькосортної руди, яка може бути перероблена в майбутньому за умов росту технологій;

2) закладка виробленого простору самотвердіючими породними сумішами – дозволяє освоювати запаси, які опинилися під житловою і виробничою забудовою, транспортними комунікаціями, водоймами

тощо;

3) впровадження свердловинних технологій видобутку корисних копалин – підземного вилуговування, виплавлення, газифікації, гідрогенізації (вугілля) – збільшує доступ до важкодоступних корисних копалин і зменшує ризик людського травматизму та смертності при видобуванні;

4) удосконалення технологічних процесів видобутку на комплексній основі – зменшує непродуктивні втрати основних та супутніх корисних копалин;

5) комплексне використання мінеральної сировини на стадії збагачення, удосконалення технологій збагачення – зменшує втрати у процесі збагачення.

Одним із найбільш важливих аспектів охорони надр є освоєння підземного простору для будівництва народногосподарських об'єктів. Серед них – склади і холодильники, сховища газу, сирої нафти і нафтопродуктів, особливо прецизійні виробництва, лікувальні заклади тощо.

Значними є втрати мінеральної сировини на стадії її збагачення. У відвалах відходів вуглезбагачувальних фабрик Донбасу та інших регіонів країни вміст залишкового вугілля змінюється від 5 до 25 %. Максимальні втрати спостерігаються при збагаченні марганцевих руд (до 30%), бурих залізняків (до 40%) і калійних солей (до 50%). Сумарні втрати марганцю з урахуванням стадій видобутку, збагачення, хіміко-металургійного переділу руд сягають 45-50%, а калію – 70-75% відносно їх розвіданих запасів.

Багатокомпонентною сировиною, що переробляється на підприємствах України, є титанові, апатитові, калійні руди, нафта, природний газ, вугілля, боксити, природні розсоли. Нині є позитивний виробничий досвід супутнього вилучення із них скандію, галію, ванадію і деяких інших компонентів, але це може розцінюватися лише як початковий етап освоєння потужного ресурсного потенціалу, який криється у комплексному освоєнні родовищ і використанні сировини.

*Втрати* поділяються на загальнорудникові та експлуатаційні.

*Загальнорудникові (загальношахтні)* – це втрати в охоронних

ціликах, що не видобуваються навіть після ліквідації гірничого підприємства.

*Експлуатаційні втрати* зв'язані безпосередньо із видобутком (сировина може втрачатися як невідокремлена від загального масиву та як відбита від загального масиву корисних копалин).

## **11.2. Класифікація порушених земель, що виникають у процесі гірничих розробок**

Тип порушень ґрунтового покриву залежить від способу гірничих розробок (відкритий чи підземний), коефіцієнту розкриття (співвідношення між сировиною і розкривними породами) та виду сировини, що видобувається.

Відкритий спосіб видобутку корисних копалин найбільш економічно ефективний. Більше 75% всієї продукції гірської промисловості добувається відкритим способом. Але такий спосіб видобутку корисних копалин веде за собою порушення ґрунтового покриву, зміни рельєфу місцевості і гідрологічного режиму, забруднення повітря внаслідок розкриття родовища і використання навколишньої території під відвали. Тому дуже гостро постає проблема рекультивациі. При визначенні напрямку рекультивациі, в першу чергу, визначають належність порушеної території до певного типу природно-техногенного ландшафту (див. рис. 11.1.)

Території, котрі зазнали порушення в процесі розвідки та розробки корисних копалин, підлягають таким основним класифікаціям:

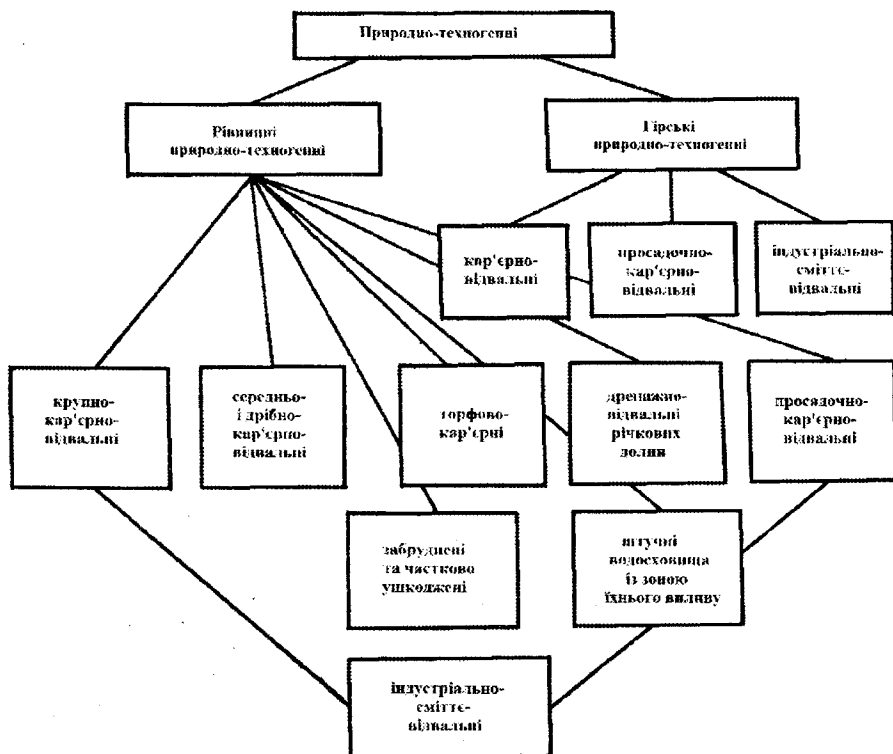
- 1) типологічна (за зовнішніми ознаками порушень);
- 2) комплексна.

**1) Типологічна класифікація природно-техногенних ландшафтів** (Л. В. Моторіна і В. А. Овчинников (1975)).

Типи природно-техногенних ландшафтів

1) *Крупно-кар'єрно-відвальні*. Це поєднання природних елементів ландшафту з глибокими (до 100–300 м, у майбутньому – до 500 м) багатоуступними кар'єрами площею в кілька десятків гектарів і високими багатоярусними відвалами.





**Рис.11.1. Схема типологічної класифікації природно-техногенних ландшафтів**  
(Л. В. Моторіна, В. А. Обвініков, 1975)

Виділяють два підтипи цього ландшафту:

- 1.1) *крупно-кар'єрні* тільки із зовнішніми відвалами;
- 1.2) *крупно-кар'єрні* із зовнішніми та внутрішніми відвалами.

Ці підтипи значно різняться схемами розробки і впливу на навколишнє середовище, а також типами техногенного рельєфу і методами рекультивациі.

Прикладом першого підтипу техногенних комплексів можуть служити залізрудні кар'єри КМА. Це величезні котловани, де розкривні роботи ведуться із застосуванням залізничного транспорту.

Характерний елемент другого підтипу техногенних ландшафтів

– плоскі поля гідровідвалів розкривних порід і відвалів збагачувальних заводів.

Кар'єри першого типу суттєво впливають на навколишнє середовище (понижується рівень ґрунтових вод, зменшується продуктивність прилеглих лісонасаджень і сільськогосподарських угідь і т. д.).

2) *Середньо- і дрібно-кар'єрно-відвальні* – являють собою поєднання природних типів місцевості із техногенними ландшафтними ділянками і окремими урочищами, представленими невеликими і середніми кар'єрами (від 1 до 10-15 га) і одно-, двоярусними зовнішніми і внутрішніми відвалами (заввишки від 2-3 до 15-30 м). Зовнішні (бортові) відвали відсипаються зазвичай поряд із кар'єрами у вигляді системи гребеневидних або одиночних горбоподібних витягнутих насипів, що займають площі до декількох десятків гектарів; зустрічаються у багатьох промислових районах, де ведеться відкритий видобуток рудних і нерудних корисних копалини, котрі залягають горизонтально на невеликій глибині (від кількох до 40-50 м). У більшості випадків родовища розробляються за безтранспортною системою або із застосуванням автотранспорту для переміщення розкривних порід у відвали.

У зв'язку із особливостями техногенного рельєфу (велика розчленованість та різкі перепади висот) і винесенням на поверхню фітотоксичних порід (особливо при відкритому видобутку бурого вугілля) такі території одержали назву «Місячних ландшафтів». Рекультивация їх часто утруднена і вимагає великого об'єму земляних робіт. Напрями рекультивациі різноманітні і залежать від місцевих фізико-географічних умов і потреб.

### ***Приклад***

*Середньо- і дрібнокар'єрно-відвальні природно-техногенні ландшафти формуються при видобутку бурого вугілля, залізняка, вагнетривких глин, фосфоритів і будівельних матеріалів в Україні.*

3) *Торфово-кар'єрні* – є поєднанням елементів природного ландшафту із виробленими торфовими полями і траншейними виїмками, що утворюються в результаті торфових розробок. Виїмки часто бувають заповнені водою і можуть бути використані під водоймища.

Можливі різні напрями рекультивації території, зокрема для сільськогосподарського, рибогосподарського, лісгосподарського використання. Широко розповсюджені в місцях видобутку торфу у Білорусі, Україні, на півночі європейської частини СНД і в Сибірі.

4) *Дражно-відвальні річкових долин*. Природні ландшафти річкових долин можуть бути значно змінені у результаті появи великої кількості дражних відвалів різних параметрів, структури і ступеню заростання, в результаті розвитку ерозійних процесів, забруднення води, зміни водного і теплового режиму річкових заплав і т.д.

5) *Просадочно-кар'єрно-відвальні*. Поширені в районах підземного видобутку корисних копалин (Підмосковний буровугільний басейн, Кузбас, Урал, Донбас, Примор'я, Східний Сибір і т. д.). Оскільки зазвичай в тих же районах зосереджені і відкриті розробки родовищ корисних копалини, просадочно-кар'єрно-відвальні ландшафти характеризуються поєднанням провальних-просадочних форм рельєфу (улоговини, западини, ями, воронки, улоговини), шахтних відвалів (конічних, гребеневидних та ін.), кар'єрів, а також відвалів переробної промисловості.

6) *Індустріально-сміттє-відвальні* – дещо умовна назва типу техногенного ландшафту, який припускає наявність у якості фонових урочищ відвалів з відходів переробної промисловості – золи, шлаків, побутових відходів і т.д. Значна частина цих відвалів має в своєму складі токсичні елементи і є серйозним джерелом забруднення атмосфери, ґрунтових вод і ґрунту навколишньої території.

7) *Забруднені та частково ушкоджені промисловими викидами* – природні ландшафти, котрі піддаються дії промислово-газових викидів в атмосферу, скиданню рідких і твердих відходів промислових підприємств у річки і на ділянки, що примикають до промплощадок (забруднення нафтою), і т.д. Як правило, рельєф таких ландшафтів не порушується, але їхній рослинний і ґрунтовий покрив, склад тваринного світу, продуктивність лісових і сільськогосподарських угідь зазнають істотних змін. Сюди можуть бути віднесені ландшафти, що мають і інший характер часткових пошкоджень.

**2) Комплексна класифікація природно-техногенних ландшафтів** (А.К. Поліщук (1977)).

В основу комплексної класифікації порушених земель покладено площу порушень, їх глибину, напрямок наступного освоєння земель та агробіологічну оцінку порід на поверхні відповідного об'єкту.

Для оцінки порушень використовується одиничний показник – бал. У більшості випадків ступінь порушення ділянки визначають за формулою:

$$W_i = K_i \cdot \omega_i \cdot S_i \quad (11.1)$$

де  $W_i$  – ступінь порушення, балів;

$K_i$  – клас порушень  $i$ -ї ділянки, балів;

$\omega_i$  – група поверхні шару  $i$ -ї ділянки, балів;

$S_i$  – площа порушень  $i$ -ї ділянки, га.

Питома порушеність ділянки (глибина або висота порушень) – це ступінь порушення у балах, що припадає на 1 га порушень. Вона визначається за формулою:

$$Y_i = \frac{W_i}{S_i} \cdot K_i \cdot \omega_i, \quad (11.2)$$

де  $Y_i$  – питома порушеність території, бали/га

Ступінь порушеності території кількох ділянок:

$$W_m = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \omega_i \cdot S_i, \quad (11.3)$$

$W_m$  – ступінь порушеності території кількох ділянок, бали,

Середньозважена питома порушеність території:

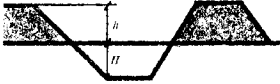


$$Y_m = \frac{W_m}{S_m}, \quad (11.4)$$


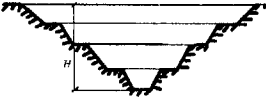
$Y_m$  – середньозважена питома порушеність території, бали/га.

До одного балу прирівнюється порушення 1 класу на площі, що дорівнює 1 га і складається із родючого ґрунту або потенційно родючих розкритих порід, найбільш придатних для біологічної рекультивациі. Кожний наступний клас порушень приймається за 1 бал вище (табл. 11.3).

Таблиця 11.3

## Класифікація порушень земної поверхні (Л.К. Поліщук, 1977)

Клас порушень	Характер порушень	Параметри порушень	Елементи відкритих розробок	Поверхневий шар	Вид освоєння	Індекс виду порушень
1		$h < 10\text{м}$ $S < 10\text{га}$ $H < 10\text{м}$	Траншеї, канали, дамби	Потенційно родючий (1); нейтральний у вигляді наносів (2), нейтральний у вигляді скали (3), фітотоксичний (4)	Рілля, ліси, сади, пасовища	$I_1$ $I_2$ $I_3$ $I_4$
2		$h > 10\text{м}$ $S \geq 10\text{га}$	Поверхня зовнішніх відвалів, гідровідвалів, шламосховищ	Потенційно родючий (1); нейтральний у вигляді наносів (2), нейтральний у вигляді скали (3); фітотоксичний (4)	Рілля, ліси, сади, пасовища	$П_1$ $П_2$ $П_3$ $П_4$
3		$h > 10\text{м}$ $S > 10\text{га}$	Відкоси і поверхні відвалів, з площею ділянки менше 10 га	Потенційно родючий (1); нейтральний у вигляді наносів	Ліси, пасовища	$Ш_1$ $Ш_2$ $Ш_3$ $Ш_4$

				(2), нейтральний у вигляді скали (3); фітотоксичний (4)		
4		$100 \geq H \geq 10\text{м}$ $100 \geq S \geq 10\text{га}$	Кар'єри горизонтальних і слабо нахилених родовищ	Потенційно родючий (1); нейтральний у вигляді наносів (2); нейтральний у вигляді скали (3); фітотоксичний (4)	Водосховища, зони відпочинку, ставки для рибництва	IV <sub>1</sub> IV <sub>2</sub> IV <sub>3</sub> IV <sub>4</sub>
5		$H > 100\text{м}$ $S > 100\text{га}$	Глибокі кар'єри	Потенційно родючий (1); нейтральний у вигляді наносів (2); нейтральний у вигляді скали (3); фітотоксичний (4)	Водосховища, ліси, сади	V <sub>1</sub> V <sub>2</sub> V <sub>3</sub> V <sub>4</sub>

**Примітка:** цифрами в дужках позначена група поверхневого шару

### **11.3. Вплив гірничого виробництва на стан навколишнього природного середовища**

Гірничі роботи мають дві основні сторони впливу на стан наколишнього середовища:

- 1) зміна санітарно-гігієнічних (різні види забруднень) та естетичних умов (спотворення ландшафтів);
- 2) зміна гідрологічних та геологічних умов (різка зміна геолого-гідрологічного стану розроблюваних та прилеглих територій).

Негативна дія гірських робіт на геологічне середовище виявляється у результаті:

- 1) нераціональної експлуатації корисних копалини, що приводить до їх втрат, не виправданих існуючим рівнем науки і техніки;
- 2) розвитку небезпечних шкідливих геомеханічних і геологічних явищ і процесів, які супроводжують очисні і підготовчі роботи при підземній розробці вугільних родовищ;
- 3) переміщень, провалів, обвалів масиву гірських порід і земної поверхні;
- 4) утворення зон опірною гірського тиску;
- 5) небезпечних гідродинамічних явищ, обумовлених порушенням гідрогеологічного режиму підземних вод, що виявляються у вигляді прориву і плавунів, фільтраційного витoku, суфозійного розмиву порід, депресивних деформацій порід в полі водопониження;
- 6) порушення температурного режиму гірських порід, що призводить до деформації мерзлих порід при їх заморожуванні або відтаванні;
- 7) засмічення і забруднення земель, вод, атмосфери промисловими відходами та розкритими породами, шахтними високомінералізованими водами, вугільним пилом.

Не зважаючи на зменшення у останні роки обсягів видобутку деяких видів корисних копалин, загальний екологічний стан довкілля у гірничовидобувних регіонах погіршується. Це викликано моральним та фізичним старінням обладнання, видобутком без урахування можливих змін довкілля та невиконанням відповідних попереджува-

льних чи ліквідаційних заходів.

Рівень техногенного навантаження відходів освоєння мінерально-сировинної бази на навколишнє середовище в окремих областях і регіонах залежить від ступеню їх індустріального розвитку і характеру розробки надр (табл. 11.4).

Таблиця 11.4

**Рівень техногенного навантаження від освоєння  
мінерально-сировинної бази**

Адміністративна область	Індустріальний регіон	Техногенне навантаження	
		тис.т/км	тис.т/людину
Донецька	Донбас, Південь України	318,2	1,53
Луганська	Донбас	61,3	0,57
Дніпропетровська	Придніпров'я, Кривбас, Західний Донбас	232,7	1,91
Запорізька	Придніпров'я	5,6	0,07
Львівська	Прикарпаття, Львівсько- Волинський басейн	140,8	1,13
Волинська	Львівсько-Волинський басейн	5,3	0,1
Івано- Франківська	Прикарпаття	15,8	0,16
Полтавська	Кременчук - Комсомо- льськ	58,7	0,97

У деяких промислових центрах обсяг накопичених відходів складає на 1 людину (тис.т.): Алчевськ - 0,21; Горлівка - 1,11; Дніпродзержинськ - 0,32; Донецьк - 0,55; Єнакієве - 2,78; Запоріжжя - 0,15; Кременчук і Комсомольськ - 5,11; Кривий Ріг - 9,17; Лисичанськ - 1,37; Луганськ - 0,57; Макіївка - 1,27; Маріуполь - 5,54; Слов'янськ - 0,42; Торез - 2,5; Шахтарськ - 1,12.

Розробки родовищ корисних копалин часто є джерелом забруднення ґрунтів, поверхневих і підземних вод, атмосфери. Так у районах вуглевидобутку Донбасу ґрунти і донні відклади суттєво забруднені миш'яком, свинцем, фтором, ртуттю, фосфором, цинком, барієм. Контрастність аномально високих концентрацій цих та інших



елементів-токсикантів зростає в районах шахт і коксохімічних заводів. Сумарний показник забруднення (сума перевищення ГДК за елементами, які нормуються) досягає 16-32, а іноді – 130. При цьому ртуть, миш'як і барій фіксуються в ареалах перевищення ГДК поблизу вугледобувних і переробних підприємств і коксохімічних заводів.

У поверхневих і ґрунтових водах вугледобувних районів Донбасу фіксується до 10 шкідливих компонентів, концентрації яких значно перевищують ГДК, а саме: кадмій, фосфор, літій, титан, бром, марганець, нітрати та ін.

Негативний вплив скиду шахтних вод на довкілля можна суттєво зменшити або й зовсім ліквідувати, впровадивши системи їхньої демінералізації.

Інтенсивний кар'єрний видобуток сірки на Язівському родовищі (Яворівське ДГХП «Сірка») призвів до інтенсифікації техногенного карстоутворення, що зумовлює катастрофічні екологічні явища і може призвести до втрати рекреаційно-курортних зон, таких як Немирів і Сколе.

Процес закриття вугільних шахт Донбасу в режимі «мокрої» консервації призводить до підтоплення і заболочування значних територій, засолення і забруднення вод у зоні гідродинамічного впливу цих шахт. Крім цього, можна прогнозувати перерозподіл річкового стоку, активізацію екологічно небезпечних геологічних процесів, а також некерований процес міграції і накопичення шахтного метану, що вимагає проведення дегазації шахтних полів із утилізацією газу.

Програма рекультивуації земель, порушених при експлуатації родовищ корисних копалин, здебільшого виконується гірничодобувними підприємствами на 30-40%. Деякі підприємства (Роздільське ДГХП «Сірка», Іршанський ГЗК, АТ «Укрнафта») практично припинили роботи із рекультивуації земель. Так, у Сумській області із відпрацьованих земель лише 39% рекультивовано, із яких 61% повернено землевласникам.

### ***Екзогенні геологічні процеси.***

Внаслідок техногенного впливу на довкілля, відбуваються значні зміни геологічного середовища загалом. Активізуються екзогенні

геологічні процеси. Від 70-х років ступінь ураженості цими процесами зріс у 1,5-2 рази. До основних екзогенних геологічних процесів, що активізуються техногенним впливом, відносяться:

- 1) просідання та підтоплення територій;
- 2) зсуви;
- 3) карстові процеси;
- 4) зменшення сейсмостійкості породних масивів;
- 5) ерозія та абразія.

Важливим є те, що більшість цих процесів є взаємопов'язаними та взаємообумовленими. Процеси просідання та підтоплення території прогресують в промислово-міських агломераціях, де відбувається значна зміна ландшафтів. Тут існують значні втрати води із водонесучих комунікацій. У районах шахтного вуглевидобутку, при осіданні земної поверхні та «мокрій» консервації шахт південних регіонів, у зв'язку зі зрошенням сільськогосподарських угідь, активізація процесу підтоплення найвідчутніша. Підтоплення і водонасичення активізує зсуви, збільшує площі просідання лесових ґрунтів. Внаслідок підтоплення сейсмостійкість породних масивів на значній території країни помітно зменшилася. Активізація карстового процесу виводить із господарського освоєння значні території та загрожує функціонуванню важливих об'єктів господарства. Масштабні зрушення поверхні у підземних виробках можуть викликати локальні землетруси. У 2000 р. найбільшу активізацію зсувів відзначено у Закарпатській, Чернівецькій, Дніпропетровській, Одеській областях, АР Крим, а процесів підтоплення – у південних та західних регіонах, Донецькій, Луганській областях, карсту – у Прикарпатському регіоні, абразійних процесів – у Одеській області та АР Крим.

На території України виділено площі природного та техногенного підтоплення. У Херсонській, Миколаївській, Запорізькій, Дніпропетровській областях внаслідок меліоративних заходів відбувається природно-техногенне підтоплення. Підтоплення простежувалися на територіях понад 500 міст та селищ міського типу, де іноді підтоплені площі становлять 30% території населених пунктів.

Таблиця. 11.5

## Поширення екзогенних геологічних процесів (ЕГП) на території України (2000 р)\*

Регіон України	Загальна площа, охоплена ЕГП тис. км <sup>2</sup>	Території поширення лесових порід з I та II типами умов провідання		Підтоплені території"		Території поширення порід, здатних карстуватись		Загальна кількість зсувів	Площі зсувів, км <sup>2</sup>	Кількість зсувів, внесених до обласних кадастрів
		Площа, км <sup>2</sup>	Ураженість території, %	Площа, тис. км <sup>2</sup>	Ураженість території, %	Площа, тис. км <sup>2</sup>	Ураженість території, %			
АР Крим*	27,0	3421	12,7	3,9	14,4	13,2	48,8	1336	56,1	847
Вінницька	26,5	18973	72,0	2,2	8,3	5,5	20,8	402	15,5	402
Волинська	20,2	2788	14,0	16,5	81,7	20,2	100,0	-	-	-
Дніпропетровська	31,9	22366	70,0	1,6	5,0	7,1	22,2	314	34,0	303
Донецька	26,5	8205	31,0	0,3	1,1	18,5	69,8	180	8,40	125
Житомирська	29,9	3933	13,0	24,9	83,0	-	-	10	0,008	9
Закарпатська	12,8	-	-	3,1	24,2	0,8	6,3	>2000	919	1885
Запорізька	27,2	18423	67,7	0,9	3,0	7,5	27,6	206	4,10	218
Івано-Франківська	13,9	1640	11,8	0,5	4,0	5,0	35,9	573	253	478
Київська**	28,9	10600	36,7	1,7	6,0	-	-	794	23,8	764
Кіровоградська	24,6	19556	79,5	5,8	23,6	0,4	1,6	198	3,40	122

Луганська	26,7	3459	13,0	11,5	43,1	26,6	99,6	1100	6,90	595
Львівська	21,8	1270	5,8	6,9	32,0	12,7	58,3	870	41,6	425
Миколаївська	24,6	8912	36,2	4,2	17,1	17,4	70,7	1202	7,27	531
Одеська	33,3	11059	33,2	10,8	31,5	5,3	15,9	5 481	51,2	3125
Полтавська	28,8	15613	54,2	3,8	13,2	0,3	1,04	810	84,7	761
Рівненська	20,1	3768	18,7	10,5	52,2	16,1	80,0	-	-	-
Сумська	23,8	7275	30,6	6,9	29,0	10,0	42,0	430	8,66	397
Тернопільська	13,8	9020	65,4	0,3	2,0	13,8	100,0	117	11,7	54
Харківська	31,4	19300	61,5	5,2	17,0	10,8	34,4	730	48,3	530
Херсонське	28,5	17641	61,9	7,7	27,0	15,2	53,3	37	0,30	30
Хмельницька	20,6	14520	70,5	2,2	10,7	13,5	65,5	397	20,7	408
Черкаська	20,9	13406	64,1	1,6	8,0	-	-	1170	30,9	963
Чернівецька	8,1	4125	50,9	0,4	4,9	3,8	46,9	1622	661	1272
Чернігівська	31,9	10975	34,4	9,7	30,4	4,2	13,2	11	0,030	10
<b>Україна загалом</b>	<b>603,7</b>	<b>250247</b>	<b>41,0</b>	<b>143,1</b>	<b>23,7</b>	<b>227,9</b>	<b>37,7</b>	<b>19990</b>	<b>2290</b>	<b>14254</b>

\*- Дані Л.Г. Мельник, Л.К. Шапочка та ін., 2005

Площа підтоплених ділянок (з РГВ на глибині до 2 м) становить у Дніпропетровську близько 0,63 км<sup>2</sup>, місцями підняття підземних вод тут сягає 0,5-1,0 м на рік. Значно уражені підтопленням м. Харків (1 км<sup>2</sup>) та м.Запоріжжя (0,9 км<sup>2</sup>). У Донецьку площі підтоплених земель становлять 0,52 км<sup>2</sup>. На території Луганської області підтоплено 47 міст та селищ міського типу, 108 сіл. Підтоплення є одним із найбільш небезпечних явищ, оскільки провокує активізацію зсувних, карстових процесів та просідання лесових ґрунтів.

*Карст* належить до найпоширеніших ЕГП. За останніми оцінками породи, у яких за певних умов може розвиватися карстовий процес, займають понад 60% території України. Площі, на яких карстоутворення може безпосередньо впливати на господарську діяльність, поширені майже на 24% території. Розвиток відкритого карсту, який супроводжується провалами на поверхні, становить 3% території країни. Розвиток техногенного карсту спостерігається у районах ведення гірничих робіт. Катастрофічні карстопрояви відзначено в зоні впливу Язівського родовища сірки, Стебницького та Калушського калійних родовищ, Новокарфагенського родовища кам'яної солі.

Значне поширення та великий вплив на умови господарювання мають *лесові ґрунти*, просідання яких при замочуванні викликає руйнування різних об'єктів та зміни в ландшафті. Особливу увагу необхідно приділяти територіям поширення лесових ґрунтів із прогресуючим підняттям рівня підземних вод (Дніпропетровська, Запорізька, Херсонська, Миколаївська області).

Значні зміни стану довкілля відбуваються в місцях *просідання поверхні землі над гірничими виробками*, що супроводжується підтопленням та заболочуванням територій, утворенням джерел та озер, інтенсифікацією карстових і суфозійних процесів. На території Донбасу, при загальній площі вуглепромислових районів близько 15000 км<sup>2</sup>, площа просідання земної поверхні становить 8 тис. км<sup>2</sup>, у Дніпропетровській області – майже 500 км<sup>2</sup>.

У гірських районах України щороку трапляються *сходження селів*. У 2000 р. зареєстровано сходження 72 селів, зокрема у Закарпатській області – 54, Чернівецькій – 8, Івано-Франківській області –

8, АР Крим – 2.

Найвищий рівень інженерно-геологічної небезпеки прояву ЕГП характерний для гірських районів Карпат і Криму, територій розвитку карсту - (північно-західним областям, Придністров'ю), а також порушеним гірничими роботами районам Донбасу. Надзвичайно небезпечний сукупний вплив різних видів ЕГП на довкілля відзначений в Донецькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Луганській, Одеській областях.

***Питання для самоконтролю:***

1. Охарактеризуйте запаси основних корисних копалин в Україні порівняно з провідними державами світу.
2. Які методи зменшення непродуктивних втрат сировини при видобуванні корисних копалин існують?
3. Які перспективні напрямки використання підземних виробок існують?
4. Якими основними показниками характеризується використання надр?
5. Що таке «збіднення корисних копалин» ?
6. На яких основних етапах гірничих робіт відбуваються втрати та збіднення корисних копалин?
7. Які екзогенні геологічні процеси ініціюють гірничі розробки?

# СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСНОВИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

## Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ЗБАЛАНСОВАНОЇ СТРУКТУРИ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ

Організація збалансованої структури земельних угідь є фундаментальним елементом системи збалансованого використання земельних ресурсів, оскільки структура угідь та їхня локалізація на території басейну річки визначають напрям протікання біогеохімічних процесів. Якщо структура земельних угідь розбалансована, то будь-яка раціональна система землекористування та землеробства не зможе попередити розвиток процесів деградації ґрунтового покриву, який є функціональним базисом розвитку та існування усіх наземних екосистем.

*Збалансоване використання земельних ресурсів* – порядок, умови та форма такого використання земель у різних господарських цілях, яке передбачає підтримання вихідного рівня або підвищення рівня їхньої продуктивності та екологічної народногосподарської цінності.

Якщо розглянути структуру земельного фонду України, то основну частину (70,9%) становлять землі сільськогосподарського призначення, значну площу займають ліси та лісовкриті території (17,6 %), землі забудови та інфраструктури займають 4,2%, а низькопродуктивні та деградовані землі - 1,7%. Тому якщо говорити про організацію збалансованої структури земельних угідь, то стає зрозумілим

мілим, що розбалансованість структури земельних угідь України зумовлена, передусім, високою часткою освоєних земель, левову долю яких складають сільськогосподарські угіддя. При розгляді питань збалансованого землекористування саме даній цільовій категорії земель слід приділяти максимум уваги.

Із позицій землекористувача усі землі сільськогосподарського призначення можна умовно поділити на чотири великі групи:

**1) високопродуктивні землі** – всі землі, що мають високий потенціал продуктивності і здатні його реалізувати за оптимальних умов фотосинтезу;

**2) низькопродуктивні землі** – всі землі, високий потенціал продуктивності яких обмежується рядом факторів, що можуть бути усунуті чи суттєво зменшені за рахунок антропогенного втручання (меліорацій, удобрення тощо)

**3) деградовані землі** – всі землі, які потребують тривалого часу і великих антропогенних інвестицій для відновлення своєї продуктивності

**4) порушені** – землі, які в процесі гірничо-видобувних та геолого-розвідувальних робіт повністю втратили свою продуктивність і потребують її відновлення за рахунок рекультиваций.

Тому саме для вказаних груп земель ми і розглядатимемо методи збалансованого землекористування. Збалансоване використання земель сільськогосподарського призначення передбачає їх використання з метою отримання сільськогосподарської продукції за умов забезпечення простого або розширеного відтворення родючості. В свою чергу відтворення родючості ґрунтів має два взаємопов'язані аспекти: структурний та функціональний. Родючість ґрунту цікавить людину з точки зору прагматичних цілей стабільного високопродуктивного і ефективного функціонування агроєкосистем. Для того, щоб відтворити родючість ґрунту, який є базисом розвитку агроєкосистеми, потрібно оптимізувати розвиток самої агроєкосистеми. Агроєкосистема є живою, відкритою системою. Будь яка система має базис розвитку (навколишнє середовище) та структурну основу, на якій вона розвивається за рахунок функціональних взаємозв'язків між ком-



понентами системи (трофічних ланцюгів, через які проходять потоки речовини та енергії). Щоб зрозуміти роль базису, структурної основи та функціональних взаємозв'язків, візьмемо у якості прикладу людський організм, який також є відкритою системою. Так для людського організму базисом розвитку є навколишнє середовище, у якому він розвивається; структурною основою є анатомічна будова тіла, а функціональними взаємозв'язками є речовинно-енергетичні потоки через системи травлення, дихання та кровообігу, нервову систему. На прикладі системи «людський організм» стають зрозумілими наслідки погіршення стану (порушення) базису, структурної основи та функціональних взаємозв'язків.

Тому якщо розглядати такі рівні організації агроєкосистеми як агросфера, аграрний ландшафт та посіви сільськогосподарських культур і сівозміни, то стає зрозумілим важливість їх збалансованої організації як структурної основи агроєкосистем. На розбалансованій структурній основі неможливим є збалансування функціональних взаємозв'язків. В свою чергу оптимізація зазначених параметрів системи відобразиться на оптимізації базису її розвитку, але не обов'язково збалансує його. Тому часто для оптимізації стану базису розвитку (грунтового покриву) як спільного базису для цілого ряду систем, потрібні додаткові заходи, наприклад, розширене відтворення родючості, меліорації тощо.

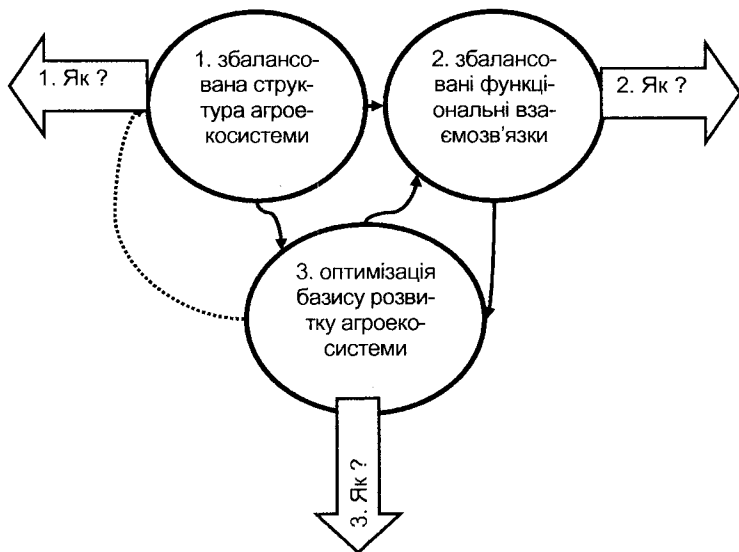
Отже, назріває висновок, що збалансоване землекористування реалізується через три основні принципи (див. рис. 1.1).

Перерахуємо основні механізми втілення принципів збалансованого землекористування, розкривши поставлені у схемі питання «Як?».

### **1. Збалансована структура агроєкосистем. Як?**

Якщо розглядати агроєкосистеми усіх трьох рангів організації – агросферу, аграрний ландшафт та власне агроєкосистему (польову, пасовищну, плантаційно-садову), то збалансована структура агроєкосистеми – це збалансоване співвідношення та локалізація біоценозів різних типів і видів. Так, для агросфери – це співвідношення різних типів ландшафтів, для аграрного ландшафту – співвідношення різних

типів земельних угідь, для польової агроєкосистеми – співвідношення різних типів посівів та сівозмін.



*Рис. 1.1. Екологічні принципи збалансованого землекористування*

Отже, збалансована організація структури агроєкосистеми повинна плануватися від вищого рангу до нижчого, а реалізовуватися - навпаки – від нижчого рангу до вищого. При цьому потрібно врахувати наявність земель різної якості і придатності для сільськогосподарського виробництва.

Тому ландшафтно-екологічне планування збалансованої структури земельних угідь повинно виконуватися у такій ієрархічній послідовності.

- 1) агроєкологічне сировинне районування території області; району, басейну річки;
- 2) перерозподіл цільових напрямів використання земель;
- 3) збалансована організація ландшафтних територіальних систем (ЛТС) басейнів річок за біоцентрично-сітьовими моделями;
- 4) розробка збалансованої структури земельних угідь різних ці-

льових категорій у межах ЛТС на основі результатів спеціального сировинного районування території басейну річки;

5) планування та організація збалансованої структури посівів у межах господарства;

6) планування та організація збалансованих сівозмін.

## **2. Збалансовані функціональні взаємозв'язки у агроєко-системах. Як?**

Збалансовані функціональні взаємозв'язки у агроєко-системах являють собою не що інше, як потоки речовини та енергії через добре узгоджену роботу біотичного комплексу ґрунту. Досягається цей принцип через впровадження збалансованих систем землеробства та технологій вирощування сільськогосподарських культур і утилізації відходів. Дуже важливими елементами впливу на колообіг речовин є системи застосування добрив та засобів захисту рослин, а також система обробітку ґрунту. Система застосування добрив визначає кількість речовини та енергії, яка компенсується людиною у біологічному колообігу. Система захисту рослин суттєво впливає на біотичні взаємозв'язки, пригнічуючи одні групи організмів і лишаячи місце іншим. Система обробітку ґрунту визначає умови протікання біотичних циклів, змінюючи аеробно-анаеробні умови життя біоти ґрунту, перемішуючи ґрунтові мікрошари і переселяючи біоту у невласивій ніші (у випадку відвального обробітку).

## **3. Оптимізація базису розвитку агроєко-системи. Як?**

Безпосереднім базисом розвитку агроєко-системи є ґрунтовий покрив. Звісно, зазначені вище заходи збалансування агроєко-системи впливатимуть на ґрунт, а окремі із них (застосування добрив, обробіток ґрунту) і здійснюються через ґрунт. Проте якщо ґрунт має низький рівень природної родючості чи якісь окремі властивості, котрі заважають продуктивному функціонуванню агроєко-системи, то необхідні меліоративні заходи: хімічні, фізичні, гідротехнічні, агротехнічні чи ін. види меліорацій. Якщо ґрунт має ознаки деградацій, то необхідне розширене відтворення родючості.

У подальших розділах більш детально розглядаються методи збалансованого землекористування, які дають відповіді на поставлені у схемі (рис. 1.1) питання «Як?».

## 1.1 Загальні принципи організації збалансованої структури земельних угідь

Організація збалансованої структури земельних угідь є ключовим елементом збалансованого землекористування. На основі її плану встановлюється подальший напрямок використання усіх видів сільськогосподарських угідь, обґрунтовуються заходи відтворення продуктивності та консервації земель.

Збалансована структура земельних угідь в басейні річки повинна забезпечити умови функціонування та самовідтворення екосистем. Межею антропогенних порушень екологічних зв'язків є господарське освоєння 40% басейну, але вже за такого показника ландшафт обезцінюється, а екосистеми втрачають здатність до продуктивного функціонування і самовідтворення. Граничною межею освоеності є території басейну малої річки є 50% його площі.

На сьогодні на території України лише розораність складає 56,7%, окрім того, значну частину займають урбанізовані території та промислові майданчики, дороги, кар'єри тощо.

За оптимального співвідношення угідь можна відновити екологічне благополуччя ландшафтів, відносну замкненість, саморегулювання та стійкість агроекосистем, у підтриманні чого системі удобрення належить лише 30-50 %. Просторовою основою збалансованої організації земельних угідь є басейн малої річки є відносно замкнуте кільце біогеохімічного колообігу речовини та енергії. Саме у межах басейну річки відбувається перерозподіл поверхневого та ґрунтового стоку, а відтак і міграція речовин зі стоком. Тут формується своєрідний біоценотичний покрив та мікроклімат, відмінний від інших басейнів. Тому до питань збалансованої організації земельних угідь потрібно застосовувати басейновий підхід. Нині вчені України виділили загальні принципи такої організації для основних агроґрунтових зон України (див. табл. 1.1)

Таблиця 1.1

**Оптимальне співвідношення земельних угідь основних агрогрунтових зон України**

Агро-грунтова зона, підзона	Площа, %		
	Рілля	Полезахисна лісистість	Природні кормові угіддя
Полісся	40-50	3-5	45-47
Лісостеп	35-45	7-10	45-48
Степ Північний та Центральний	40-60	5-10	30-55
Степ Південний	50-60	7-10	30-43

Слід зазначити, що вказаних у табл. 1.1 нормативів не завжди можливо досягти, якщо маємо справу із високоурбанізованими басейнами річок. Крім того, методи та способи збалансування систем землеробства та окремих її елементів визначаються наперед заданим рівнем відтворення родючості ґрунтів – просте чи розширене. Якщо ґрунтовий покрив не має ознак деградації та характеризується високою екологічною стійкістю, то достатньо простого відтворення родючості (стабільно підтримувати родючість на вихідному рівні), в іншому випадку – необхідне розширене відтворення родючості (наращування родючості для забезпечення екологічної стійкості ґрунту та відтворення його екологічних функцій).

Збалансована структура земельних угідь різних цільових категорій в межах ЛТС розробляється за результатами спеціального сировинного районування територій у такій послідовності:

- 1) виділяються спеціальні сировинні зони;
- 2) аналізується фактична структура ЛТС та намічаються шляхи її екологічної оптимізації;
- 3) визначаються напрями цільового використання земель, виділяються межі земель різних цільових категорій на карті, які потім переносяться в натуру;
- 4) організовується біоцентрично-сітьова структура ЛТС басейну малої річки;

5) розробляється збалансована структура земельних угідь та їхня локалізація згідно принципів контурно-меліоративної організації територій;

6) визначаються принципи ведення збалансованих систем землеробства та обираються методи та способи їх впровадження;

7) розробляються збалансовані сівозміни.

Отже першочерговим заходом планування збалансованої структури земельних угідь є спеціальне сировинне районування територій.

## **1.2. Спеціальне сировинне районування територій**

Необхідність розподілу території держави чи соціально-економічного регіону на сировинні зони виникла у зв'язку із надмірним техногенним навантаженням на ґрунтовий покрив та процесами його деградації, внаслідок чого неможливо отримувати, в ряді регіонів, доброякісну сільськогосподарську продукцію. Разом з тим існують категорії населення, для яких навіть нетривале споживання продукції, що не відповідає вимогам екологічної безпеки, є недопустимим. Передусім це діти, особливо грудного віку. Ринок дитячого харчування повинен бути представлений лише екологічно безпечною продукцією, вирощеною за принципами біологічного землеробства в екологічно безпечних сировинних зонах.

Українськими вченими було запропоновано концепцію розподілу території на спеціальні сировинні зони, межі яких визначаються екологічною якістю отримуваної сільськогосподарської продукції (В.І.Кисіль, 1997, М.М. Городній, 2003). За результатами сировинного районування території поділяють на три класи (див. рис. 1.2).

Інформація, необхідна для такого районування, знаходиться в розпорядженні земельної, агрохімічної, гідрометеорологічної та екологічної служб України.

**Принципи спеціального сировинного районування базуються** на оцінці екологічного стану територій, який суттєво впливає на агроекологічний стан ґрунтового покриву та інші компоненти сільськогосподарських ландшафтів і безпосередньо відбивається на якості отримуваної сільськогосподарської продукції.

Спеціальне сировинне районування території України слід проводити за результатами оцінки екологічного стану земель (див. розд.6.2 Ч.І).

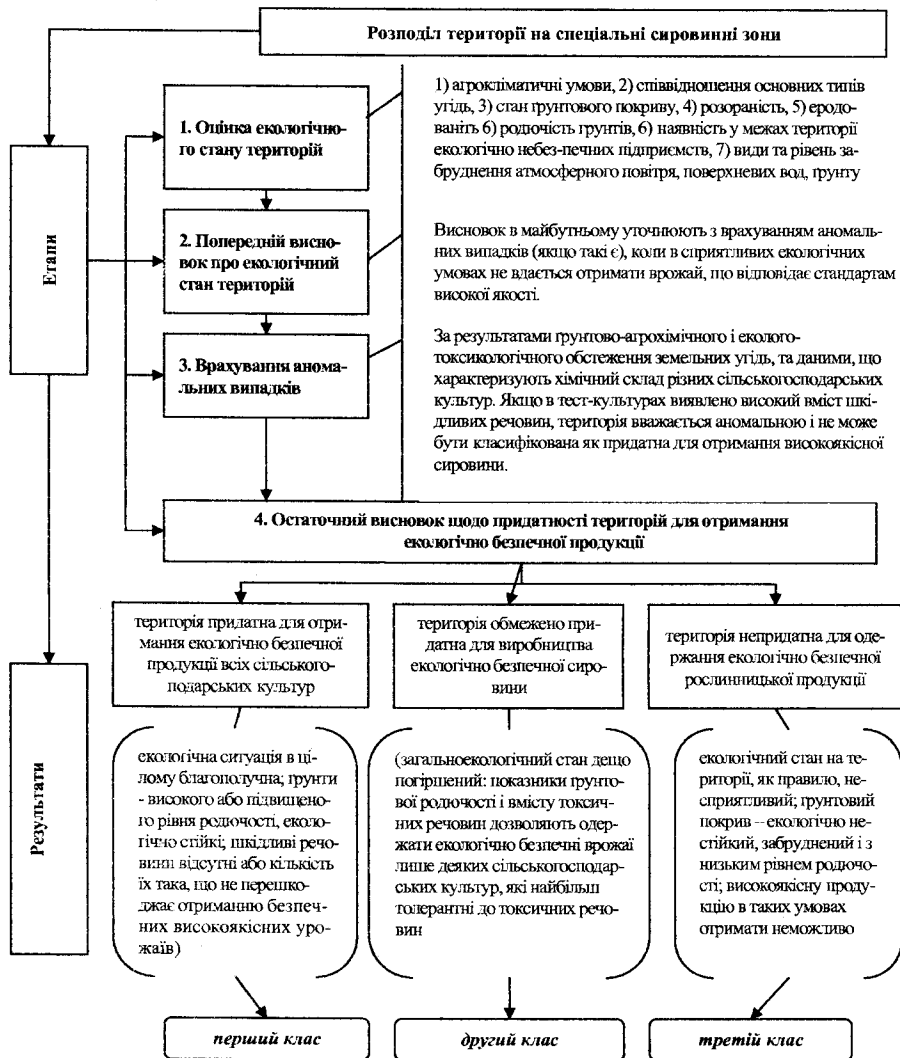


Рис.1.2. Принципи спеціального сировинного районування територій

Сировинна зона визначає загальні екологічні умови вирощування культур і отримання екологічно безпечної продукції. А для того, щоб отримати високі врожаї такої продукції, необхідно враховувати природні обмежуючі фактори і розміщувати культури там, де їхній вплив невиражений або підлягає регулюванню за допомогою меліоративних заходів.

Тому рівень придатності ґрунтів для вирощування тих чи ін. сільськогосподарських культур визначається лише після спеціального сировинного районування території, а не навпаки. Так, за результатами такого районування можна робити перерозподіл сільськогосподарських угідь, відводячи під рілля землі першого класу, тоді як землі третього класу доцільно або залужувати, або заліснювати. Землі другого класу недоцільно використовувати для вирощування рослинницької продукції, яку безпосередньо споживатиме населення, більш прийнятною є організація на таких землях кормових сівозмін. Таким чином, результати сировинного районування непрямо вказують на можливі місця локалізації різних типів земельних угідь, що і необхідно для подальшого планування та організації збалансованих ландшафтно-територіальних комплексів басейну малої річки.

### **1.3. Збалансована ландшафтно-екологічна організація території**

#### ***Збалансована ландшафтно-екологічна організація території***

– такий тип організації, за якого природні потенціали геосистем реалізуються повністю, виключені конфліктні ситуації між природними та антропогенними підсистемами, забезпечується стабільність як окремих геосистем, так і ЛТК в цілому.

Нині існує декілька механізмів забезпечення збалансованої ландшафтно-екологічної організації території. Найбільш широкого визнання у європейських країнах здобула концепція Л. Міклоша та М. Ружічки (поч. 80-х р.р. ХХ ст.).

Згідно цієї концепції збалансована ландшафтно-екологічна організація території забезпечується за рахунок оптимального співвід-



ношення та локалізації різних угідь. В основу покладено кількісну оцінку рівня відповідності окремих геосистем різним соціальним функціям як для держави в цілому, так і адміністративних одиниць нижчого рівня. Природоохоронна функція геосистем приймається за пріоритетну.

Згідно методики Л. Міклоша та М. Ружічки питання збалансованої ландшафтно-екологічної організації території вирішується у такому порядку:

1) визначається оптимальне співвідношення природних та господарських угідь;

2) встановлюється мінімально необхідна площа біоцентру (окремої ділянки природної рослинності);

3) встановлюється оптимальне місце розміщення біоцентру на території ландшафту та планується біоцентрично-сітьова ЛТС.

Біоцентрично-сітьова ЛТС басейну малої річки передбачає наявність таких елементів: біоцентри, біокоридори та інтерактивні елементи (див. рис.1.3).

**Біоцентр** – це група суміжних геотопів із природною рослинністю, які виконують функції збереження генофонду ландшафту, оптимізації впливу на прилеглі геотопи з культурною рослинністю або без неї, естетичної привабливості території.

В умовах агроландшафту біоцентрами є окремі гаї, ліси, ділянки степів, луків, боліт, а в міському ландшафті – парки, лісопарки, сквери, райони приватної забудови з присадибними садовими та парковими ділянками. Усі ці ареали відрізняються від навколишніх антропоїчних угідь значно більшою видовою насиченістю, хоча вона й може бути далекою від природної норми. Важливою характеристикою біоцентру є його едафічні умови (характерний набір абіотичних факторів геотопу, що визначають можливість існування в ньому певних видів рослин (зволоженість, тепло, мінеральне живлення, затіненість тощо). Найчастіше в одному біоцентрі є геотопи з різними едафічними умовами.

*Едафічний тип біоцентру* визначає набір видів, які можуть існувати в ньому.

Чим подібніші за едафічними умовами біоцентри, тим інтенсивніша міграція видів між ними. Чим різноманітніші екологічні умови біоцентру (ширші діапазони факторів), тим більше видів може його населяти і тим більше значення він має в ландшафті як центр його біотичної різноманітності. З едафічними умовами тісно пов'язаний і *видовий склад біоцентрів*, за яким виділяються досить загальні їх типи: хвойні лісові, листяні лісові, лучні, лучно-болотні та ін.



**Рис. 1.3. Картохема біоцентрично-сітьової ЛТС Керченського півострова (фрагмент) (Гродзинський Д.М., 1993):**

- Біоцентри:** 1 - ксерофітно- та петрофітно-степові; 2 - ксерофітно-чагарниково-лісові; 3 - галофітно-лучні; 4 - псамофітнолісові;  
 5 - біокоридори;  
 6 - інгративні елементи;  
 7 - зони впливу біотичних елементів.  
 Цифри на схемі (1-25) - номери біоцентрів

Важливою характеристикою є *площа біоцентру*, за якою виділяють такі біоцентри:

- 1) карликові (в агроландшафті 0,2-0,5 км<sup>2</sup>; в міському ландшафті -0,05-0,1 км<sup>2</sup>);
- 2) малі (– відповідно 0,5-1 і 0,10,3);
- 3) середні (– відповідно 1-3 і 0,3-1);
- 4) відносно великі (– відповідно 3-10 і 1-3);
- 5) великі (– відповідно >10 і >3).

*За сучасним станом розвитку* біоцентри поділяються на типи:

- критичного розвитку;
- пригніченого розвитку;
- нормального розвитку.

Критеріями визначення цих типів є: відсоток рослин уражених шкідниками, з морфологічними ознаками пригніченості, викликаной природними та антропогенними факторами; розвиток підросту; частка молодих особин у фітоценозі тощо.

*За біогеографічним значенням* виділяють біоцентр: локального, регіонального, надрегіонального, провінційного та біосферного рівнів.

**Біокоридор** – видовжений ареал, представлений геотопами під природною або близькою до неї рослинністю, вздовж якого відбуваються біотичні міграції між окремими біоцентрами.

У агроландшафті біокоридорами є залісені або залужені схили та днища лінійних ерозійних форм, лісосмуги, водоохоронні зони річок, самі річкові долини і взагалі будь-які видовжені ареали, що не розорюються, не зазнають надмірного випасу і щорічного косіння. У міському ландшафті функції біокоридорів можуть виконувати алеї, бульвари, вулиці, ступінь озеленення яких дає змогу мігрувати птахам та комахам між міськими біоцентрами.

До важливих функцій також відносять: бар'єрну (снігозатримання, зменшення швидкості поверхневого стоку тощо), екоотічну (місце проживання багатьох видів рослин і тварин, особливо птахів лісостепу), функція оптимізуючого впливу на прилеглі геотопи, естетична.

Біокоридори розрізняються за:

- *генезисом* (природні, штучні);
- *місцеположенням* (рівнинні, схиліві, долинні, балкові, літораль тощо);
- *едафічними умовами* (типізуються й характеризуються аналогічно біоцентрам);
- *шириною* (лінійні біокоридори – настільки вузькі, що практично не впливають на прилеглі угіддя, та смугасті – такі, ширина яких дозволяє специфічним екологічним умовам сформуватися у його внутрішній частині.

**Інтерактивний елемент** – лінійний ареал, зайнятий геотопами із природною або близькою до неї рослинністю; який відгалужується від біоцентру або біокоридору і виконує функції поширення їхньої дії на прилеглі агро- або урбоугіддя.

Інтерактивний елемент відрізняється від біокоридору тим, що не з'єднує біоцентрів між собою. Приклад карти біоцентрично-сіткової ЛТС наведено на рис. 1.3.

Отже, елементи ЛТС не вкривають повністю території ландшафту. Основний фон, на який нанесено сітку біоцентрів, біокоридорів та інтерактивних елементів, становлять ареали ріллі, міської забудови та інших господарських угідь.

Просторові зв'язки між біотичними елементами геосистеми, зумовлені такими процесами, як алелопатія, конкуренція за місцеві ресурси, мають малий радіус дії (до кількох метрів) і зумовлюють формування субтопічної структури геотопу (зокрема, поліекоїдів).

Біоцентри мають виконувати функцію збереження генофонду. Ця функція забезпечується лише у тому разі, якщо площа біоцентру задовільняє умови самовідтворення популяцій, виключає можливість їх деградації та вимирання видів внаслідок їх замкненого існування.

В результаті численних досліджень в природі та реалізацій моделей вимирання, площа окремого біоцентру, необхідна для розміщення мінімальної життєздатної популяції ссавців, становить від  $10 \cdot 10^2 \text{ км}^2$  (землерийка, миша) до  $10^4 \cdot 10^5 \text{ км}^2$  (олень, ведмідь). Для популяції деревних рослин ці значення менші, проте становлять кілька

десятьків чи сотень квадратних кілометрів. Переважна більшість ділянок з природними біотопами займає значно менші площі, тому багато видів, котрі їх населяють, знаходяться під загрозою зникнення.

Сполучення окремих біоцентрів біокоридорами, вздовж яких можливий обмін видами та особинами, значно зменшує імовірність вимирання популяцій, підвищує їх генетичну мінливість та здатність до адаптації, зменшує залежність від катастрофічних змін едафотопів окремих біоцентрів.

Розглянемо методи вирішення трьох основних завдань збалансованої ландшафтно-екологічної організації території, що поставлені вище:

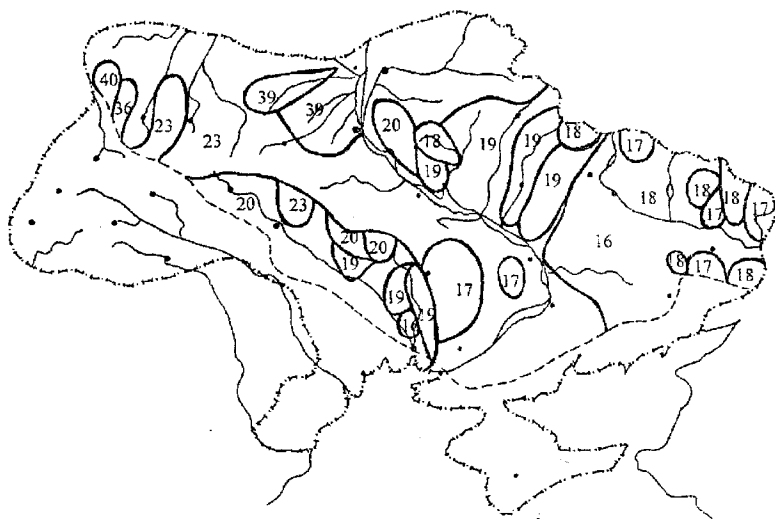
### ***1. Визначення оптимального співвідношення площ природних та господарських угідь.***

Серед всіх видів природних угідь саме ліси мають найбільш виражені природоохоронні функції в басейні річки завдяки їх суттєвому впливу на перерозподіл поверхневого і підземного стоку та уповільнення ерозійних процесів ґрунтового покриву. Тому передусім визначають оптимальну лісистість в басейні річки. Оптимальна лісистість території басейну річки може бути встановлена такими способами:

- за кореляційною залежністю між лісистістю та коефіцієнтом стоку О. О. Молчанова (1960);
- за максимальною величиною приросту підземного стоку в складі водного балансу.

Виходячи зі значень коефіцієнта стоку, за якого лімітується ерозія (близько 10-15 %), вченими встановлено, що у Степу лісистість має складати 10%, а в Лісостепу - 15%, тоді як нині лісистість Степу України становить 2,0-2,8 %.

Згідно розрахунків лісистості за максимальною величиною приросту підземного стоку в складі водного балансу встановлено, що в межах України величини оптимальної лісистості зменшуються з північного заходу та півночі на південний схід та південь від 39-40% до 16-17% (див. рис 1.4.) Для зони мішаних лісів оптимальна лісистість складає 23-40 %, Лісостепу – 17-23%, Степу - 15-17 %.



**Рис. 1.4. Нормативи оптимальної лісистості рівнинної частини України (Міхович А.Г., 1986)**

За вихідні принципи визначення збалансованої структури земельних угідь річкових басейнів прийнято наступні положення:

1) визначальним ключем у збалансованій структурі земельних угідь є оптимальна лісистість річкових басейнів, розрахована за методикою Міховича (див. рис. 1.4);

2) баланс природних чинників (біогеоценозів поверхні водозбору) та факторів управління (компенсаційних природоохоронних заходів) повинен бути вищим або рівним антропогенним чинникам та факторам (що відповідає значенням  $КЕСЛ \geq 0,5$  – див. розд.6 Ч.ІІ).

Планування збалансованої структури земельних угідь проводять у такій послідовності:

1) встановлюють оптимальну лісистість за максимальним показником підземного річкового стоку;

2) визначають оптимальну залуженість картографічним методом за шириною прируслової заплавної тераси і довжиною водотоку;

3) встановлюють межу розораності басейну річки за рівнянням

матеріального балансу чинників порушених і непорушених територій;

4) моделюють біоцентрично-сітьову ЛТС басейну малої річки, визначаючи місця локалізації елементів: біоцентрів, біокоридорів та інтерактивних елементів.

Таким чином визначені вище земельні угіддя (ліси та луки) можуть виконувати функції біоцентрів та біокоридорів залежно від площі та місць локалізації.

**2. Визначення мінімально необхідної площі біоцентру** можна провести за трьома підходами: біоекологічним, фізико-географічним та агроекологічним.

*З біоекологічних позицій* оптимальна площа біоцентру має бути такою, щоб забезпечувалося ефективне самовідтворення популяцій та гарантувалося їхнє існування протягом невизначено довгого часу. Для цього необхідні площі в кілька сотень і тисяч квадратних кілометрів, що для більшості регіонів недосяжно. Для різних біотичних угруповань існують деякі критичні значення площі, нижче якої різко зменшується їх видова насиченість та інші фітоценотичні показники. За даними європейських ландшафтних екологів, для багатьох типів рослинності такою площею є 200 м<sup>2</sup>. Тому цю величину орієнтовно можна прийняти за мінімально необхідну площу окремого біоцентру. Проте стійкість популяційної структури угруповань таких ареалів низька і завжди є високий ризик їхньої деградації.

*З фізико-географічної точки зору* мінімальний розмір ділянки з природною рослинністю (насамперед лісовою) має бути таким, щоб вона могла впливати на мезоклімат. Особливого значення цей фактор набуває для регіонів із недостатнім зволоженням. За даними М. І. Будико та О. О. Дроздова (1953), для різних ландшафтних зон розмір лісових масивів, за якого вони впливають на збільшення атмосферних опадів, коливається від кількох до десятків квадратних кілометрів. Біоцентри площею менше 1 км<sup>2</sup> практично не змінюють мезоклімат регіону.

*З агроекологічної точки зору* біоцентр, вкраплений у структуру агроландшафту, має оптимізувати прилеглі поля за рахунок птахів,

комах, рептилій, що живуть у ньому. Можна і не вимагати від такого біоцентру стійкості його популяційної структури, допускається їх певна деградація, яка може лімітуватися штучно (підсадкою дерев, чагарників тощо). За даними НДІ біології Дніпропетровського університету, ділянки з насадженою природною рослинністю площею 0,5-1,0 га в степовому ландшафті забезпечують біологічний захист та запилення агроценозів у радіусі 2 км. Біоцентри меншої площі такої оптимізуючої ролі не відіграють.

### **3. Визначення оптимального місця розміщення біоцентру.**

У збалансовано організованій території всі біоцентри мають бути зв'язаними біокоридорами у єдину мережу. Оптимальність цієї мережі оцінюється індексами зв'язності ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ).

Основною функцією біоцентрично-сітьової ЛТС є забезпечення біотичної різноманітності та генофонду шляхом міграції видів. Тому важливо кількісно оцінити, наскільки ефективно ця функція може бути виконана. Деякі уявлення про це дають прості показники: кількість біоцентрів, їх розмір, довжина біокоридорів, процент площі, який займають біоцентри та біокоридори на певній території тощо.

Проте більш інформативними є показники, які характеризують ступінь зв'язності графу. Стосовно графу біоцентрично-сітьової ЛТС американські (Р. Форман, М. Годрон) та чеські (М. Козова та ін.) ландшафтні екологи використовують  $\alpha$ -,  $\beta$ - та  $\gamma$ -індекси зв'язності:

$$\alpha = \frac{K - B + 1}{2 \cdot B - 5}, \quad \alpha \in (0, 1), \quad (1.1)$$

$$\beta = \frac{K}{B} \quad \beta \in (0, 3), \quad (1.2)$$

$$\gamma = \frac{K}{3 \cdot (B - 2)} \quad \gamma \in (0, 1), \quad (1.3)$$

де  $K$  – кількість біокоридорів;

$B$  – кількість біоцентрів.

Альфа-індекс являє собою відношення числа циклів, які існують у біоцентрично-сітьовий ЛТС, до їх максимально можливого (для даного  $B$  числа). Чим вище значення  $\alpha$ -індексу, тим більше альтернати-



вних шляхів міграції особин з біоцентру. Оптимальною є ЛТС з  $\alpha=1$ .

Бета-індекс характеризує ступінь розвитку та складність сітки біокоридорів. При  $\beta < 1$  граф не має жодного циклу, при  $\beta = 1$  – тільки один, при  $\beta > 1$  – кілька циклів. Оптимальною є ЛТС із  $\beta = 3$ .

Гама-індекс – відношення числа існуючих біокоридорів до їх максимального числа (для даного біоцентру). Чим вище значення  $\gamma$ -індексу, тим більш розгалужена сітка біокоридорів, тим коротші шляхи міграції між двома довільно обраними біоцентрами. При  $\gamma = 0$  жоден із біоцентрів не зв'язаний один з одним (тобто біокоридорів у ЛТС взагалі немає), при  $\gamma = 1$  кожен біоцентр безпосередньо пов'язаний із рештою (одним біокоридором), що і є оптимальним для ЛТС.

Найбільшій ефективності біоцентрично-сітьова ЛТС досягає при значеннях  $\alpha=1$ ,  $\beta=3$ ,  $\gamma=1$ . При невідповідності параметрів існуючої ЛТС цим значенням слід створити додаткові біоцентри та біокоридори. Оптимальним місцерозміщенням біокоридорів є балки та улоговини, що дозволяє виконувати протиерозійну та водозахисну функції, окрім головної – стабілізації біоцентрично-сітьової ЛТС.

Крім показників, які характеризують біоцентрично-сітьову ЛТС у цілому, важливо також враховувати показники, які оцінюють роль окремих біоцентрів у цій структурі. Таким показником, зокрема, є *ступінь біоцентру* – показник, який дорівнює числу біокоридорів, які безпосередньо з'єднують даний біоцентр з іншими. Чим вищий ступінь біоцентру, тим він краще захищений від деградації і тим більше значення має в біоцентрично-сітьовій ЛТС як центр розповсюдження видів.

Території, не зайняті природною рослинністю та забудовою, мають бути диференційовані на угіддя відповідно до природних потенціалів та оцінок стійкості до антропогенних впливів.

#### **1.4. Принципи встановлення параметрів збалансованої структури земельних угідь згідно басейнового підходу**

*Планування збалансованої структури земельних угідь* - це комплексний процес розподілу земель басейну на різні угіддя з дотриманням вимог біоцентрично-сітьової моделі ЛТС. Це процес об'єднання фізичних, соціальних та економічних аспектів землекористування з урахуванням сучасних та потенційних майбутніх потреб суспільства. Метою є забезпечення стабільного функціонування басейну річки як цілісного біогеохімічного комплексу.

Планування здійснюється в межах окремих землекористувань, котрі розміщені в басейні річки, з обов'язковим узгодженням його елементів. Основна мета – запобігання прискореній ерозії ґрунтів, яка провокує комплекс процесів, що ведуть до дестабілізації екологічного стану.

В основу планування покладено системну оцінку земельних та водних ресурсів, альтернативних шляхів їх використання, економічних та соціальних умов з метою вибору найбільш прийнятних шляхів використання земельних угідь. Такий підхід повинен відповідати потребам суспільства та сприяти максимальному збереженню земельних ресурсів на майбутнє.

Розроблений план землекористування має бути:

- 1) ефективним,
- 2) збалансованим,
- 3) відповідати інтересам суспільства.

Напрямок використання земель визначається не тільки їх продуктивністю, а залежить від спрямованості ринку на виробництво окремих видів сільськогосподарської продукції, а також від обмежених потенціалів окремих земельних ділянок щодо виробництва сільськогосподарської продукції.

Важливим обмежуючим фактором розробки структури земельних угідь є межа освоєності басейну річки та розораності, які встановлюються на етапі планування збалансованої біоцентрично-сітьової ЛТС. Проте встановлені на цьому етапі показники не завжди є оста-

точними. Справа у тому, що територія окремого землекористування може бути представлена різними елементами рельєфу, а також ґрунтовим покривом різного ступеню стабільності та еродованості. Нераціональне використання таких земель не лише не дасть очікуваної вигоди, але й призведе до прогресуючого розвитку процесів деградації ґрунтового покриву.

Для вирішення цієї проблеми вчені України (С.Ю. Булигін, ) рекомендують контурно-меліоративну організацію території (КМОТ). КМОТ дозволяє підтримувати стабільні біогеохімічні функції ландшафтів басейну річки: відносну цілісність та замкнутість біогеохімічного колообігу речовин та енергії, стабільність екосистем на фоні їх високої біопродуктивності та біорізноманіття. Важливою передумовою такого стану є зменшення ерозійних втрат ґрунтів та наближення їх до природної норми.

**КМОТ** – така організація території сільгоспугідь в межах водозбору (басейну річки), яка забезпечує диференційоване використання території в залежності від її ґрунтово-ландшафтних умов та ґрунтозахисної здатності сільськогосподарських культур з метою запобігання чи припинення прискореної ерозії ґрунтового покриву.

За своїм основним призначенням КМОТ відноситься до організаційних протиерозійних та ландшафтзахисних заходів. Саме цей тип заходів є ключовим, оскільки дозволяє узгодити дію усіх інших протиерозійних заходів, посилюючи протиерозійні функції кожного із них. Загалом на території басейну малої річки чи окремого землекористування залежно від ґрунтово-кліматичних умов та виду поширеної ерозії, застосовують комплекс відповідних організаційно-господарських, агротехнічних, лісомеліоративних і гідротехнічних заходів.

КМОТ як елемент збалансованого землекористування дозволяє вирішити ряд завдань, а саме:

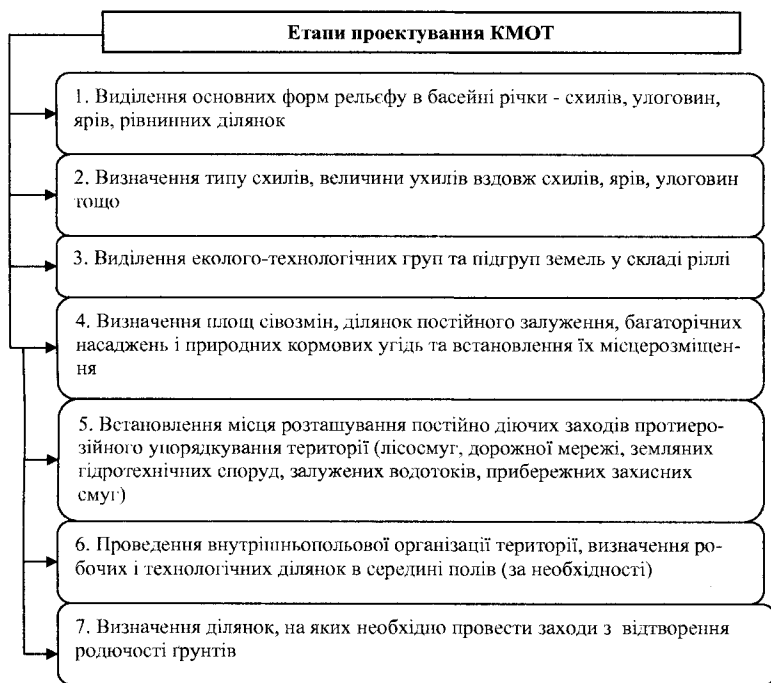
- забезпечує підвищення захисних функцій існуючих сільськогосподарських ландшафтів басейну річки;
- максимально враховує наявні існуючі рубежі, які суттєво впливають на перерозподіл поверхневого стоку талих і зливових вод

на водозбірних площах і не підлягають реконструкції в процесі проектування (шляхи із твердим покриттям, залізниці, земляні вали різних типів);

➤ визначає лінійні рубежі розміщення полезахисних і водорегулюючих елементів ландшафту (лісосмуг, протиерозійних валів, водоохоронних прибережних смуг);

➤ створює оптимальні умови взаємодії різних ґрунтозахисних агротехнічних заходів між собою.

Проектування контурної організації території здійснюється в певній послідовності (див. рис.1.5). Першим і визначальним етапом у вирішенні всіх питань КМОТ є поділ земель території водозбору (землекористування) на три еколого-технологічні групи.



*Рис.1.5. Порядок проектування КМОТ*

**Еколого-технологічна група земель** – група, яка об'єднує землі із подібними умовами рельєфу чи агрогрунтовими умовами, ґрунтовий покрив яких має певний рівень стабільності до розвитку ерозійних процесів.

**Принципи розподілу орних земель Лісостепу та Степу України на ЕТГ:**

1) в умовах Лісостепу та Степу переважають водно-ерозійні процеси, тому основний комплекс заходів спрямований на захист ґрунтів від водної ерозії, а саме: повздовжні сторони полів і лісосмуги на них розміщуються поперек схилів, заходи проти вітрової ерозії посилюються ґрунтозахисним обробітком, проводиться посівом куліс поперек основного напрямку шкідливих вітрів;

2) форма рельєфу є основною передумовою виникнення водної ерозії, тому весь комплекс обмежень щодо використання земель розробляють, враховуючи крутизну і форму схилу та вже існуючий ступінь еродованості ґрунту;

3) основною причиною розвитку ерозії є низька стійкість ґрунту до розмиву струменем води в результаті нераціонального обробітку та розміщення рослин відносно напрямку схилу, тому переважно всі обмеження спрямовані на попередження цих причин. Порядок розподілу земель на ЕТГ для умов Лісостепу та Степу України наведено в табл.1.2.

З метою забезпечення захисту ґрунтів від водної ерозії поперек схилів на парах проектується буферні смуги. Поперек основного напрямку шкідливих вітрів, який співпадає із напрямком схилу, висіваються куліси, захисна дія яких виявляється, в основному, в осінньо-зимовий та ранньовесняний періоди, коли розвиток пилових бур є найбільш вірогідним.

**Розподіл орних земель Полісся України на ЕТГ.** В умовах строкатості ґрунтового покриву Полісся першочергове значення має не рельєф, а агроекологічне групування орних земель з урахуванням біологічних особливостей окремих культур (див. табл.1.3).

**Контурна організація території під плодово-ягідними на-**

*садженнями і виноградниками* передбачає розміщення їх на схилах до 20°, а у передгірних районах - до 25° (див. табл.1.4).

При цьому враховується ряд вимог щодо порядку розподілу поверхні водозбору, розміщення кварталів, рядів у них та допустимих кутів відхилення від потрібного напрямку за горизонталями топографічного плану (табл.1.4).

Отже, проект КМОТ включає в себе ряд рекомендацій, які зумовлені формами рельєфу та агроекологічними властивостями ґрунтового покриву. До важливих ґрунтозахисних елементів, які дозволяють реалізувати КМОТ, відносяться:

1)протиерозійні рубежі – спеціальні протиерозійні гідротехнічні споруди, лісосмуги (водорегулюючі та водоохоронні), протидефляційні та протистоккові буферні смуги сільськогосподарських культур, залужені ділянки;

2)протиерозійні сівозміни;

3) протиерозійні технології обробітку ґрунту;

4) збалансовані системи застосування добрив.

В ідеалі на організованій території за принципами біоцентричності моделей із наступним впровадженням КМОТ повинно бути забезпечене не тільки збереження біорізноманіття, а й досягнуті норми ерозії ґрунтів, які не перевищують швидкість процесів ґрунтоутворення. Крім того, на таких територіях підтримується сприятливий для біосистем мезо- та мікроклімат, який підвищує біопродуктивність.

На основі проекту КМОТ з урахуванням соціально-економічних інтересів та екологічних нормативів розробляється структура посівних площ.

**Структура посівних площ** – склад посівних площ у відсотках, який займають культури кожної агробіологічної групи в загальній площі посівів (ріллі).

Структура посівних площ та земельних угідь в цілому, що склалася в Україні, не завжди є адаптованою до конкретних умов (районованою) що часто призводить до суттєвого недобору продукції рослинництва.

Таблиця 1.2

Порядок розподілу земель Лісостепу та Степу України на еколого-технологічні групи  
(за С.Ю. Булигіним)

Еколого-технологічна група		Ухил поверхні землі, °	Ступінь еродованості ґрунту	Обмеження щодо сільськогосподарського використання	
група	під-група				
I	I-a	<1 <sup>0</sup>	1) повнопрофільні 2) слабоеродовані ґрунти	1) можна вирощувати всі культури, включаючи просапні	1) напрям обробітку ґрунту і посіву не-обмежені
	I-б	1 <sup>0</sup> -3 <sup>0</sup>			2) поля сівозмін розміщуються поперек схилу або контурно повздовжніми сторонами і лісосмугами на них; обробіток ґрунту і посів культур - поперек схилів або контурно з допустимим ухилом до горизонталей місцевості
II	II-a	3-5° без чітко сформованих улоговин	1) повнопрофільні слабозмиті ґрунти 2) повнопрофільні середньозмиті ґрунти	1) розміщення пару і просапних культур забороняється; 2) розміщуються ґрунтозахисні сівозміни з включенням культур, що мають високу ґрунтозахисну здатність	1) тимчасова консервація під залуження - тривалі високоінтенсивні сіножаті
	II-б	3-5° пересічені улоговинами			2) постійна консервація з послідуочим штучним або природним залуженням або залісенням
III		> 5 <sup>0</sup>	сильнозмиті ґрунти; малорозвинені ґрунти на елювії твердих порід, піску; малосередовані, але низькопродуктивні ґрунти	постійна консервація з послідуочим залуженням або залісенням	

Порядок розподілу земель Полісся України на еколого-технологічні групи  
(за С.Ю. Булигіним)

Еколого-технологічна група		Ухил повер-хні землі, <sup>0</sup>	Ступінь еродо-ваності ґрунту	Ґрунтова відміна	Обмеження щодо сільськогос-подарського використання	
група	під-група					
I	I-a	<1 <sup>0</sup>	повно-профільні та слабородовані ґрунти	дерново-підзолисті, ясно-сірі та сірі опідзолені або слабоповер-нево оглеєні ґрунти, глейові осушені глинисто-піщані, супі-щані та легкосуглинкові ґрунти, що утворилися на морені та су-піщаних і суглинистих відкладах	I) напрям обробітку ґрунту та посіву культур необмежені	придатні під всі культури;
	I-б			глеюваті відміни дерново-підзолистих, світло-сірих та сі-рих опідзолених ґрунтів, які не осушуються		переважно придатні під ярі культури, кормові сі-возміни та культурні па-совища; за обмежених площ їх доцільно виводи-ти в запільні ділянки
	I-в			перегнійно-карбонатні ґрунти (рсндзини), дерново-підзолисті на карбонатних породах та ра-діоактивно забруднені дерново-підзолисті, світло-сірі та сірі ґрунти, на яких проведено вап-нування високими нормами з метою обмеження міграції ра-діонуклідів		придатні під всі зернові культури, крім льону, люпину та малопродатні під картоплю



	<i>I-г</i>			ділянки з бідними за родючістю дерново-підзолистими піщаними ґрунтами, що утворилися на піщаних та супіщаних материнських породах		придатні під люпин, овес, жито озиме, картоплю
	<i>I-д</i>	1 <sup>0</sup> -3 <sup>0</sup>	повно-профільні та слабоеродовані ґрунти	дерново-підзолисті, світло-сірі та сірі опідзолені або слабоповерхневооглеєні ґрунти, глеєві осушені глинисто-піщані, супіщані та легкосуглинкові ґрунти, що утворилися на морені та супіщаних і суглинстих відкладах	1) напрям обробітку ґрунту і посіву обмежені - попереk схилу	придатні під всі культури
<i>II</i>	-	3-5°		усі типи ґрунтових відмін		1) включаються в ґрунтозахисні сівозміни або використовуються локально під багаторічні трави і зернові культури суцільного посіву 2) тимчасова консервація під залуження - тривалі високоінтенсивні сіножаті
<i>III</i>	<i>III-a</i>	> 5°		дерново-підзолисті, світло-сірі та сірі опідзолені сильнозмиті, а також слабозмиті та незмиті відміни зазначених ґрунтів, які виводяться зі складу орних		постійна консервація з посліду-ючим залуженням або залісненням
	<i>III-б</i>	бугристі локальні підвищення на рівнинах		ґрунти легкого гранулометричного складу, радіаційно забруднені осушені торфовища, де ймовірні вітро-ерозійні процеси, особливо, під час пилових бур		

Таблиця 1.4

**Порядок організації КМОТ на землях під плодово-ягідними насадженнями та виноградниками (за С.Ю. Булигіним)**

Ухил поверхні землі, °	Порядок розміщення	Допустиме відхилення від напрямку горизонталі, ° кута повороту	Порядок розподілу поверхні водозбору
	кварталів рядів у кварталах		
2°-3°	прямолінійно суцільними смугами поперек схилу, створюючи сприятливі умови для освітлення, провітрювання, захисту від шкідливих вітрів	<p>1) допускається відхилення від горизонталей до 3° за крутизною на протязі не більше 60 м;</p> <p>2) кут повороту контурних рядів не повинен бути меншим 150°, а радіус кривизни - не менше 15 м.</p>	<p>1) поверхня водозбору розділяється на ряд контурних смуг по горизонталях, в межах яких надалі розміщуються квартали, карти садів та виноградників;</p> <p>2) контурні смуги в залежності від їх призначення закріплюються на місцевості водовідвідними валами, валами-канавами, які суміщуються із лісосмугами та магістральними або міжквартальними дорогами;</p> <p>3) ширина контурних смуг визначається на основі розрахунків та залежить від кліматичних, ґрунтових, геологічних умов, ухилу та експозиції схилів, кількості та характеру опадів.</p>
3°-5°	прямолінійними відрізками поперек схилу		
5°-10°	контурно, паралельно напрямку горизонталей		
>10°	квартали розміщуються на ступінчатих терасах паралельно напрямку горизонталей		

На етапі проектування структури посівних площ необхідно враховувати екологічні нормативи (див. табл. 1.5-1.6) та результати спеціального сировинного районування земель та агровиробничого групування ґрунтів, про що йдеться в розд. 1.2. Ч.ІІ.

Структура посівних площ уточнюється на етапі проектування окремих сівозмін, тому що не завжди вдається досягти необхідного відсотка насичення посівів окремою сільськогосподарською культурою за рахунок збалансованої системи сівозмін.

Щоб правильно встановити площу тієї чи іншої культури, необхідно знати обсяг виробництва продукції і планову врожайність даної культури. Для її визначення потрібно детально проаналізувати врожайність за останні 5 років і план агротехнічних заходів на період освоєння сівозмін. Треба також провести облік всіх земельних угідь, дати їх агровиробничу характеристику і накреслити заходи продуктивного їх використання.

На основі розробленої структури посівних площ та агровиробничої характеристики ґрунтів визначають систему сівозмін у господарстві, їх площу та кількість полів.

### **1.5. Збалансована сівозмiна - основа вiдтворення родючостi ґрунтiв**

*Сiвозмiна* – це агробiоценоз, в якому здiйснюється чергування сiльськогосподарських культур i парiв у часi та просторi з метою покращання родючостi ґрунту, отримання високих та сталих врожаiв доброякiсної продукцiї, економiї енергетичних i трудових ресурсiв, охорони навколишнього середовища.

Кожна сiвозмiна в певнiй мiрi збалансована, оскiльки одним iз основних цiлей її створення є стабiлiзацiя родючостi ґрунту за рахунок балансу бiогенних елементiв та гумусу. А високий рiвень родючостi можливий тодi, коли цi баланси є або бездефiцитними, або позитивними (профiцитними).

Таблиця 1.5

**Оптимально-допустимі межі насичення окремими культурами  
сівозмін у I-й еколого-технологічній групі земель  
(Тараріко О.Г. та ін, 1998)**

Культура	Грунтово-кліматичні зони, підзони і райони					Полісся	Карпати
	Степ		Лісостеп				
	південний	північний	східний	центральний	західний		
Чисті і сидеральні пари	10 – 20	8 - 10	5 – 8	-	-	5 – 10	5 - 8
Зернові - всього	50 – 70	50 – 70	60 - 70	60 – 70	60 – 70	40 – 60	50 – 60
із них : озима пшениця	30 – 40	25 – 30	25 – 30	25 – 30	20 – 25	25 – 30	20 – 30
кукурудза	10 – 15	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 30	5 – 10	10 – 20
Технічні - всього	15 – 20	25 – 30	20 – 30	20 – 30	20 – 30	7 – 15	15 – 30
Із них : цукровий буряк	5 – 10	10 – 20	10 – 20	20 – 30	20 – 30	-	15 – 30
соняшник	10 - 15	10 – 15	5 – 10	5 – 7	-	-	-
картопля	3 – 5	3 – 5	3 - 5	3 – 5	10 – 25	10 – 25	10 – 20
Кормові - всього	20 – 30	20 – 30	20 – 40	20 – 40	20 – 50	20 – 40	20 – 50
Із них : багаторічні трави	8 – 15	8 – 15	10 – 20	10 – 20	10 – 30	10 – 20	10 – 30
Всього просапних	40 - 50	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 50	40 - 50

\* - Тараріко А.Г. Агроекологические основы почвозащитного земледелия. - К.: Урожай.-184с.

Таблиця 1.6

**Оптимально-допустимі межі насичення окремими культурами сівозмін у II-й еколого-технологічній групі земель (Тараріко О.Г. та ін, 1998)**

Культура	Ґрунтово-кліматичні зони, підзони і райони									
	Степ				Лісостеп, підзони зволоження			Полісся, ґрунти		Карпати
	пд., пд.-сх	зх	центр. і пн	передгір. райони Криму	недостатнього	нестійкого	достатнього	дерново-підзолисті та ін.	легкі піщані	
Зернові - всього	14-50	14-50	14-50	14-50	20-50	20-50	20-50	20-50	20-50	30-90
із них : озимі	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-40
Ярі - всього	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-20
із них: ячмінь і овес	14-20	14-20	14-20	14-20	8-10	8-10	8-10	15-20	15-20	10-20
Просо (м/см. посів)	5-7	5-7	5-7	-	5-7	5-7	5-7	-	-	-
Гречка (м/см. посів)	5-7	5-7	5-7	-	5-7	5-7	5-7	-	-	-
Технічні - всього	-	-	-	-	-	-	5-7	5-7	5-7	5-7
Картопля і овочі (м/см. посів)	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	5-7	5-7	5-7	5-7
Кормові - всього	40-76	40-76	40-76	40-76	47-76	47-76	47-76	47-66	50-70	50-70
в т.ч. багаторічні трави	30-60	34-60	34-60	34-60	30-70	30-70	25-65	30-48	-	30-50
Кукурудза з бобовими на корм (м/см. посів)	5-7	5-7	5-7	5-7	5-6	5-6	5-6	5-7	10-15	10-15
Озимі на корм	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	20-30	10-20
Однорічні трави на корм	10-20	10-20	10-20	10-20	14-20	14-20	14-20	14-20	30-40	-
Післяжнивні та післяукісні на корм	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	15-25	15-25	15-25	25-30	15-20

*Збалансована сівозміна*, на відміну від звичайної, покликана не лише зменшити розрив між статтями втрат і надходження гумусу та біогенів, але і забезпечити мінімальні коливання амплітуд балансів між полями.

Сівозміна як основний елемент організації рільництва забезпечує максимальне підвищення продуктивності праці й зниження собівартості продукції і таке співвідношення сільськогосподарських робіт, щоб усі засоби виробництва найбільш повно використовувалися у господарстві впродовж року.

***Сівозміни виконують наступні екологічні функції:***

- 1) ефективно використовують агрокліматичні ресурси,
- 2) підвищують продуктивність землі,
- 3) позитивно впливають на симбіоз рослин,
- 4) зменшують кількість збудників хвороб, шкідників, бур'янів, чим і покращують фітосанітарний стан посівів,
- 5) зменшують норми внесення мінеральних добрив, пестицидів,
- 6) зв'язують вільний азот з повітря бобовими рослинами,
- 7) забезпечують ефективне чергування основних та проміжних культур та позитивно впливають на наступні культури,
- 8) сприяють отриманню екологічно безпечної продукції,
- 9) забезпечують екологічний баланс агрофітоценозу та охорону навколишнього середовища,
- 10) збільшують кількість органічних решток у ґрунті,
- 11) покращують у ґрунті: агрофізичні та агрохімічні властивості, водно-повітряний і тепловий режими, біологічну активність, збільшують вміст гумусу
- 12) захищають ґрунт від ерозії.

***Сучасні екологічні принципи проектування сівозмін.***

Виходячи із основних властивостей екосистем і призначення сівозміни, можна логічно виділити основні принципи побудови збалансованих сівозмін (агроекосистем високого рівня організації) – див. рис. 1.6.

В основу *класифікації сівозмін* покладено склад і співвідношення вирощуваних сільськогосподарських культур, а також наявність у

сівозміні чистих парів. За цим принципом сівозміни поділяють на типи і види.

*Тип сівозміни* визначається основними видами продукції, яка виробляється в них (зерно, технічні культури, корми, овочі та ін).

*Вид сівозміни* – визначають за співвідношенням площ окремих культур або їх груп (зернові, технічні просапні і непросапні, багаторічні трави, зернобобові, пари). Наприклад, зерно-траво-просапні, траво-зернові і т.д.)

Розрізняють три типи сівозмін: польові, кормові (прифермські і лукопасовищні), спеціальні.

*Польові сівозміни* призначені в основному для виробництва зерна, технічних культур і картоплі. Такі сівозміни здебільшого впроваджуються в усіх господарствах (займають понад 90% ріллі). У сучасних польових сівозмінах вирощують багато кормових культур, частина сівозмінної площі відводиться під чисті пари (їх площа залежить від кліматичних умов).

*Кормові сівозміни* призначені для вирощування кормових культур і виробництва грубих та соковитих кормів, незначні площі в таких сівозмінах займають зернові, технічні та інші культури.

Залежно від складу цих культур та місця розташування сівозмін стосовно тваринницьких комплексів та ферм даний тип сівозмін поділяють на два підтипи: прифермські і лукопасовищні.

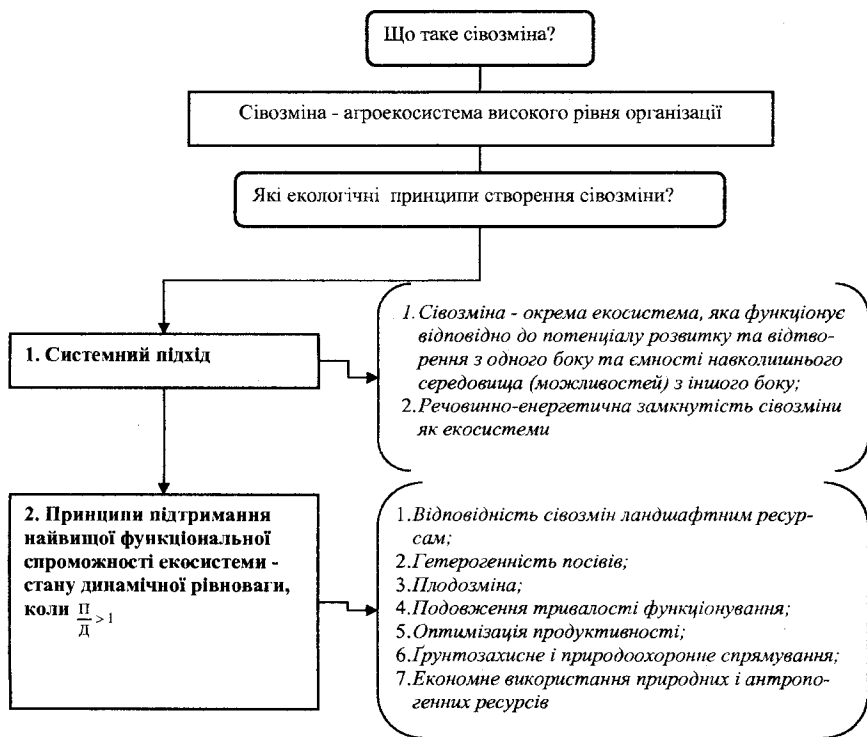
У *спеціальних сівозмінах* вирощують культури, які вимагають спеціальних умов і методів агротехніки (вимагають більш родючих ґрунтів, понижених елементів рельєфу, наближення виробництва окремих видів продукції до населених пунктів, зрошення та ін). За призначенням серед спеціальних сівозмін розрізняють овочеві, коноплярські, сівозміни з тютюном і махоркою, рисові, сівозміни з ефіроолійними та лікарськими рослинами, ґрунтозахисні та ін.

Кожний із розглянутих типів сівозмін може налічувати різні види.

У агрокліматичних зонах України поширені такі види сівозмін: зерно-парові, зерно-паро-просапні, зерно-просапні, зерно-трав'яні, траво-просапні, зерно-траво-просапні, або плодозмінні, травопільні,

просапні, овочеві, ґрунтозахисні, сидеральні.

На етапі проектування сівозмін в кожній ґрунтово-кліматичній зоні України потрібно звертати увагу на певні структурні особливості сівозмін, про що йдеться нижче.



**Рис. 1.6. Основні екологічні принципи створення збалансованої сівозміни**

Примітка: П - продукція екосистеми;  
Д - деструкція екосистеми.

Степ. У зоні Степу землеробство спеціалізується на виробництві зерна озимої пшениці, кукурудзи, ячменю і кормових культур. Соляшиник – основна технічна культура, а у північних і західних райо-



нах – ще й цукрові буряки Для стабільно високої продуктивності сівозмін у даній зоні винятково важливе значення належить оптимізації питомої ваги чистих парів.

*Лісостеп.* У даній зоні землеробство спеціалізується на виробництві зерна, особливо фуражних культур (кукурудзи, ячменю, гороху, цукрових і кормових буряків). Тут вирощують також просо, гречку, картоплю та інші культури. Велику питому вагу займають кормові культури – багаторічні трави, кукурудза на зелений корм і силос, кормові коренеплоди. У цій зоні, особливо у правобережній частині і західному регіоні, є сприятливі умови для вирощування культур у проміжних посівах. Продуктивнішими є зерно-просапні сівозміни з парами, зайнятими багаторічними травами, зернобобовими культурами. У південно-східній посушливій частині Лісостепу необхідно впроваджувати чорний пар на незначних площах.

*Полісся.* Землеробство у цій зоні спеціалізується на виробництві картоплі, льону, кормів і, частково, зерна. Найвищі врожаї і продуктивність у картопляно-льоно-зернових сівозмінах отримують за таких умов:

1) ретельний підбір покривної культури при вирощуванні багаторічних трав, тобто тої, під яку доцільно їх підсівати;

2) врахування особливостей ґрунтового покриву: генетичного типу ґрунту, гранулометричного складу, структурно-агрегатного стану, ступеню окультурення ґрунту.

3) насичення сівозмін зерновими у межах 45-50%, картоплею – 11-20%, льоном-довгунцем – 10-11%, кормовими культурами – на 20-33%.

Якщо ми проектуємо кормові сівозміни, то доцільно їх інтенсифікувати у зв'язку з тим, що польове кормовиробництво дає близько 90 % усіх видів кормів (в освоєних інтенсивних кормових сівозмінах за будь-яких погодних умов одержують 60-70 ц/га і більше кормових одиниць та цілком забезпечують тваринництво кормами власного виробництва, повноцінними за вмістом білка та амінокислот).

### ***Заходи інтенсифікації кормових сівозмін.***

Основним принципом інтенсифікації кормових сівозмін є їх

спрямування на вирощування багаторічних трав (передусім люцерни чи конюшини, які краще сіяти в суміші зі злаковими), які в умовах України є найбільш врожайними та мають значний вміст перетравного протеїну і незамінних амінокислот. Так, урожайність люцерни становить 235-253 ц/га, конюшини – 228-258, тоді як однорічних трав і кукурудзи на силос та зелений корм – відповідно 118-119 і 132-160 ц/га.

### ***Впровадження та освоєння сівозмін***

Запровадження сівозмін здійснюється у два етапи: *власне впровадження та освоєння*.

*Впровадженою* вважається сівозміна, проект якої перенесено на територію землекористування господарства.

*Освоєна сівозміна* – це та, у якій витримуються межі полів, а розміщення культур та їхніх попередників на полях відповідає прийнятій схемі.

Продуктивність сівозмін значною мірою залежить від збалансованої структури посівних площ та розміщення їх на території. Тому розробку проекту сівозмін необхідно розпочинати на основі обґрунтованої збалансованої структури посівних площ.

Кількість сівозмін у господарстві і кількість полів у сівозміні залежать від багатьох чинників: ґрунтових особливостей, земельних масивів, розташування населених пунктів, тваринницьких ферм та комплексів, структури посівних площ та ін.

Важливо правильно розподілити культури між сівозмінами і визначити кількість полів. Розмір поля визначають з таким розрахунком, щоб кожна культура займала одне або кілька полів, раціонально використовувалась сільськогосподарська техніка. У міру можливості поля повинні бути правильної форми і приблизно однакового розміру.

Після обговорення та затвердження проект сівозміни переносять на територію господарства і на підставі перехідного плану освоюють. *Освоєння* – це етап поступового переходу до прийнятого чергування культур, який триває 2-3 роки.

План переходу до прийнятої сівозміни – це таблиця, у якій подано фактичне розміщення культур на період освоєння сівозмін. Для того, щоб правильно розмістити культури в сівозміні у роки її освоє-

ення, треба знати історію кожного поля, зокрема: попередники, удобрення, забур'яненість та ін. Всі ці дані можна отримати з книги історії полів, актів на сівбу та збирання врожаю, внаслідок опитування спеціалістів, працівників господарства. З першого року освоєння сівозміни в полі висівають по одній культурі. Якщо ж цього не вдається, то добирають такі культури в одне поле, які були б рівноцінними попередниками для наступних культур.

Після освоєння сівозміни починається перша ротація.

*Освоєно* вважається така сівозміна, в якій розміщення культур по полях і попередниках відповідає прийнятій схемі і зберігаються межі полів.

Для отримання прийнятого порядку чергування культур у полях сівозміни після її освоєння необхідно скласти *ротаційну таблицю* – план розміщення культур на полях за ротацію.

Важливим етапом створення збалансованої сівозміни є її *еколого-економічна оцінка*, яка проводиться за прогнозованими даними про очікуваний рівень врожайності культур сівозміни та дохід від реалізації продукції з одного боку та даних про прогнозовані затрати матеріальних та фінансових ресурсів на впровадження, освоєння та реалізацію сівозміни на період однієї ротації.

Для повної оцінки прийнятих сівозмін необхідно порівнювати їх не тільки за чергуванням культур, але й за складом, виходом продукції на одиницю площі ріллі. На основі еколого-економічної оцінки встановлюється оптимальний варіант сівозміни.

У сучасному землеробстві ефективним і раціональним способом використання землі, агрокліматичних ресурсів, добрив, машин, зрошувальних і осушувальних систем, інших засобів виробництва у системі сівозмін є вирощування проміжних культур.

*Проміжними* називають сільськогосподарські культури, які вирощуються на полі у вільний від головної культури проміжок часу та служать важливим джерелом кормів.

Охарактеризуємо *основні позитивні ефекти запровадження проміжних посівів*.

1. За рахунок проміжних культур, зокрема в районах достатнього зволоження і зрошуваного землеробства, продуктивність 1 га ріллі зростає на 30-50 ц к. о.

2. Літні посіви проміжних культур сприяють отриманню високоякісних кормів із підвищеним вмістом протеїну та вітамінів і є важливим резервом розв'язання білкової проблеми в рослинництві.

3. Проміжні культури у сівозмінах – надійний захід боротьби із бур'янами, шкідниками, хворобами сільськогосподарських культур та ерозією ґрунтів.

4. Вирощування двох урожаїв за рік забезпечує покращення структурного стану орного шару ґрунту.

5. На зрошуваних землях проміжні посіви є не тільки джерелом додаткової продукції і обов'язковим елементом сівозміни, а й ефективним заходом боротьби із вторинним засоленням ґрунтів.

Залежно від біологічних особливостей та технології вирощування проміжні культури поділяють на *післяюкісні*, *післяжнивні*, *озимі* та *підсівні*.

***Післяюкісні проміжні культури*** – це культури, які вирощують після зібраних на зелений корм, силос або сіно культур у поточному році і використовують меншу частину періоду можливої вегетації.

***Післяжнивні культури*** вирощують після збирання основних культур (здебільшого на зерно) у поточному році. Якщо вегетаційний період післяюкісних культур становить до 140-150 днів, то в післяжнивних посівах він набагато коротший (70-100 днів), а умови забезпечення вологою і теплом дещо гірші.

***Озимі проміжні культури*** висівають у рік збирання основної культури, а урожай на корм збирають навесні наступного року. Озимі є проміжними, тому що ростуть і розвиваються у проміжні осінній і ранньовесняний періоди та займають проміжне місце між двома основними культурами сівозміни. Найбільш сприятливою для вирощування проміжних посівів є зона Лісостепу України (див. табл.1.7).

Теплові умови для післяюкісних посівів сприятливі в усіх провінціях Лісостепу і сума активних температур дозволяє вирощувати більший набір кормових культур, ніж у післяжнивний період.

Таблиця 1.7

**Тривалість періоду вегетації та мінімальна сума ефективних температур для отримання нормального урожаю укісної стиглості сільськогосподарських культур**  
(М.С. Кравченко, Ю.А. Злобін, О.М. Царенко, 2002)

Культура	Тривалість періоду вегетації, діб	Сума ефективних температур, °С
Редька олійна	40-45	700-800
Гірчиця	40-55	700-1000
Ріпак	40-55	700-800
Фацелія	40-45	700-1000
Горох	40-60	700-1000
Вика яра	50-60	800-1000
Соя	55-65	900-1200
Гречка	30-50	500-600
Овес, ячмінь, жито яре	40-60	600-1000
Кукурудза	60-80	1000-1500

Осінні приморозки менше пошкоджують рослини, ніж весняні. При визначенні можливості вирощування проміжних посівів важливим показником є запас доступної вологи у ґрунті.

Таблиця 1.8

**Погодно-кліматичні умови у післязбиральний період**  
(М.С. Кравченко, Ю.А. Злобін, О.М. Царенко, 2002)

Показник		Підзона Лісостепу		
		західний	центральний	східний
Середня дата збирання	жита озимого, пшениці озимої, ячменю ярого	20-25.VII	15-17.VII	15-18.VII
	однорічних трав на зелену масу	25.VI	20.VI	22.VI
	однорічного жита на зелену масу	17.V	16.V	20.V
Середня дата настання осінніх приморозків		22.X	6.X	4.X

Тривалість періоду вегетації, діб	післяжнивного після озимих	80-94	84-86	78-81
	післяукісного після однорічних трав	119	108	104
	після озимого жита на зелений корм	158	143	137
Опади, мм	післяжнивний період після зернових культур	181-197	130-134	130-134
	післяукісний період після однорічних трав	277	190	190
Сума активних температур понад 5°C	післяжнивний період після зернових культур	1050-1150	1050-1100	1150-1100
	післяукісний період після однорічних трав	1750	1700	1700

Доведено, що мінімальний її запас, який гарантує появу сходів і нормальний ріст рослин у післяукісних і післяжнивних посівах у початковий період, повинен становити: в орному шарі не менше 20 мм, у метровому – 80 мм. Тому у східному Лісостепу сівбу проміжних культур проводять тільки після випадання дощів.

Післяукісні культури після озимих вегетують 105-130 діб (морозостійкі – до 160 діб), після ранніх ярих – 80-130 діб, післяжнивні – 60-100 діб, підсівні – 65-140 діб.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Що таке «збалансована структура земельних угідь»?
2. Назвіть основні загальні принципи організації збалансованої структури земельних угідь.
3. За якими основними принципами здійснюється розподіл території на спеціальні сировинні зони?
4. Які землі відносяться до земель I-го класу згідно спеціального сировинного районування ?
5. Які основні принципи збалансованої ландшафтно-екологічної організації території?

6. Які основні елементи ландшафтно-екологічної організації території?
7. Що таке «біоцентр» і яка його екологічна роль в ландшафті?
8. Що таке «біокоридор» і яка його екологічна роль в ландшафті?
9. Що таке «інтерактивний елемент» і яка його екологічна роль в ландшафті?
10. Назвіть основні принципи та порядок встановлення параметрів збалансованої структури земельних угідь згідно басейнового підходу.
11. Назвіть основні принципи та порядок планування збалансованої структури земельних угідь.
12. Які принципи контурно-меліоративної організації території?
13. Який принцип розподілу земель на еколого-технологічні групи згідно КМОТ і чи існує в них різниця між Поліссям та Лісостепом?
14. Які землі в зоні Лісостепу відносяться до II-ї еколого-технологічної групи?
15. Які складові включає в себе збалансована організація території земельних угідь?
16. Що являє собою збалансована сівозміна і яка її екологічна роль у землеробстві?
17. Які типи сівозмін існують?
18. За яким принципом розподіляють сівозміни на види?

## Розділ 2.

# ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ЗЕМЕЛЬ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

### 2.1. Функціональні принципи збалансованого використання високопродуктивних земель в сільськогосподарському виробництві

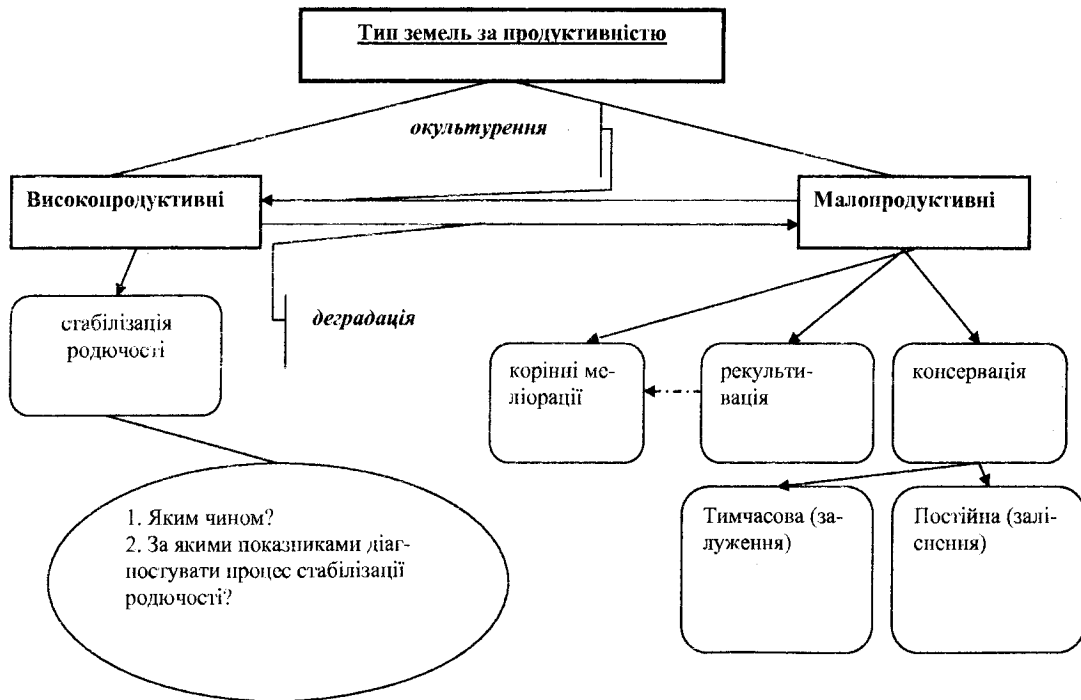
*Високопродуктивні землі сільськогосподарського призначення* – це та частина сільськогосподарського земельного фонду, що перебуває у активній експлуатації та характеризується високим потенціалом продуктивності, для реалізації якого необхідне створення оптимальних умов протікання фотосинтезу.

У земельному фонді держави ці землі займають важливе місце, оскільки більша їх частина відноситься до категорії «особливо цінні землі» (див. ЗКУ). Особливо цінні землі охороняються законом від недостатньо обґрунтованої зміни цільового призначення.

Крім високопродуктивних земель, існують малопродуктивні землі (див. рис.2.1), які можливо перевести в категорію високопродуктивних за допомогою таких методів: рекультивация, меліорації, окультурення. Процес стабілізації ґрунту діагностується за основними показниками родючості (див. рис. 2.2) Проте не завжди доцільно використовувати мало- та непродуктивні землі у якості ріллі, тоді як високопродуктивні саме у якості ріллі дають максимальний ефект.

*Збалансоване використання високопродуктивних земель у сільськогосподарському виробництві* має за мету підтримання стабільно високого рівня ефективної та потенційної продуктивності агроєкосистем. Продуктивність агроєкосистем зумовлена як внутрішніми факторами (рівнем родючості ґрунту), так і зовнішніми (технології вирощування, нові сорти та гібриди і т. ін.).





**Рис. 2.1. Напрями використання сільськогосподарських земель**

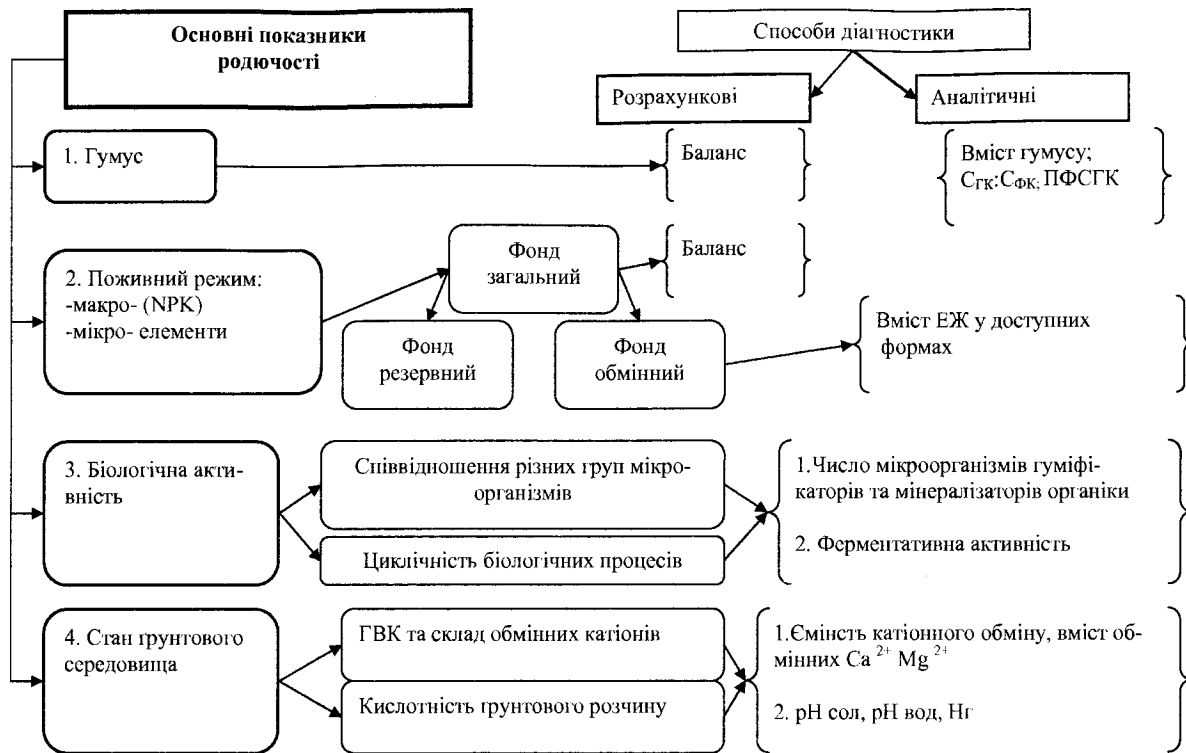
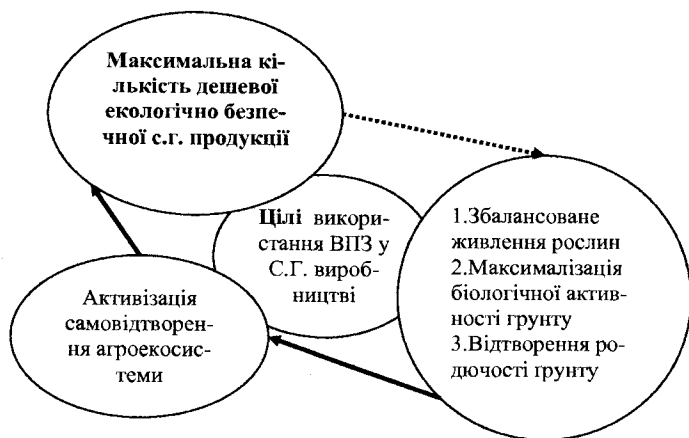


Рис. 2.2. Основні показники діагностики родючості ґрунту

Тому золоте співвідношення дії обох груп факторів дозволяє тривалий час отримувати високі врожаї сільгоспкультур на цих землях, що є результатом їх збалансованого використання.

Цілі збалансованого землекористування є взаємопов'язаними та взаємозумовленими. (рис.2.3).

Сама процедура збалансованого використання високопродуктивних земель в сільськогосподарському виробництві повинна враховувати такі особливості та правила:



**Рис. 2.3. Цілі збалансованого землекористування**

➤ щоб агроекосистема була високопродуктивною, потрібно постійно підтримувати її в стані динамічної рівноваги; для цього необхідно так налагодити технології управління нею, щоби вони максимально сприяли її самовідтворенню і саморегуляції, інакше неминучі непродуктивні витрати енергії та коштів;

➤ родючість ґрунтів агроекосистеми повинна бути стабільно високою за рахунок найпростіших технологій відтворення (систем землеробства та їх складових – сівозміни, обробітку, удобрення, захисту рослин);

➤ кожен вид сільськогосподарської продукції потрібно отримувати там, де це зробити найлегше і найдоцільніше.

Саме на основі вище наведених правил організація збалансованого землекористування проводиться у певній послідовності (див. рис. 2.4).

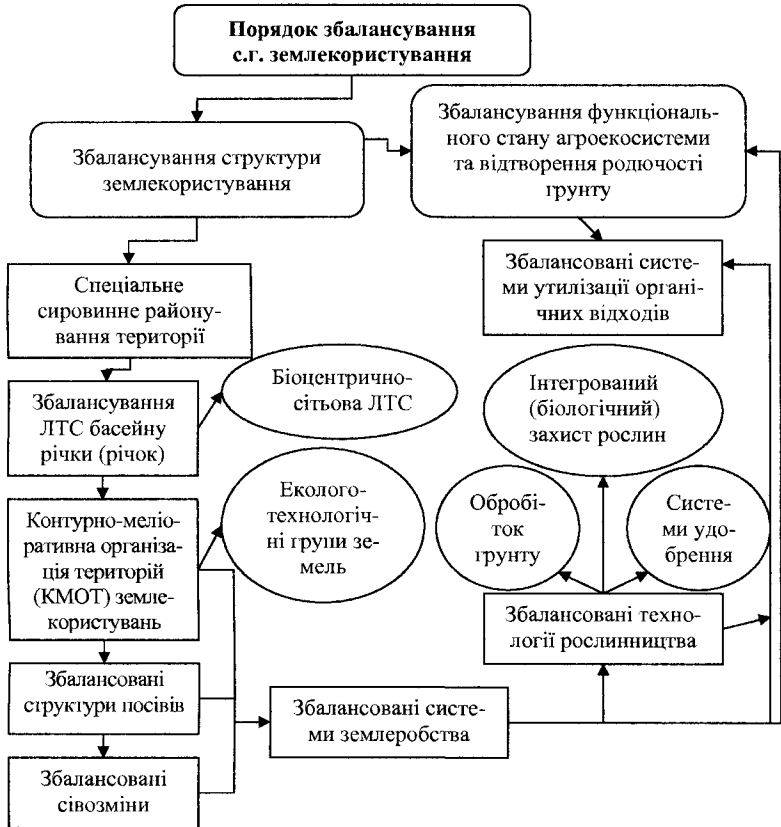


Рис. 2.4. Послідовність організації збалансованого землекористування у сільському господарстві

Організацію збалансованої ЛТС басейну річки проектують із врахуванням існуючих біотопів природної рослинності та результатів спеціального сировинного районування. Але остаточний план біоцентрично-сітьової ЛТС отримують на етапі розробки проекту КМОТ, згідно якого всі землі сільськогосподарського призначення розділяють на три еколого-технологічні групи та відповідні підгрупи, визначають напрямок використання кожної групи земель, місце розміщення контурних та лінійних рубажів. Саме рубажі КМОТ відіграватимуть роль інтерактивних елементів або біокоридорів біоцентрично-сітьової ЛТС.

На основі КМОТ розробляють збалансовані структури посівних площ, на основі яких проектують збалансовані сівозміни та одночасно визначають тип збалансованої системи землеробства. Якщо під рілля відведено лише землі першого агроекологічного класу, інтенсивна система землеробства, яка передбачає високий рівень навантаження ріллі синтетичними пестицидами та мінодобривами, інтенсивні технології обробітку ґрунту виявляться недоцільною. Ця система не дозволить стабільно отримувати якісну сільськогосподарську продукцію, тому що почнеться розвиток процесів деградації ґрунту, понизиться його буферність, що створить передумови для зростання рівня забруднення продукції ксенобіотиками. Найбільш доцільними на землях першого та другого сировинних класів є збалансовані системи землеробства із адаптивними ознаками.

## 2.2. Концепція збалансованої системи землеробства

Розбалансоване застосування засобів хімізації в галузі сільськогосподарства з одного боку позначилося на забрудненні навколишнього середовища, а з іншого – на погіршенні якості сільськогосподарської продукції. Вирішення цих проблем можливе за умов збалансованих систем землеробства

*Система землеробства* – комплекс організаційно-економічних, агротехнічних, меліоративних, ґрунтозахисних заходів, спрямованих на ефективне використання землі, агрокліматичних ресурсів, біологічного

потенціалу рослин, на підвищення родючості ґрунту з метою стабільного отримання якісних високих врожаїв сільськогосподарських культур.

**Збалансована система землеробства** – це така система, за якої відчуження енергії родючості ґрунту не перевищує компенсацію за рахунок антропогенних інвестицій в межах дозволеного рівня енергообміну.

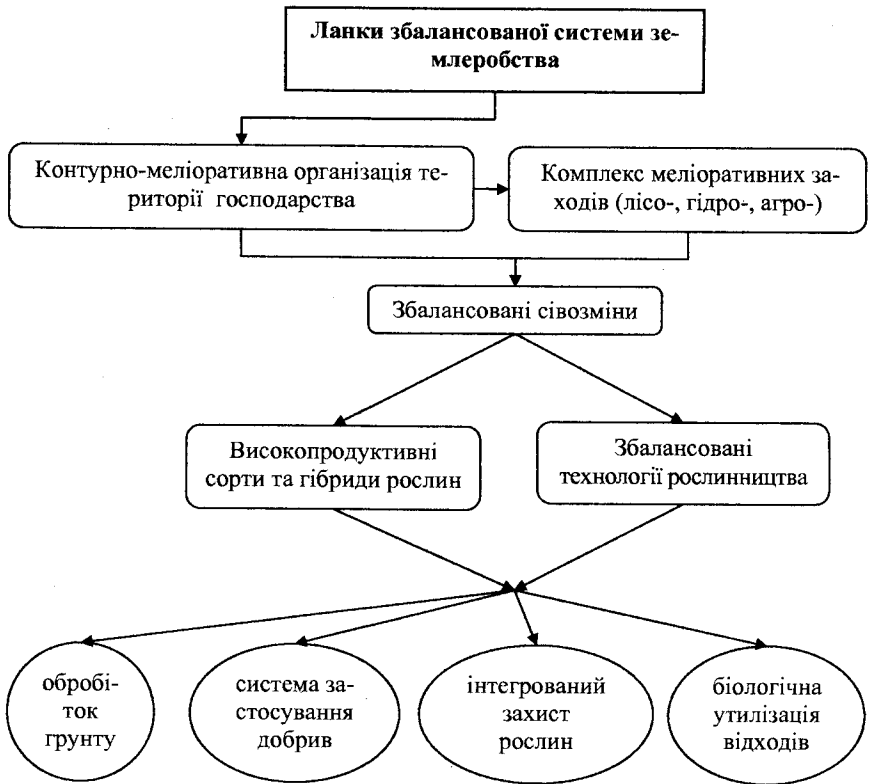
Згідно правила 1%: зміна енергетики екосистеми у межах 1 % не виводить природну систему із рівноважного стану (гомеостазу). Тому якщо ми хочемо підтримувати агроекосистему у стані динамічної рівноваги, то дозволеним рівнем енергообміну є  $\leq 1\%$ . При цьому баланс енергообміну оцінюється за 2-ма статтями енергетичних потоків:

- 1) потік антропогенно вилученої енергії (продукція і сконцентровані у ній елементи живлення);
- 2) потік антропогенно компенсованої енергії (матеріальної: добрива, стимулятори росту, розвитку, пестициди та нематеріальної: обробіток ґрунту).

Оцінку вказаних потоків енергії проводимо згідно методик Медведовського О.К., Іваненко П.І., 1988, Смаглія О.Ф., Малиновського, Кардашова А.Т. та ін., 2004.

Система землеробства характеризується формою використання землі та способами підвищення родючості ґрунту. У різних системах землеробства форма використання землі виражається у співвідношенні земельних угідь, структурі посівних площ, а спосіб підвищення родючості ґрунту – в комплексі агротехнічних та меліоративних заходів залежно від особливостей вирощування культур.

Основними ознаками системи землеробства є співвідношення земельних угідь, структура посівних площ і способи підвищення родючості ґрунту. За цими ознаками визначається інтенсивність та збалансованість системи землеробства (рис. 2.5).



*Рис. 2.5. Основні ланки збалансованої системи землеробства*

Збалансована система землеробства передбачає також впровадження комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, досягнень науки і передового досвіду.

Сьогодні дуже гостро постала проблема виробництва і забезпечення світового ринку екологічно безпечною сільськогосподарською продукцією, вирощеною в сировинних зонах I-го класу (див. розд. I. Ч. II). Проте належність території до зазначеної сировинної зони сама по собі не дозволить отримувати таку продукцію, якщо землеробство не будуватиметься за принципами біологічної концепції. Справа в тому, що агроєкосистема – живий організм і все синтетичне йому

шкодить, тому саме системи біологічного землеробства нині є альтернативою інтенсивним промисловим системам.

**Біологічне землеробство** – група систем землеробства, в агро-екосистемах яких головною метою є досягнення максимальної адаптації рослинних угруповань (сівозмін) до умов навколишнього середовища з метою стабільного отримання екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

Загалом біологічні системи землеробства відносяться до органічних технологій виробництва (див. рис. 2.6). В таких технологіях максимум уваги приділяється екологічній безпеці антропогенної діяльності в навколишньому середовищі. Кінцева мета біологічного землеробства полягає в одержанні екологічно безпечної продукції рослинництва й тваринництва, причому навколишнє середовище при цьому не зазнає шкоди від господарської діяльності людини. На практиці остання теза передбачає, що вплив антропогенного фактора на навколишні ландшафти ніколи не може бути виключений цілком, тому концепція екологічного землеробства спрямована не на усунення шкоди для навколишнього середовища взагалі, а на її мінімізацію, що є цілком реальним.

Екологічні цілі органічних технологій тісно переплітаються із соціальними та економічними, адже найбільш економне господарювання - екологічне.

Дуже важливе значення для агроєкосистем має величина інвестицій. Всі інвестиції (технологічні процеси обробітку, посіву, удобрення, захисту, збирання врожаю та утилізації відходів) мають бути збалансовані таким чином, щоби:

1) не перевищувати допустимого рівня порушення енергопотенціалу агроєкосистеми;

2) підтримувати збалансований колообіг енергії та речовини в агроєкосистемі (повертати в агроєкосистему таку кількість невідновлюваної речовини – елементів мінерального живлення, яку було вилучено);

3) всі технологічні заходи повинні бути спрямовані на забезпечення високої біологічної активності ґрунту та максималізацію швидкості обігу речовини та енергії.





*Рис.2.6. Основні цілі органічних технологій виробництва*

У випадку посилення процесів деградації ґрунту, спочатку потрібно активізувати технологічні процеси в напрямку розширеного відтворення родючості, забезпечити ґрунту високий енергопотенціал, а тоді вже працювати за вище наведеними умовами.

Основу біологічного землеробства становлять такі головні принципи:

- відмова від застосування легкорозчинних мінеральних добрив, зокрема, азотних;
- відмова від використання синтетичних засобів захисту рослин;
- стимулювання біологічної активності ґрунту;
- широке застосування відходів рослинництва й тваринництва (компостів, зелених добрив тощо);

- стимуляція фіксації атмосферного азоту бульбочковими бактеріями;
- захист ґрунту від ерозії;
- захист навколишніх водойм від забруднення тощо.

Відмова від мінеральних добрив та пестицидів дає можливість отримувати продукцію, що не містить їх рештків і тому має вищу біологічну цінність. Часто така продукція користується підвищеним попитом у свідомого населення та реалізується за підвищеними цінами.

Заміна синтетичних добрив гноєм і компостами забезпечує ґрунт органікою, що сприяє ґрунтоутворенню та збільшенню щільності організмів, які населяють родючий ґрунт. Відмова від використання синтетичних сполук, таких як мінеральні добрива і пестициди, забезпечує значну економію коштів та енергії. Ґрунтозахисний обробіток і дотримання сівозмін запобігають ерозії та сприяють зменшенню втрат поживних речовин із ґрунту.

Як результат застосування альтернативних методів позитивно впливає на стан навколишнього середовища і, зрештою, на здоров'я людини. Системи альтернативного землеробства поки що не набули належного поширення. Основу протиріч у впровадженні альтернативного землеробства становить той факт, що нині традиційне землеробство характеризується більш високими показниками продуктивності. Але яка ж якість їхньої продукції та перспективи еволюції ґрунтового покриву? Зрозуміло, що ґрунтовий покрив, який піддається надмірній хімізації, поступово деградує, а продукція, яка постійно захищається пестицидами та підготовується міндобривами, має якість на межі із нормативами ГДК.

Підрахунки спеціалістів свідчать, що у разі переходу сільського господарства до альтернативних методів землеробства врожайність більшості культур значно знизиться. Проте вважається, що за рахунок підвищення родючості ґрунтів в майбутньому вдасться підвищити врожайність культур до її рівня в сучасному сільському господарстві.

На думку українських вчених, широке впровадження альтернативного землеробства в Україні у чистому вигляді з метою розв'язання екологічних проблем навряд чи можливе. Однією з основних по-

зицій сучасної агрохімії залишається той факт, що використання мінеральних добрив забезпечує найбільш повне повернення до ґрунту відчужуваних з урожаєм поживних речовин. Вважається, що альтернативи добривам не існує, оскільки це - живлення. Використання органічних добрив не слід протиставляти мінеральним, оскільки, за умов раціонального використання хімікатів дія біологічних факторів підвищується, а родючість ґрунту збільшується. Отже, повна відмова від мінеральних добрив, так само як і від пестицидів, на сьогодні не є обґрунтованим для сільського господарства. Тому найбільш реальним та економічно доцільним за умов сучасного сільського господарства України є впровадження екологічного землеробства.

**Екологічне землеробство** – такий вид збалансованої системи землеробства, яка поєднує новітні розробки з інтенсифікації землеробства та основні принципи органічної систем землеробства. Прикладом екологічного землеробства можуть бути інтегровані системи землеробства.

Найважливішим принципом екологічного землеробства є екологічна безпека при вирощуванні і споживанні продукції та його ґрунтозахисний напрям. Стале функціонування агрокосистеми забезпечується узгодженістю біологічних та фізико-хімічних процесів ґрунту, відтворенням мікробіоценозу та фітоценозу.

### 2.3 Типи альтернативних систем землеробства

Нині відомо декілька типів систем альтернативного землеробства (див. табл.2.1).

**Органічна система** – вважається однією із найстаріших, оскільки вона застосовувалася окремими фермерами ще на початку 1930-х років в Австрії та в деяких інших країнах Західної Європи. Ця система отримала подальшого розвитку на початку 1960-х років. Тоді були розроблені й запропоновані для широкого впровадження інші системи. Слід відмітити, що чіткої межі між запропонованими системами часто немає. Різниця нерідко носить термінологічний характер, оскільки в їх основі, як правило, однакові принципи. Органічну систему широко застосовують у США.

Таблиця 2.1

## Основні принципи сучасних систем землеробства

№ за п.	Тип системи землеробства	Базові принципи	Пріоритети	Заборони
1	<i>Органічна</i>	Комплексу важливих обмежень на використання синтетичних речовин на всіх етапах вирощування, зберігання й переробки продукції	<p>1. <i>Основні добрива</i> - гній і різноманітні компости, мікроелементи, а також кісткове борошно, "сирі" породи: доломіт, глауконітовий пісок, польовий шпат, вапно, крейда, базальтовий пил.</p> <p>2. <i>Основні засоби захисту рослин</i> - бордоська рідина, попіл, вапняк, гіпс, рибна емульсія, мило, піретрум, часник, тютюновий пил тощо.</p> <p>3. <i>Стимулятори росту та розвитку</i> - мікроорганізми, мікробіологічні продукти й матеріали, які складаються з речовин рослинного, тваринного або мінерального походження.</p>	Мінеральні добрива, синтетичні органічні пестициди, синтетичні регулятори росту рослин
2.	<i>Біологічна</i>	Використання сівозміни з ощадливим режимом насичення одновидовими культурами	<p>1. <i>Основні добрива</i> - сидерати та гній. Органічні добрива компостують з метою забезпечення асробої ферментації.</p> <p>2. <i>Основні засоби захисту рослин</i> - механічні та вогневі методи, використання ефірних рослин, порошоків з водоростей і скельних порід, біодинамічних препаратів - відвари й настої таких трав як полин, кропива та інші.</p> <p>У плідництві та виноградарстві дозволяється використання сірчанних та мідних препаратів через їх слабку токсичність. Рекомендовані рослинні інсектициди: піретрум, нікотин тощо.</p>	

3.	<b>Органо-біологічна</b>	<p>Концепції створення "живого й здорового ґрунту" за рахунок підтримки та активізації його мікрофлори, яка бере участь у процесах ґрунтоутворення.</p> <p>Розгляд господарства як єдиного організму, в якому чітко відрегульовано кругообіг речовин.</p>	<p>Поля максимально довго зайняті рослинним покривом, післяжнивні рештки загортаються в поверхневий шар ґрунту. У сівозміні вирощується багато травосумішей.</p> <p><b>1. Основні добрива</b> - переважно органічні: гній, сидерати, та деякі мінеральні повільнодіючі добрива: томасшлак, калімагнезію, базальтовий пил.</p> <p><b>2. Основні засоби захисту рослин</b> - аналогічні тим, що застосовуються в біологічній системі.</p>	
4.	<b>Біодинамічна</b>	<p>Враховання не тільки природних (земних) факторів росту та розвитку, але й космічних, тому що живе є добре збалансованим цілим.</p>	<p><b>1. Принципи ведення землеробства</b> - землеробство має бути узгоджено з цілісним ритмом Землі. Усі агротехнічні заходи слід проводити у сприятливі періоди, настання яких зумовлене розміщенням Місяця та інших небесних тіл в тому чи іншому зодіакальному сузір'ї.</p> <p><b>2. Принципи захисту рослин</b> - розташування планет враховують при організації боротьби з бур'янами, приготуванні компостів тощо.</p> <p><b>3. Принципи удобрення</b> – перевага у застосуванні спеціальних "біодинамічних" препаратів. - "гумусних" (із гною та рогів тварин) та "кремнієвих" (з рогів та розмеленого кварцу). Широко використовують витяжки, відвари, настої різноманітних трав, кору дерев, продукти бродіння, попіл тощо.</p>	

5.	<i>Інтегрована</i>	Відтворення родючості ґрунту шляхом поєднання основних принципів біологічних та екологічних принципів інтенсивних систем землеробства	<p>1. <i>Основні добрива</i> – органічні та мінеральні з обов'язковим врахуванням гранулометричного складу ґрунту та рН ґрунтового розчину.</p> <p>2. <i>Основні засоби захисту рослин</i> – комплексний захист – біологічний та синтетичний, перевага надається неорганічним засобам захисту та органічним, що швидко розкладаються, обов'язковий контроль токсикологічного навантаження на ґрунт та рослину.</p> <p>3. <i>Стимулятори росту та розвитку</i> – різноманітні біопрепарати та їх синтетичні аналоги.</p>	Синтетичні органічні пестициди із тривалим періодом напіврозпаду
6.	<i>Точна</i>	Максимально точне забезпечення потреби рослини у змінних факторах росту і розвитку – волозі, елементах живлення, ґрунтових умовах за допомогою точних агротехнологій.	Такі ж як у інтенсивних системах	Такі ж як у інтенсивних системах

**Біологічна** система – застосовується переважно у Франції. Головними добривами є сидерати та гній як специфічне джерело живлення рослин. Органічні добрива компостують з метою забезпечення аеробної ферментації.

**Органо-біологічна** система ґрунтується на концепції створення "живого й здорового ґрунту" за рахунок підтримки та активізації його мікрофлори. Система запропонована й переважно поширена у Швеції та Швейцарії. Поля максимально довго зайняті рослинним покривом, післязливні рештки загортаються в поверхневий шар ґрунту. У сівозміні вирощується багато травосумішей. Названі методи забезпечують створення сприятливих умов для розвитку мікроорганізмів, тому що система спрямована на створення здорового ґрунту, який «родить здорові рослини». Система передбачає навіть спеціальний тест на свіжість ґрунту на основі складу мікрофлори.

**Біодинамічна** система широко розвинута в країнах Західної Європи. Головний постулат цієї системи – все живе є добре збалансованим цілим, яке зазнає комплексного впливу земних і космічних факторів. Тому суто агротехнічні основи цієї системи такі ж, як і в інших систем, а теоретична основа – врахування космічних факторів росту та розвитку рослин.

**Інтегрована** система землеробства є найбільш гнучкою серед охарактеризованих, оскільки дозволяє використання як мінодобрив, так і пестицидів неорганічних та органічних з нетривалим періодом напіврозпаду (мало шкідливих). Головна ціль – відтворення родючості ґрунту. Саме тому використання органічних добрив не слід протиставляти використанню мінеральних, оскільки, за умов правильного використання хімікатів дія біологічних факторів підвищується, а родючість ґрунту збільшується.

Порівняння головних принципів різних систем альтернативного землеробства наочно демонструє умовність і відносність їх назв. Тому часто вживається термін «органічне землеробство», яким умовно об'єднують органічну, біологічну, органо-біологічну, біодинамічну, екологічну системи землеробства

**Точна** система землеробства ґрунтується на оптимізації потреб

рослини передусім у елементах живлення та волозі. Важливим елементом є і меліорація ґрунту. Така точна оптимізація можлива лише в тому випадку, коли ми маємо точні картограми агроекологічних показників ґрунту кожного поля та техніку, яка дозволить застосовувати агротехнічні засоби (добрива, меліоранти, воду) диференційовано відповідно до потреб рослини та стану ґрунту. Впровадження такої системи технічно досить складне, але поєднання головних принципів інтегрованої системи землеробства з точними технологіями – дуже перспективний шлях розвитку сільського господарства.

#### **2.4. Показники рівня збалансованості системи землеробства**

Екологічні наслідки землеробства визначаються ступенем його інтенсифікації. За оцінкою українських і німецьких вчених, 20 % забруднення навколишнього середовища дає сільське господарство. Екологічна оцінка кожної системи і прийомів землеробства дозволить запобігти втратам агроєкосистемою її продуктивності. *Агроєкосистема втрачає стійкість і знижує продуктивність тоді, коли обсяг використання енергії потенційної родючості перевищує певний пороговий рівень* (Тараріко Ю.О.).

Збалансована система землеробства має забезпечувати повну компенсацію відчуження енергії реальної родючості ґрунту за рахунок антропогенних інвестицій, рівень яких не повинен перевищувати екологічно допустимих меж. Система землеробства створює умови використання ґрунту і водночас формує його родючість.

Падіння потенційної родючості неодмінно поведе за собою поступове чи різке зниження ефективної, тому що функціонування агроєкосистеми відбувається за законами збереження і перетворення енергії. Оптимальний режим функціонування АЕС створюється внаслідок дії комплексу заходів системи землеробства на ґрунт, рослини, приземний шар атмосфери. При цьому змінюється енергопотенціал системи або умови його реалізації. Тому, плануючи застосування тих чи інших заходів, необхідно передбачати наслідки їх засто-



сування для стійкості та стабільності функціонування АЕС (перевірити, як той чи інший захід вписується у екологічні закони, зокрема правило 1% – див. розд. 2.1).

**Стійкість агроекосистеми** – це здатність системи відновлювати запрограмовану еволюцією продуктивність на одиницю сукупного енергоресурсу (Тараріко Ю.О., 1996).

**Стабільність агроекосистеми** – це її здатність безмежно тривалий час зберігати стійкість за існуючих умов (Тараріко Ю.О., 1996).

Для стабілізації агроекосистеми та забезпечення її високопродуктивного функціонування необхідно оптимізувати її структуру та основні потоки в ній – речовинні та енергетичні. Це дозволить керувати основними процесами в агроекосистемі. Стабілізацію процесів у агроекосистемі потрібно проводити ієрархічно – від оптимізації структури до оптимізації поодиноких процесів і показників, що їх характеризують (див. рис. 2.7).

Всі наші дії зі створення збалансованої системи землеробства повинні бути спрямовані на максимальну адаптацію нової системи до природних умов з метою мінімізації енерго- та ресурсозатрат з боку землероба. На сьогодні існують два основні взаємопов'язані шляхи функціонального збалансування системи землеробства, засновані на першому екологічному законі землеробства – *"будь-яка сільськогосподарська культура повинна вирощуватися в умовах, до яких вона екологічно найбільш пристосована"*.

Адаптацію системи рослинництва реалізують через районовані види і сорти рослин. Адаптацію внутрішніх умов агроекосистеми – через ряд структурно-технологічних заходів системи землеробства: збалансовану сівозміну, системи обробітку ґрунту, застосування добрив та захисту рослин.

Дуже важливе місце серед цих технологічних заходів відводиться системі застосування добрив, яка покликана безпосередньо відновлювати порушений колообіг біогенів та енергії в агроекосистемі. Вчені дійшли висновку, що найкращою системою застосування добрив є комбінована – органо-мінеральна.

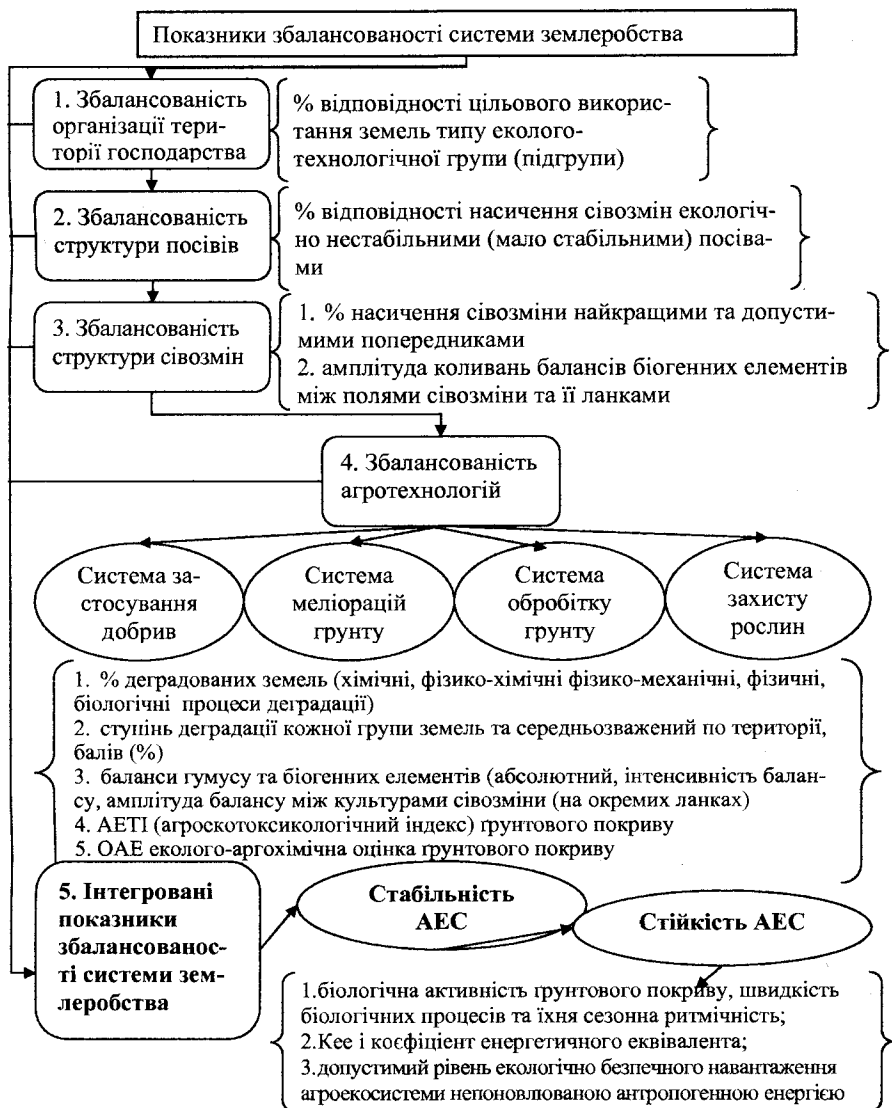


Рис.2.7. Основні показники збалансованості системи землеробства

Мінеральні системи удобрення не враховують, що процеси функціонування агроєкосистеми засновані на законах збереження та перетворення енергії. Мінеральні добрива мають певний визначений склад елементів живлення, порушують іонний склад ґрунтового розчину та насичують ґрунт баластними речовинами – переважно важкими металами.

Органічна система удобрення є найбільш екологічною, але через обмеженість видів органічних добрив таку систему застосування добрив дуже важко збалансувати за надходженням елементів живлення. Недолік органічних добрив у тому, що кожен вид органічного добрива має відносно стабільний склад біогенів. Перевага – широкий спектр біогенів – від макро- до мікроелементів та наявність біологічно активних речовин і відповідної мікрофлори, що позитивно впливають на біологічну активність ґрунту, а відтак - оптимізують живлення рослин. Органічні добрива є прямим постачальником ґрунту органічною речовиною, яка поступово трансформується: мінералізується та гуміфікується. Відомо, що найбільш рухома енергія агроєкосистеми зосереджена саме в органічній речовині ґрунту. Саме тому оптимізація речовинних потоків у агроєкосистемі повинна бути узгоджена з оптимізацією енергетичних, лише за таких умов можлива стабілізація функціонування агроєкосистеми. Численні результати досліджень балансу поживних елементів, гумусу, інших речовин у відриві від аналізу кругообігу енергії не дають змоги виявити механізм її трансформації, а без цього не можливо науково обґрунтувати енерго- та ресурсозберігаючу систему землеробства. Вчені О.О. Созінов і Ю.Ф. Новиков (1998) довели, що ККД агроєкосистеми досягає максимуму при насиченні її енергією до рівня 13600 МДж/га. О. К. Медведовський з П. І. Іваненко (1995) визначили показник екологічно небезпечного навантаження непоновлюваної енергії на одиницю посівної площі, який дорівнює 40 млн ккал (168 тис. МДж) на 1 га.

Отже, у спрощеному варіанті рівень збалансованості системи землеробства в кінцевому виразі оцінюється показником стабілізації родючості ґрунту: якщо родючість не змінилася, то вона стабілізувалася, якщо збільшилася – відбулося розширене відтворення родючос-

ті, якщо зменшилася – відбулися процеси деградації ґрунту. Основними показниками стабілізації родючості ґрунту є гумусовий стан та поживний режим ґрунту, які створюють обмінний енергетично-речовинний фонд ґрунту. Якщо відбулися зміни у цьому фонді, то вони відобразатимуться і на інших показниках родючості. Тому нижче характеризуємо методи стабілізації саме гумусового стану та поживного режиму ґрунту.

## **2.5. Принципи стабілізації гумусового стану ґрунтів**

### **2.5.1. Роль гумусу у формуванні родючості ґрунту**

*Гумус* – гетерогенний динамічний комплекс специфічних органічних речовин ґрунту, що утворився в ньому внаслідок перебігу процесів гуміфікації органічної речовини в умовах, які властиві лише ґрунту.

Часто гумус ототожнюють з органічною речовиною ґрунту, проте ці поняття нетотожні.

*Органічна речовина ґрунту (ОРГ)* - це сукупність живої біомаси та органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їх метаболізму і специфічно утворених темнозбарвлених гумусових речовин, що пронизують ґрунтовий профіль.

Існує два основних шляхи трансформації ОРГ – гуміфікація та мінералізація.

*Гуміфікація ОРГ* – поетапні процеси перетворення органічних речовин в ґрунті до специфічних гумусових речовин із наступним їх закріпленням мінеральною частиною ґрунту.

*Мінералізація ОРГ* – поетапні процеси окислення органічних речовин в ґрунті до  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ .

Оскільки ці два процеси протікають в декілька етапів, то на окремих етапах отримуються проміжні продукти мінералізації і гуміфікації ОРГ, які можуть в подальшому перетворюватися або шляхом мінералізації, або шляхом гуміфікації. Отже, процеси гуміфікації та мінералізації ОРГ є єдиним процесом перетворення ОРГ.

Серед всіх компонентів органічної речовини у регулюванні ґрунтових режимів, а отже і забезпеченні родючості ґрунту, найбільш важливі функції виконує саме гумус. За хімічним складом **гумус** - це гетерогенна динамічна полідисперсна система специфічних та неспецифічних високомолекулярних органічних азотистих ароматичних сполук кислотної природи.

До складу специфічних гумусових речовин входять три основні групи сполук: гумінові кислоти, фульвокислоти і гуміни.

**Гумінові кислоти (ГК)** складаються із вуглецю (50-62 %), азоту (2-6 %) і незначної кількості зольних елементів. Розчиняючись у слабких лугах, вони утворюють гумати, які слаблорозчинні у воді. ГК надають ґрунтові чорного або темно-коричневого забарвлення.

**Фульвокислоти (ФК)** містять менше, ніж гумінові кислоти, вуглецю (41-46%), але, натомість, більше водню (4-5 %), азоту (3-4 %) і кисню (44-48 %). Вони надають ґрунтові ясно-жовтого, ясно-бурого забарвлення. Розчиняючись у воді й лугах, утворюють фульвати. Водні розчини фульвокислот сильноокислі ( $pH=2,6-2,8$ ).

**Гуміни** – це сукупність гумінових кислот і фульвокислот, які міцно зв'язані з мінеральною частиною ґрунту. До їх складу входять також компоненти рослинних решток, що важко розкладаються мікроорганізмами: целюлоза, лігнін та ін. Гуміни не розчиняються у жодному розчиннику, тому їх називають інертним гумусом.

Важливим компонентом ґрунту є детрит.

**Детрит** – передгумусова фракція неживої ОРГ, до складу якої входять слабогуміфіковані органічні рештки, які втратили свою анамічну будову і погано відділяються від основної маси ґрунту.

Детрит є найближчим резервом поповнення специфічних гумусових речовин. Саме зі швидкою мінералізацією детриту пов'язане суттєве зменшення вмісту гумусу після розорювання цілинних ґрунтів, де вміст детриту – найвищий.

За рахунок своєї динамічності та поліелементності, що характерна органічним сполукам, **гумус виконує ряд наступних важливих функцій у ґрунті.**

**1. Гумус визначає генезис ґрунту, формування його морфологічних ознак, хімічного складу та властивостей:**

- забезпечує формування специфічного профілю ґрунту;
- забезпечує утворення агрегатів за участю гумусових та глиногумусових сполук і як наслідок - водостійкої структури ґрунту (див. табл.2.2);
- впливає на щільність будови (зменшує) та водно-фізичні властивості ґрунту;
- забезпечує утворення рухомих сполук, здатних до міграції, включення мінеральних компонентів ґрунту в біогеохімічний кругообіг.
- забезпечує формування сорбційних, кислотно-основних та буферних властивостей ґрунту.

## **2. Гумус бере безпосередню участь у живленні рослин:**

- виступає джерелом елементів мінерального живлення вищих рослин (N, P, K, Ca, мікроелементи);
- є джерелом органічного живлення для гетеротрофних організмів;
- є джерелом CO<sub>2</sub> в приземному шарі атмосфери (впливає на продуктивність фотосинтезу);
- є джерелом біологічно активних речовин ґрунту.

**Таблиця 2.2**

**Вплив вмісту органічної речовини ґрунту (%) на стійкість структури, формування кірки суглинкового ґрунту**  
(Дж. Хофман, 1977)

Показник	Варіант*			
	1	2	3	4
% органічної речовини ґрунту (у % до 1-го варіанту)	2,32 (100)	2,16 (93)	2,08 (90)	2,01 (87)
Нестійкість структури (у % до 1 варіанту)	1,23 (100)	1,25 (102)	1,33 (108)	1,39 (113)
% закритої поверхні - формування кірки (у % до 1 варіанту)	83,0 (100)	88,4 (107)	90,6 (109)	91,9 (111)

\*Вміст органічної речовини ґрунту на початку досліджень - 2,08%

### 3. Гумус виконує санітарно-захисні функції в ґрунті:

- забезпечує прискорення мікробіологічного розпаду пестицидів, каталіз швидкості цього розпаду;
- сприяє закріпленню забруднювачів у ґрунті (сорбція, утворення комплексних сполук) та зниженню рівнів їхнього надходження у рослини;
- зменшує міграційну здатності токсикантів.

Часто вчені називають гумус «інтегралом родючості» ґрунту, оскільки спостерігається тісний кореляційний зв'язок між вмістом гумусу в ґрунті та рівнем його родючості. Зіставлення вмісту та запасів гумусу в ґрунтах із урожайністю сільськогосподарських культур показало, чим менш сприятливі властивості ґрунтів та умови життя рослин (чим бідніший ґрунт на гумус), тим ефективніше гумус бере участь в утворенні врожаю. Вченими встановлено, що врожайність та гумусовий потенціал збільшуються від дерново-підзолистих ґрунтів до чорноземів типових, а потім зменшуються до чорноземів звичайних малогумусних, південних та каштанових ґрунтів (див. табл. 2.3).

Загалом можна виділити основні фактори, за яких спостерігається тісна кореляційна залежність між вмістом гумусу та врожайністю сільськогосподарських культур та фактори, за яких ці залежність відсутня або слабка (табл. 2.4).

**Таблиця 2.3**  
**Величина врожаю сільськогосподарських культур, яка припадає на 1 % гумусу у виробничих умовах України**  
(Дерев'янюк Р. Г., 1977), ц

Культура	Полісся	Лісостеп			Степ	
		Західний	Правобережний	Лівобережний	Правобережний	Лівобережний
Зернові	5,68	4,68	4,37	3,78	3,59	3,27
Кукурудза на зерно	-	8,30	5,17	4,05	3,96	4,42
Цукрові буряки	-	64,3	45,6	31,80	41,1	32,53
Соняшник	-	-	3,95	2,47	3,08	2,70
Картопля	36,0	-	55,00	-	-	-

У дерново-підзолистих, опідзолених лісостепових ґрунтах зв'язок між гумусом і врожаєм прямий, а на чорноземних ґрунтах з більшим вмістом гумусу - непряий. Це означає, що врожайність зростає до певного вмісту гумусу в ґрунті, даліше підвищення його не супроводжується збільшенням врожайності. При оцінці ґрунтів за рівнем їх родючості виникає питання про оптимальний рівень вмісту гумусу, при якому ґрунтові властивості і режими, пов'язані з ним, забезпечують найбільшу врожайність сільськогосподарських культур.

Таблиця 2.4

**Основні умови, що визначають тісноту кореляцій між врожайністю культур та вмістом гумусу в ґрунті**

№ п.п.	Кореляція сильна ( $r > 0,75$ )	Кореляція слабка (відсутня) ( $r < 0,75$ )
1.	Низький рівень окультурення ґрунту (низький природний вміст гумусу)	Високий рівень окультурення ґрунту (високий природний вміст гумусу)
2.	Несприятливі умови зволоження	Засолення ґрунту
3.	Відсутність ерозії	Оглеєння ґрунту
4.	-	Еродованість ґрунту

При визначенні *оптимального вмісту гумусу* головним є встановлення нижньої межі його вмісту, за якою недостатність в ґрунті органічної речовини гальмує формування високих і сталих врожаїв (див табл.2.5). При визначенні верхньої межі оптимуму гумусу виходять з конкретних умов, бо досягнення цього рівня коштує дорого і не завжди рентабельне.

В умовах високої культури землеробства вплив природних властивостей ґрунту і насамперед гумусу зменшується. Проте проблема родючості, тобто збагачення перегноем ґрунту, є одним із необхідних агротехнічних засобів, який підвищує біогенність ґрунту та забезпечує відтворення його родючості.



Таблиця 2.5

*Оптимальні параметри вмісту гумусу в ґрунтах Лісостепу і Степу для вирощування зернових культур у виробничих умовах (Дерев'янка Р. Г., Панченко В. А., 1986)*

Ґрунти	Зона	Вміст гумусу, %	Урожайність, ц/га
Слабопідзолені лісостепові легко- та середньосуглинкові	Лісостеп Західний	3,3-3,7	27,4-34,0
Слабопідзолені лісостепові важкосуглинкові		3,8-4,5	34,0-38,2
Чорноземи типові малогумусні легко- та середньосуглинкові		3,5-4,0	27,2-36,2
Слабопідзолені лісостепові суглинкові	Лісостеп Правобережний	3,3-3,6	37,0-38,3
Чорноземи типові легко- та середньосуглинкові		3,0-4,2	30,0-37,1
Чорноземи типові середньогумусні		5,1-6,0	31,5-31,9
Чорноземи типові легко- та середньосуглинкові	Лісостеп Лівобережний	3,7-4,4	26,0-30,0
Чорноземи типові середньогумусні		5,1-6,2	28,4-31,0
Чорноземи звичайні середньогумусні	Степ	5,0-6,1	29,1-33,8

### 2.5.2 Основні показники гумусового стану ґрунту

*Гумусовий стан ґрунту* – узагальнююча назва комплексу показників, які визначають морфологічні ознаки, загальні запаси, властивості органічної речовини ґрунту, а також напрям і величину процесів міграції та трансформації гумусу в ґрунті.

Серед комплексу показників прийнято виділяти ряд основних:

1. Вміст гумусу, %.
2. Запаси гумусу в шарі 20 та 100 см, т/га.
3. Збагаченість гумусу азотом, С:N.

4. Ступінь гуміфікації органічної речовини (С<sub>гк</sub>:С<sub>заг</sub>) 100%.
5. Тип гумусу, С г.к. : С ф.к.
6. Вміст (%) різних фракцій гумінових кислот.
7. Оптична щільність гумінових кислот.
8. Біологічна активність (дихання) ґрунту.
9. Енергетична цінність гумусу (запаси енергії в гумусі).
10. Показник стійкості гумусового комплексу (ПСГК).

Л.А. Гришиною та Д.С. Орловим в 1977 році було запропоновано систему показників для оцінки гумусового стану (див. табл.2.6).

Таблиця 2.6

**Основні показники гумусового стану ґрунтів**

(Л.А. Гришина, Д.С. Орлов, 1978)

Показник	Межі значень	Рівень
Вміст гумусу, %	>10	Дуже високий
	6-10	Високий
	4-6	Середній
	2-4	Низький
	<2	Дуже низький
Запаси гумусу в шарі 0-100 см, т/га	>600	Дуже високий
	400-600	Високий
	200-400	Середній
	100-200	Низький
	< 100	Дуже низький
Збагаченість гумусу азотом, С : N	>5	Дуже високий
	5-8	Високий
	8-11	Середній
	11-14	Низький
	<14	Дуже низький
Тип гумусу, С <sub>гк</sub> : С <sub>фк</sub>	>2	Гуматний
	1-2	Фульватно-гуматний
	0,5-1	Гуматно-фульватний
	<0,5	Фульватний

Генетичні типи ґрунтів дуже різняться за своїм гумусовим станом (табл. 2.7).

Таблиця 2.7

**Гумусовий стан зональних ґрунтів України**

Показник	Дерново-підзолисті ґрунти	Сірі опідзолені	Чорноземи типові	Чорноземи південні	Каштанові
Потужність гумусового горизонту, см	20	50	150	110	60
Вміст гумусу, %	2	3-5	7-8	5-6	4-5
Тип гумусу	Фульватний	Гуматно-фульватний	Гуматний	Фульватно-гуматний	Фульватно-гуматний
Збагаченість гумусу азотом, C:N	14	13	11-12	10-11	9-10

Важливим генетичним та агроекологічним показником гумусового стану ґрунтів є *груповий та фракційний склад гумусу*.

Під *груповим складом гумусу* розуміють кількість гумінових кислот, фульвокислот і гуміну, виражену у відсотках від їх сумарної кількості. Він характеризується відношенням вуглецю гумінових кислот (Сгк) до фульвокислот (Сфк), яке коливається від 0,4 до 3. За цим відношенням розрізняють такі типи гумусу: фульватний, гуматно-фульватний, фульватно-гуматний, гуматний (див. табл.2.6).

*Фракційний склад гумусу* – відсотковий вміст різних фракцій гумусових речовин, виділених в межах групи (ГК або ФК) з використанням різних способів екстракції.

Гумінові кислоти в процесі хімічного аналізу розділяються на 4 фракції, фульвокислоти – на 3 фракції, що виділяються послідовно з використанням розчинників різної розчинної здатності та термічних методів.

**Факти**

В складі гумусу чорнозему переважають гумінові кислоти (Сгк : Сфк = 1,7), а у підзолистих ґрунтах переважають фульвокис-

лоти ( $C_{гк} : C_{фк} = 0,8$ ), у сірому лісовому ґрунті це співвідношення наближається до 1.

Величина внутрішньої енергії може бути універсальним критерієм потенціальної родючості або продуктивності ґрунту в цілому (В. А. Ковда, 1973). Продуктивність ґрунту буде тим більша, чим більше в ньому енергії, пов'язаної з гумусом ґрунту та чим менша величина внутрішньої енергії мінеральної частини ґрунту. Енергія гумусу становить лише 0,1-1 % повної внутрішньої енергії метрового шару ґрунту.

Узагальнюючим показником гумусового потенціалу ґрунту є його запаси в усьому ґрунтовому профілі (т/га). На основі картограм запасів гумусу в ґрунтах України, А.О. Бацулою був розрахований вміст енергії в гумусі ґрунтів України (див. табл.2.8).

Оцінка потенційної родючості ґрунту через величину енергії, акумульовану в гумусі, дозволяє співставляти її з величиною затрат антропогенної енергії, яка забезпечить відтворення родючості (підвищення вмісту гумусу чи його стабілізацію) і оцінювати величину збитків, завдану процесами дегуміфікації.

З метою оцінки термодинамічної стійкості гумусового комплексу нами був запропонований умовний *показник стійкості гумусового комплексу (ПСГК)*:

$$ПСГК = \left( \frac{m(\text{Гумін})}{m(\text{ФК})} \right), \quad (2.1)$$

де  $m(\text{Гумін})$  – маса (частка) вуглецю гуміну у складі гумусу;

$m(\text{ФК})$  – маса (частка) вуглецю фульвокислот у складі гумусу.

На основі порівняння динаміки даного показника ми можемо стверджувати про збільшення чи зменшення стійкості гумусового комплексу ґрунту певного варіанту системи землеробства чи певного типу ґрунту відносно обраного аналога.

**Показник стійкості гумусового комплексу (ПСГК)** – безрозмірна відносна величина, яка є відношенням маси вуглецю гуміну до маси вуглецю фульвокислот в ґрунті певного варіанту системи землеробства.

Таблиця 2.8

Запаси гумусу та його внутрішньої енергії в ґрунтах України  
(А.О. Бацула)

Область, природно- географічна зона	Запаси гумусу, т/га		Запаси внутріш- ньої енергії гу- мусу, 10 <sup>8</sup> ккал/га		Запаси гумусу на всій площі орних зе- мель, млн. т.	
	в шарі 0-30 см	в гумусово- му профілі	в шарі 0-30 см	в гумусово- му профілі	в шарі 0-30 см	в гумусово- му профілі
1	2	3	4	5	6	7
Волинська	81	100	4,45	5,50	50,9	62,8
Житомирська	103	106	5,66	5,83	124,4	128,0
Закарпатська	139	149	7,64	8,20	22,1	23,7
Івано-Франківська	129	187	7,10	10,3	44,9	65,1
Львівська	109	193	5,99	10,6	83,2	147,2
Рівненська	100	112	5,50	6,16	59,1	66,1
Чернігівська	96	194	5,28	10,67	139,3	281,4
<b>Полісся</b>	<b>101</b>	<b>150</b>	<b>5,56</b>	<b>8,25</b>	<b>535,9</b>	<b>774,3</b>
Вінницька	116	221	6,38	12,16	195,4	372,2
Київська	125	278	6,88	15,29	169,8	377,7
Полтавська	150	396	8,25	21,78	263,1	694,7
Сумська	148	300	8,14	16,50	196,2	397,8
Тернопільська	151	311	8,31	17,11	133,6	275,2
Харківська	181	417	9,96	22,94	343,1	790,4
Хмельницька	118	273	6,49	15,02	151,2	349,8
Черкаська	132	303	7,26	16,66	198,2	361,1
Чернівецька	131	198	7,21	10,89	39,6	59,8
<b>Лісостеп</b>	<b>141</b>	<b>315</b>	<b>7,76</b>	<b>17,32</b>	<b>1650</b>	<b>3681</b>
Луганська	156	304	8,58	16,72	219,7	428,1
Дніпропетровська	153	330	8,42	18,15	315,7	680,8
Донецька	152	324	8,36	17,82	244,5	521,2
Запорізька	114	254	6,27	13,97	218,9	487,8
Кіровоградська	158	397	8,69	21,84	277,2	696,6
АР Крим	104	176	5,72	9,68	120,4	203,7
Миколаївська	140	306	7,70	16,83	237,8	519,7
Одеська	126	264	6,93	14,52	252,5	529,1
Херсонська	94	179	5Д7	9,84	160,6	305,8
<b>Степ</b>	<b>129</b>	<b>285</b>	<b>7,10</b>	<b>15,68</b>	<b>1977</b>	<b>4367</b>
<b>Україна</b>	<b>128</b>	<b>274</b>	<b>7,04</b>	<b>15,07</b>	<b>4116,1</b>	<b>8811</b>

*ПСК* обов'язково порівнюється з відповідною величиною обраного еталону ґрунту і свідчить про збільшення чи зменшення стійкості гумусового комплексу певного варіанта відносно обраного еталону. Даний показник є універсальним для порівняння термодинамічної стійкості різних гумусових комплексів. Виявлення тенденцій і закономірностей зростання такої стійкості під впливом різних систем землеробства дозволить виділити найбільш оптимальну систему, що спроможна створювати стабільні агрохімічні та водно-фізичні властивості ґрунту, зумовлені вмістом, запасами гумусу та його складом.

### **2.5.3. Баланс гумусу та методи його регулювання**

Аналіз властивостей і функцій гумусу у відтворенні родючості ґрунту показав, що забезпечення бездефіцитного балансу є основою землеробства.

**Баланс гумусу** – це різниця між кількістю гумусу, що утворився в ґрунті (стаття надходження «+») та кількістю гумусу, який витратився на мінералізацію (стаття витрат «-»).

Залежно від переважання першої чи другої статті, баланс гумусу може бути:

1) *бездефіцитним (урівноваженим, компенсованим)*, якщо кількість новоутвореного гумусу за відповідний період (ротація сівозміни, рік) відповідає кількості мінералізованого за цей же період;

2) *дефіцитним* (якщо кількість новоутвореного гумусу менша від кількості мінералізованого);

3) *позитивним* (якщо надходження у ґрунт новоутвореного гумусу перевищує його витрати в результаті мінералізації).

Баланс гумусу розраховується чи визначається експериментально на період ротації сівозміни. Бездефіцитний баланс гумусу свідчить про врівноваження процесів гуміфікації та мінералізації органічної речовини ґрунту.

Сьогодні існує два основних *напрями регулювання балансу гумусу*:

1) збільшення надходження у ґрунт органічної речовини:

- пожнивно-кореневі рештки рослин;
- органічні добрива;
- органо-мінеральні добрива.

2) застосування заходів, які зменшують мінералізацію органічної речовини ґрунту і врівноважують процеси гуміфікації та мінералізації або забезпечують переважання гуміфікації:

- збалансована структура ландшафтів, що зменшує ерозійні втрати гумусу в басейні річки;
- збалансована (контурно-меліоративна) організація території угідь, що зменшує ерозійні втрати гумусу, запобігає підтопленню, засоленню, підкисленню ґрунтів;
- збалансована структура посівних площ на основі допустимого рівня розораності, що зменшує ерозійні втрати гумусу та дисбаланс між гуміфікацією і мінералізацією ОРГ;
- введення та освоєння збалансованих сівозмін, в складі яких є достатня частка ґрунтозахисних культур, що забезпечує збільшення надходження свіжої органічної речовини, зменшує ерозійні втрати гумусу та дисбаланс між процесами мінералізації та гуміфікації;
- збалансовані системи застосування добрив, котрі попереджують процеси мінералізації гумусу, підвищують врожайність і забезпечують зростання утворення пожнивно-корневих решток;
- збалансовані системи обробітку ґрунту та заробки добрив у ґрунт, котрі забезпечують зменшення втрат гумусу на мінералізацію та створюють оптимальні умови для протікання процесів гуміфікації (поверхневий, безполицевий, мілкий обробіток; заробка основної маси органічних добрив на глибину 10-15 см);
- збалансовані гідротехнічні, агрофізичні та агрохімічні меліорації ґрунтів, котрі забезпечують умови для переважання процесів гуміфікації над мінералізацією: попереджують прискорення мінералізації гумусу за рахунок збільшення доступності мінеральних форм елементів живлення ґрунту і міндобрив для мікроорганізмів і рослин; створюють умови для фіксації і закріплення новоутвореного гумусу мінеральною частиною ґрунту.

На етапі розробки проекту підтримання необхідного балансу гумусу потрібно встановити:

- 1) тип балансу гумусу, якого потрібно досягнути (бездефіцитний чи позитивний);
- 2) рівні регулювання балансу гумусу;
- 3) методи регулювання балансу гумусу;
- 4) розробити комплекс заходів з регулювання балансу гумусу (узгодити методи регулювання балансу на кожному рівні).

**1. Вибір типу балансу** залежить від стану ґрунтового покриття. Якщо вміст гумусу в ґрунті знаходиться на рівні, що дорівнює або перевищує мінімальний оптимальний, то баланс покликаний забезпечити стабілізацію родючості і має бути бездефіцитним. Якщо вміст гумусу в ґрунті – нижчий від мінімального оптимального рівня, то баланс покликаний забезпечити розширене відтворення родючості ґрунту і має бути позитивним. Заплановане абсолютне значення позитивного балансу гумусу визначається ґрунтово-кліматичними умовами та тривалістю часу, за який повинно бути забезпечено прогнозований вміст гумусу.

**2. Встановлення рівнів регулювання балансу гумусу** покликане визначити методи регулювання. Виділяють 4 основні ієрархічні рівні регулювання вмісту гумусу:

1 – *ландшафтний* (за рахунок збалансованої структури ландшафту запобігаються ерозійні втрати гумусу і створюється сприятливий мікроклімат та режим зволоження ґрунтів в басейні річки);

2 – *господарсько-землеробський* (за рахунок контурно-меліоративної організації території господарства запобігаються ерозійні втрати гумусу, реалізується збалансована система гідротехнічних, агротехнічних, лукопасовишних та лісових меліорацій ґрунтового покриття);

3 – *рівень сівозміни* (збалансована сівозміна дозволяє регулювати рівень надходження поживно-коренових решток у ґрунт та ліквідувати дисбаланс між інтенсивністю процесів гуміфікації та мінералізації органічної речовини, а також визначає умови підбору технологій вирощування сільськогосподарських культур);



4 – *рівень сільськогосподарської культури* (вид сільськогосподарської культури визначає зональний тип агротехніки її вирощування, яка передбачає визначення типу наступних агротехнічних заходів:

- система обробітку ґрунту;
- система застосування добрив, доцільність, обсяги, строки і місце проведення агрохімічних меліорацій ґрунту);
- система захисту рослин.

**3. *Методи регулювання балансу гумусу*** зводяться до двох основних:

1 – забезпечення надходження свіжої органічної речовини в ґрунт;

2 – створення умов для збалансованості в ґрунті інтенсивності процесів гуміфікації та мінералізації органічної речовини.

**4. *Комплекс заходів з регулювання балансу гумусу*** забезпечує узгодження заходів усіх рівнів та дає відповіді на питання: «Що, де і коли потрібно впроваджувати, щоб досягнути обраного типу балансу гумусу?»

У зв'язку із тим, що методи регулювання балансу гумусу та збалансованого землекористування на ландшафтному і господарсько-землеробському рівнях викладено вище, ми розглянемо більш детально ці методи на рівні сівозміни та сільськогосподарської культури.

### **Методи регулювання балансу гумусу в ґрунті на рівні сівозміни**

Збільшення надходження органічної речовини до ґрунту та створення умов збалансованості процесів гуміфікації та мінералізації органічної речовини за рахунок сівозміни досягається такими заходами:

- 1) розширення посівів багаторічних трав, передусім бобових,
- 2) вирощування проміжних культур і сидератів,
- 3) заміна чистих парів зайнятими.

Польові культури за впливом на рівень гумусового стану ґрунту можна поділити на три групи: багаторічні трави, однорічні зернові та зернобобові рослини, однорічні просяпні культури.

Позитивний вплив першої групи рослин залежить від ґрунтово-

кліматичних умов, рівня врожаю, сорту й густоти посіву рослин. Коренева маса багаторічних трав у перший рік використання (на другий рік життя) у 1,5 рази, а на другий рік – у 2 рази перевищує масу коріння й стерні однорічних зернових культур.

При застосуванні сидератів коефіцієнт гуміфікації наближається до нуля, але при цьому не розкладається органічна речовина ґрунту. Загалом у сівозмінах із травами й проміжними посівами однорічних культур і сидератів бездефіцитного балансу гумусу можна досягнути при внесенні значно менших норм органічних добрив, а у зернотравопільних і кормових сівозмінах, де частка трав становить понад 40 %, – навіть без додаткового їх внесення.

Значно меншу масу рослинних рештків залишає в ґрунті друга група рослин, причому озимі зернові більше, ніж ярі й зернобобові, які забезпечують надходження до ґрунту лише 15-30 ц/га решток.

Третя група рослин залишає в ґрунті найменшу масу рослинних решток. Просапні культури характеризуються більшим виносом поживних речовин і вимогливіші до рівня родючості ґрунту. Втрати гумусу під просапними культурами у 2 рази більші порівняно з культурами суцільного висіву. Але максимум мінералізації гумусу досягається на полях із беззмінним паром.

Кількість гумусу, що утворюється із органічних матеріалів, залежить від їхньої природи та умов розкладу і характеризується *коефіцієнтом гуміфікації* (див. розд. 2.5. Ч.ІІ). Чим більший коефіцієнт гуміфікації, тим якісніше органічне добриво. Наприклад, для соломи коефіцієнт гуміфікації становить 0,1-0,15, для коріння і кореневих шийок рослин – 0,18, для гною – 0,20-0,40, для дуже молодих рослин і зеленого добрива – близько 0,20.

### **Методи регулювання балансу гумусу в ґрунті на рівні сільськогосподарської культури**

Як зазначалося вище, технологія вирощування кожної культури визначає тип агротехнічних заходів, до яких належать системи: обробітку ґрунту, застосування добрив та засобів захисту рослин.

*Механічний обробіток* за своєю дією є вагомим фактором регулювання вмісту гумусу, тому що розміри мінералізації гумусу за ме-

ханічного обробітку можуть у 10-15 разів перевищувати мінералізацію для задоволення потреб культур у поживних речовинах. Найбільш застосовуваними типами обробітку ґрунту є: відвальний (звичайна оранка плугом), поверхневий, безполицевий.

Мілкий обробіток ґрунту понижує мінералізацію гумусу, що свідчить про більш раціональне використання продуктів мінералізації органічної речовини ґрунту польовими культурами. Безполицевий обробіток ґрунту на глибину 40 см, є найбільш нераціональним з точки зору гумусового балансу (коефіцієнт мінералізації сягає 2,07), за якого відбувається зменшення глибини біологічно активного шару ґрунту (до 10 см) одночасно зі зменшенням вмісту гумусу в нижніх горизонтах. Найбільш доцільним з точки зору стабілізації гумусового стану є раціональне поєднання мінімального обробітку з оранкою і удобренням.

Система застосування добрив (СЗД) є потужним регулятором балансу гумусу, основні фактори впливу якої висвітлено на рис.2.8.

Мінеральні добрива виступають досить суперечливим фактором регулювання балансу гумусу. Мінеральні добрива класифікують на види (залежно від кількості і виду елементів живлення, що містяться в них), а види – на форми – залежно від молекулярно-іонної форми, в якій перебувають елементи живлення чи ступеню розчинності молекул (див. розд. 2.6., Ч.ІІ).

Серед мінеральних добрив найпомітніше впливають на гумусовий стан азотні добрива, котрі регулюють вміст гумусу безпосередньо. Мінералізація гумусу відбувається головним чином в умовах нестачі легкодоступного азоту в ґрунті. У ґрунтах із стабільним вмістом гумусу невисокі норми азотних добрив (30-45 кг/га), стимулюючи розвиток мікроорганізмів, зменшують вміст гумусу на 0,2-0,4 т/га за рік. Підвищення норм внесення добрив залежно від структури посівних площ більшою або меншою мірою урівноважує вміст гумусу або навіть збільшує його кількість. Механізм дії цього явища різнофакторний – збільшення запасів гумусу відбувається внаслідок таких процесів:

➤ зростання біомаси післяжнивних решток і коренів під впливом поживних речовин добрив (але збільшена біомаса кореневих

і післяжнивних решток рослин кількісно значно поступається гною (табл. 2.9);



Рис.2.8. Основні фактори впливу СЗД на баланс гумусу

➤ зменшення потреби мікроорганізмів та рослин у азоті гумусу у зв'язку із внесенням в ґрунт легкодоступних мінеральних форм азоту;

➤ стимуляції азотом міндобрив розвитку мікроорганізмів-гуміфікаторів органічної речовини;

Проте в умовах надмірної кількості мінерального азоту в ґрунті посилюється розвиток мікроорганізмів, що споживають азот, в ре-

зультаті, коли доступний азот вичерпується, посилюється мінералізація гумусу (виникає так званий «праймінг-ефект»).

В умовах гуміфікації корневих та післяживних решток зернових культур у зв'язку із відносно низьким вмістом у їхньому складі азоту процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації. Тому в плодозмінних сівозмінах в умовах більшого надходження рослинних рештків порівняно із просапною сівозміною підвищення норм азоту сприяє більшому виходу новоутвореного гумусу.

Таблиця 2.9

**Вплив систем удобрення на вміст гумусу і нагромадження біомаси в різних типах ґрунтів (Шевцова Л. К., 1986)**

Ґрунт, місце знаходження	Варіант	Тривалість досліду, роки	Величина біомаси, ц/га сухої речовини				Вміст гумусу, % початкового
			ґною*	корневих і ложневих решток**	усього за пері- од досліду	у середньому за рік	
Дерново- підзолистий ґрунт	Контроль	36	-	608	608	16,9	68
	Гній		950	874	1824	50,7	90
Дослід Пряниш- никова	Чистий пар		475	912	1387	38,5	81
<b>Чорноземні ґрунти:</b>							
Миронівський НДСС	Контроль	57	-	1197	1197	21,0	94
	Гній		348 0	1753	5233	91,8	-
	НРК		-	1753	1753	30,8	-
Черкаська СГДС	Контроль	10	-	358	358	35,8	93
	НРК		-	416	416	41,6	95
	Гній+ НРК		200	422	622	62,2	96
ГДР, Галле	Контроль	100	-	2400	2400	24,0	64
	Гній		800 0	3500	1150 0	115,0	134
	НРК		-	3500	3500	35,0	79

\* Кількість сухої речовини у гної прийнято для дерново-підзолистих ґрунтів – 25%, чорноземів – 40%.

\*\* Розрахунок біомаси рослинних рештків виконували за Ф. І. Левінім.

Краща здатність багаторічних трав (люцерни, конюшини) до гумусоутворення пов'язана ще й з тим, що співвідношення C : N у їхніх коренях дорівнює 10 : 1 – 15 : 1 (є оптимальним), тоді як у коренях та соломі зернових культур суцільного посіву співвідношення вуглецю й азоту значно ширше – C : N = 35 : 1-50 : 1. Широке співвідношення вуглецю і азоту є причиною зменшення врожаю тих культур, під які у ґрунт заорюють солому, тому що азот, який міститься в ґрунті, споживають мікроорганізми, що беруть участь в її розкладі. Інакше кажучи, мікроорганізми виступають конкурентами культурних рослин відносно поживних речовин. Саме тому рекомендується під час заорювання соломи вносити у ґрунт по 10 кг діючої речовини азоту на кожну її тону.

За умов заорювання соломи у ґрунт перевагу слід віддавати аміачним, а не нітратним формам добрив, тому що аміачні форми швидше і найдовше закріплюються в ґрунті за рахунок фіксації у складі гумусових речовин.

Фосфорні та калійні добрива впливають на балансу гумусу опосередковано: за рахунок покращення живлення рослин та наростання біомаси поживно-корневих рештків, зменшення кислотності ґрунту.

Основою регулювання колообігу речовин у землеробстві й досягнення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах є раціональне застосування *органічних добрив*, які є безпосереднім джерелом надходження органіки в ґрунт, що підлягає процесам мінералізації і гуміфікації. Коефіцієнт гуміфікації органічних добрив становить 0,2-0,4.

За сумісного внесення органічних і мінеральних добрив у ґрунті гумусу нагромаджується на 10-15 % більше, ніж при використанні лише органічних. За внесення гною на різних ґрунтах значення коефіцієнта гуміфікації менше на дерново-підзолистих, карбонатних чорноземах та інших ґрунтах, багатих гумусом.

На коефіцієнти гуміфікації органічних добрив значно впливає норма їх внесення в ґрунт. З підвищенням норм органічних добрив посилюється мінералізація органічної речовини при одночасному пониженні інтенсивності гумусоутворення. (табл.2.10).

Підвищення напруженості мінералізаційних процесів при вне-

сенні високих норм органічних добрив може залежати і від рівномірності внесення добрив. Тільки при рівномірному розподілі в масі ґрунту органічних речовин гною можна досягти найбільшого виходу новоутвореного гумусу.

Таблиця 2.10

*Динаміка коефіцієнтів гуміфікації гною залежно від норм та тривалості застосування в 0-20 см шарі ґрунту*  
(Нечипоренко О.С., 1985)

Норма гною, т/га	Період застосування гною		
	1931-1936	1931-1957	1931-1975
<i>Внесено органічної речовини (у перерахунку на суху речовину), т/га</i>			
20	30	95	180
40	60	160	340
80	120	320	680
<i>Збереглося органічної речовини, (% від сумарно внесеної)</i>			
20	30	31	12
40	45	26	11
80	37	14	8

Найефективніша норма внесення гною в Лісостепу і Поліссі під просапні культури – 30-50 т/га, під озимі – 20-30, в Степу - відповідно 30-40 і 20-25 т/га. Збільшення рекомендованих норм супроводжується значним зменшенням (у 1,5-2 рази) окупності витрат і рентабельності, погіршенням якості продукції культур, що вирощуються, а також негативними екологічними наслідками, пов'язаними із забрудненням середовища і погіршенням меліоруючої дії органічних добрив.

Дослідження процесів гуміфікації та мінералізації рослинних субстратів показує, що кожному агротехнічному заходу відповідає свій рівень самостабілізації гумусу, причому норми органічних речовин повинні нарощуватися за тим же законом, за яким відбувається розклад. Намагання форсувати цей процес збільшеними нормами ор-

ганічних добрив не призведе до бажаних результатів у зв'язку із різким збільшенням процесів мінералізації.

Значно впливає на процеси гумусоутворення спосіб внесення органічних добрив у ґрунт: при поверхневому - посилюються мінералізаційні процеси, при заорюванні - зменшуються. При внутрішньоґрунтовому надходженні органічних речовин включення продуктів їх розкладу в гумусові речовини у 2-3 рази більше, ніж при поверхневому. Зменшення мінералізації органічної речовини й збільшення питомої ваги процесів гуміфікації до 50% можна досягнути в умовах заорювання органічних добрив вглиб орного шару плугом із передплужником.

Істотно впливає на гумусний стан ґрунтів внесення кальційвмісних сполук - вапна і гіпсу. Вапнування ґрунтів позитивно впливає на склад гумусу, особливо у дерново-підзолистих, збільшуючи вміст у ньому гумінових кислот, розширюючи співвідношення ГК : ФК.

На вапнованих ґрунтах складаються сприятливіші умови для новоутворення гумусових речовин та їх закріплення в ґрунті (кальцій виступає елементом зв'язування ГК). Крім того, вапно зменшує кислотність ґрунтового розчину, що в свою чергу зменшує лабільність гумусу та покращує розвиток рослин і збільшує надходження в ґрунт поживно-коренових решток. Слід відмітити, що кальцій, внесений у вигляді гіпсу, краще, ніж вапно, закріплює гумус у ґрунті. Гіпсування на фоні застосування органічних добрив – іще більше посилює новоутворення і закріплення гумусу.

За тривалого сільськогосподарського використання ґрунту без добрив вміст гумусу знижується до певного рівня і надалі стабілізується. Причому основна частина процесів розкладу відбувається у відносно невеликій лабільній фракції ґрунтового гумусу, (в детриті і ГК1), яка й піддається безпосередньому регулюванню згаданими агротехнічними заходами.



### 2.5.4. Оцінка різних видів органічних добрив як джерел гумусоутворення

До органічних добрив належать:

- 1) підстилковий і безпідстилковий гній, гноївка, сеча, фекалії;
- 2) торф;
- 3) різні компости (торфо-гноєві, торфо-земляні, гноє-земляні, торфо-гноє-земляні, компости на основі органічних відходів та різних видів органічних добрив);
- 4) пташиний послід;
- 5) зелене добриво (сидерати);
- 6) мул;
- 7) сапропелі;
- 8) сажа та органічні відходи сільськогосподарського виробництва, промисловості, міські відходи;
- 9) стічні води та осади стічних вод.

Особливості позитивного впливу органічних добрив на процеси гумусоутворення та підвищення врожайності сільськогосподарських культур відображено на рис. 2.9.



Рис. 2.9. Функції органічних добрив у ґрунті

Якість органічного добрива характеризується коефіцієнтом гуміфікації (див. табл.2.11).

*Коефіцієнт гуміфікації* – та кількість органічної речовини (у % від її надходження у ґрунт (або частках від одиниці)), яка залишається у ґрунті у вигляді гумусу (гуміфікується).

Подібним показником до коефіцієнта гуміфікації є «*ефективна органічна речовина*» - це та її кількість, яка утримується у ґрунті один рік після внесення.

Таблиця 2.11

**Коефіцієнти гуміфікації деяких органічних матеріалів**

(М.М. Городній та ін., 2003)

Вид органічного матеріалу	$K_c$
Листя	0.20
Корені	0.35
Зелені добрива	0.25
Солома	0.30
Підстилковий гній	0.40-0.50

Розглянемо агрохімічні характеристики основних видів сучасних органічних добрив.

### **Гній**

Гній класифікується на види, залежно від технології його видалення та способу утримання тварин: підстилковий, безпідстилковий, рідкий, напіврідкий.

Гній називають *повним добривом*, оскільки до його складу входять усі основні елементи живлення: азот, фосфор, калій, кальцій, магній тощо. Складається гній із твердих та рідких екскрементів тварин та підстилки (якщо це підстилковий гній). Екскременти тварин містять майже всі зольні речовини, які були у кормах до їх перетравлювання (див. табл.2.12).

Хоча використання органічних добрив важливе з точки зору утворення органічної речовини, загальний вміст поживних елементів не дає уяви про їх доступність рослинам.

Склад гною значною мірою також залежить від способу його зберігання (табл. 2.13).

На великих тваринницьких фермах худобу утримують без підстилки. При такому утриманні одержують *рідкий гній* – суміш калу, сечі і технологічної води. Рідкий гній має вологість 83-97%. Хімічний склад рідкого гною залежить від виду і віку тварин, типу годівлі та способів видалення його з тваринницьких приміщень. У середньому нерозбавлений рідкий гній містить до 12% сухої речовини.

Таблиця 2.12

*Середній хімічний склад гноїв тварин (Дж. Брісс та ін., 1995)*

Види тварин	Суха речовина	Органічна речовина	Загальний вміст		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<i>Безпідстилковий гній (кг/т)</i>					
Корови	95	60	4,4	1,8	5,4
Телята	20	15	3,0	1,3	3,0
Поросята	85	60	6,5	4,0	5,2
Свині	60	40	4,0	3,7	3,6
Кури	160	90	9,0	8,3	5,6
<i>Підстилковий гній (кг/т)</i>					
Корови	240	140	5,5	3,5	6,0
Поросята	230	160	7,5	9,0	3,5
Кури (вологий)	320	230	12,5	15,0	11,0
Кури (сухий)	600	420	24,0	28,0	21,0
Бройлери	580	460	26,0	19,0	20,6
Грибний компост	400	200	7,0	6,0	9,0

У рідкому гною від 50 до 70% азоту міститься в аміачній формі і добре засвоюється рослиною. Решта азоту входить до складу органічних речовин (білка). Фосфор і калій використовуються рослинами так само, як і з мінеральних добрив.

Рідкий гній перед використанням знезаражують, оскільки у ньому патогенні мікроорганізми зберігаються дуже довго. Для знезараження використовують кілька систем:

Таблиця 2.13

Склад змішаного гною різного ступеню розкладу, %  
(М.М. Городній та ін, 2003)

Складова частина	Гній змішаний на солом'яній підстилці:		
	напівперепрілий (після 3-4 міс. зберігання)	перепрілий (після 5-8 міс. зберігання)	дуже перепрілий (понад 8 міс. збері- гання)
Вода	77,0	78,0	79,0
Органічна речовина	20,0	17,0	14,0
Азот загальний	0,55	0,60	0,98
у т. ч.			
- білковий	0,35	0,42	-
- аміачний	0,15	0,12	-
Фосфор	0,25	0,30	0,58
Калій	0,70	0,75	0,90

1) систему хлорування гною у збірному резервуарі насосної станції;

2) систему, розраховану на приготування компостів із біотермічним прогріванням, що складаються із таких компонентів (у масових частинах):

Фекальні маси	-1
Торф (вологість 40-45%)	- 0,75
Фосфоритне борошно	- 0,04
Суперфосфат	- 0,02
Калійна сіль	- 0,02.

Використовувати тверду фракцію для удобрення культур можна тільки після біотермічної обробки у буртах протягом одного місяця влітку і протягом двох – узимку. Коли температура в рідині бурта досягне 60-70°C, вважають, що біотермічна обробка почалася.

Важливе значення має встановлення оптимальних норм внесен-

ня безпідстилкового гною. Занадто низькі норми (до 20 т/га) призводять до зниження приросту врожаю порівняно з оптимальними, а високі – до забруднення навколишнього середовища. Прирости врожаю від помірних норм рідкого гною є вищими порівняно з підстилковим, що пов'язано з неоднаковим засвоєнням рослинами азоту добрив. Оптимальні норми внесення безпідстилкового гною коливаються у межах 150-300 кг/га за еквівалентним вмістом загального азоту.

### Сапропель

*Сапропель* - це донні відклади прісноводних водоймищ, які є органо-мінеральними комплексами речовин, котрі утворилися внаслідок перебігу біохімічних, мікробіологічних та фізико-механічних процесів із решток рослинних і тваринних організмів, котрі заселяли водойму, а також привнесених водою та вітром органічних і мінеральних сумішей.

Сапропель добувають в умовах відновлення заболочених водоймищ. Зовні сапропель має вигляд желеподібної однорідної маси, яка у верхніх шарах за консистенцією наближається до сметаноподібної, а у нижніх, щільніших, може добре різатися ножом.

Однією із відмінних ознак сапропелю є колоїдна структура. Вологість сапропелю – 60-97%, що пояснюється здатністю органічних колоїдів поглинати значну кількість води. Суха речовина сапропелю складається із органічної речовини і золи. Склад органічної маси сапропелю різних місць значно відрізняється і коливається у певних межах (див. рис. 2.10).

Азот сапропелю представлений, в основному, важкорозчинними високомолекулярними сполуками, міцно зв'язаними із гуміновими речовинами.

Однією із головних класифікаційних ознак сапропелю є зольність, яка у середньому коливається від 20 до 60%; верхня межа зольного залишку – 85%, нижня – 4-7%. Особливо цінний сапропель, який містить менше, ніж 10% золи. Основними компонентами золи сапропелю є: оксид кремнію, карбонат кальцію, оксиди магнію, заліза, алюмінію, фосфору, марганцю, натрію (табл. 2.14).

Оптимальною дозою є 600-1000 кг/га. Сапропелєві добрива, на

відміну від інших органічних добрив, після розподілу по полю можна заробляти в ґрунт на 3-7 добу.



Рис.2.10. Орієнтовний склад органічної речовини сапропелю, %

Таблиця 2.14

*Характеристика сапропелю Нечорноземної зони (В.Б. Львів)*

Сапропель	Вологість, %	Кислотність (рН)	Вміст азоту N, %	Зольність, %	Склад золи, % (у перерахунку на суху речовину)			
					СаО	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Органічний	9,3	3,2-8,2	2,9	20,5	2,1	1,6	1,7	0,18
Органо-глинистий	89,5	3,0-8,0	2,1	46,5	2,6	2,7	3,4	0,24
Органо-вапняковий	84,7	6,0-8,5	1,8	45,8	18,2	3,8	1,8	0,45
Вапняковий	73,2	6,6-8,5	1,3	56,1	36,6	1,8	1,7	0,18

Сапропель є не тільки добривом, а й меліорантом слабкокультурених ґрунтів, тому ефективність застосування сапропелю на піщаних і супіщаних ґрунтах значно вища, ніж на ґрунтах важчого гранулометричного складу.

**Торф**

Торфи неоднакові і різняться за ботанічним складом, ступенем мінералізації та зональністю. Залежно від типів торфових боліт розрізняють верховий, низинний і перехідний торф. Хімічний склад торфів наведено у табл. 2.15.

Торфи цінні тим, що містять багато азоту, але здебільшого він перебуває у формі органічних сполук, важкодоступній для рослин. Лише під впливом мікробіологічних процесів він переходить у легкодоступні форми.

Щодо вмісту фосфору, то, як правило, його в торфах недостатня кількість, але трапляються віванітові торфовища із вмістом фосфору до 20%. Такі торфи після провітрювання можна використовувати як фосфорне добриво. Калію в торфах зовсім мало, що пов'язано з їх органічним походженням, а калій – невід'ємна складова мінералів.

Таблиця 2.15

*Хімічний склад різних видів торфу, % сухої масової частки  
(за даними УААН)*

Вид торфу	рН	Зольність	Азот		Фосфор (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		Калій (K <sub>2</sub> O)	Кальцій (CaO)	Магній (MgO)
			загальний	білковий	загальний	розчинний			
Очеретяно-осоковий	6,8	13,7	1,97	1,73	0,36	0,04	0,12	2,48	0,03
Осоковий із домішкою гіпсу	4,0	13,8	2,42	1,69	0,27	0,02	-	0,9	0,07
Сфагновий	3,1	24,5	1,22	1,07	0,17	0,01	0,07	0,17	0,05

Для знешкодження різних сполук (закисних форм заліза та ін.), що містяться у торфі та негативно впливають на сільськогосподарські культури, свіжий торф перед внесенням необхідно провітрювати протягом 2-2,5 міс.

Слаборозкладений торф є добрим підстилковим матеріалом для тварин. Більш розкладений і мінералізований торф краще використовувати для приготування компостів. Торф для підстилки має містити не більше 45-50% вологи, а для компостування - 55-60%.

#### Пташиний послід

Пташиний послід є швидкодіючим та високоефективним добривом. Найбільше поживних речовин у посліді курей (табл. 2.16). Азот тут перебуває у формі сечової кислоти, яка швидко розкладається до аміаку й оцтової кислоти (до 50% за два місяці зберігання посліду). Для зменшення втрат азоту треба застосовувати торфову підстилку, а послід при зберіганні перешаровувати сухим торфом у кількості 15-20% його маси або суперфосфатом (5-10%).



Таблиця 2.16

**Хімічний склад пташиного посліду, % маси сирової речовини**

(М.М. Городній та ін, 2003)

Послід	Вода	Азот	Фосфор ( $P_2O_5$ )	Калій ( $K_2O$ )	Кальцій ( $CaO$ )	Магній ( $MgO$ )
Курячий	56	1,6	1,5	0,8	2,4	0,7
Качиний	70	0,7	0,9	0,6	1,1	0,2
Гусячий	76	0,5	0,5	0,9	0,8	0,2

Пташиний послід використовується для удобрення цукрових буряків, льону та інших культур і вноситься під оранку або культивуацію.

Нині промислово виробляють *гранульований пташиний послід «купогран»* із такими показниками: розмір гранул – 0,5-10,0 мм, масова частка вологи – не більше 14,0%, вміст поживних речовин становить: загального азоту – 3,0%, фосфору ( $P_2O_5$ ) – 2,0%, калію ( $K_2O$ ) – не менше 1,0 %. У складі «купограну» не допускається вміст бактерій родини кишкових, споротворних мікроорганізмів, золотистого стафілокока і патогенної мікрофлори. Гранульований пташиний послід використовується для вирощування всіх сільськогосподарських культур – овочевих, декоративних, а також квітів. Вносять «купогран» навесні на глибину 10-12 см, а також поверхнево під рослини з інтенсивним поливанням водою.

**Сеча і гноївка**

Ці добрива містять, в основному, азот і калій, які легко й швидко засвоюються рослинами (див. табл.2.17).

Таблиця 2.17

**Макроелементний склад сухої речовини сечі тварин**

(М.М. Городній та ін., 2003)

Вид тварин	Вміст елементів живлення рослин, % на суху речовину		
	N	$P_2O_5$	$K_2O$
ВРХ	0,6	0,1	0,5
Коні	1,5	0,01	1,6
Свині	0,5	0,07	0,9

Гноївка, що виділяється при зберіганні гною, містить до 0,22% N, 0,01% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> і 0,46% K<sub>2</sub>O.

Поживні речовини у сечі і гноївці перебувають у легкодоступних формах. Щоб зберегти аміак, сечу і гноївку відводять у сечозбірники, ізольовані від доступу повітря. Для зменшення втрат азоту сечозбірник заповнюють відпрацьованим тракторним маслом (з розрахунку 3 л на 1 м<sup>2</sup> поверхні сечі) або марганцевими шламами (5 г шламів на 1 л сечі). Такі домішки інактивують уреазу і сприяють збереженню азоту.

Взимку сеча використовується для приготування різних компостів, навесні – для підживлення озимини перед боронуванням, улітку сечею підживлюють цукрові буряки після проривання, а також картоплю відразу після появи сходів. Гноївкою можна підживлювати луки й пасовища. Для збалансування вмісту поживних елементів у сечу та гноївку доцільно додавати фосфорні, а іноді й калійні добрива.

### **Зелене добриво (сидерати)**

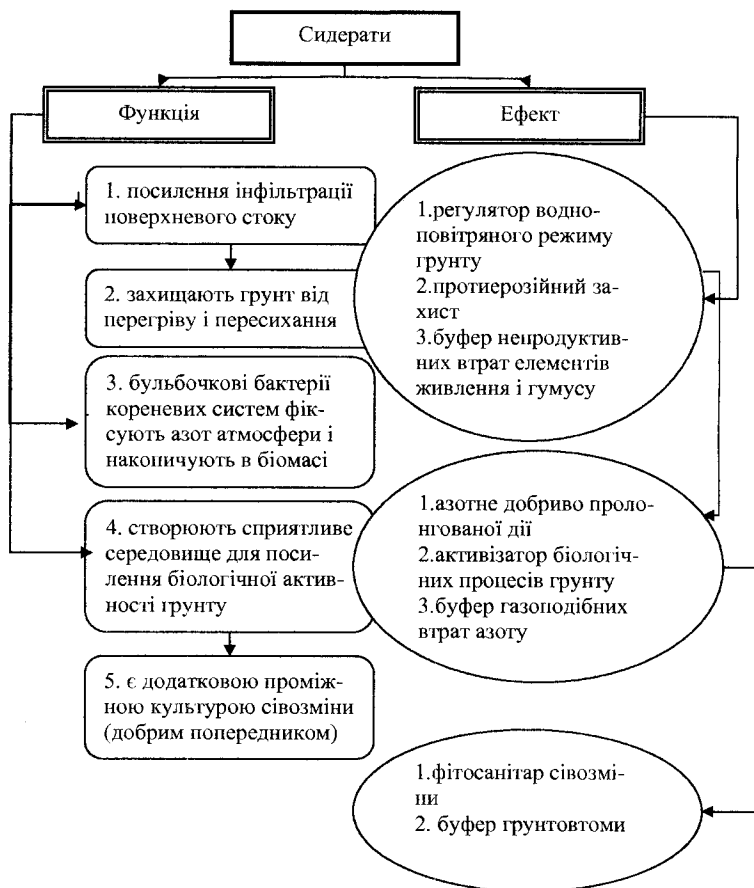
**Зеленим добривом** називають зелену масу рослин, яку заорюють у ґрунт для підвищення його родючості.

При використанні зеленого добрива на супіщаних і легкосуглинкових ґрунтах підвищується вміст гумусу, покращується комплекс фізико-механічних властивостей та водний режим, зменшується кислотність і уповільнюється рухомість алюмінію, а у ГВК збільшується сума увібраних основ.

Процес внесення зелених добрив у ґрунт називають **сидерацією**, а рослини, які висівають спеціально для використання на зелене добриво – **сидератами**.

Відразу після сходів сидерати починають «працювати» на родючість ґрунту (див. рис. 2.11). Рослини, розміщені після сидератів, дають більш якісну продукцію, особливо льон, картопля, овочі.

Зелене добриво та рослинні рештки, так само, як і гній є важливим джерелом для синтезу органічної речовини ґрунту. На зелене добриво здебільшого висівають бобові рослини, іноді гірчицю й гречку. Найкращим зеленим добривом для бідних піщаних ґрунтів є люпин. Розрізняють *самостійну, проміжну (підсівну, післяукісну, поживну), отавну й укісну* форми використання люпину на зелене добриво.



**Рис.2.11. Позитивні ефекти сидерації**

Перед сівбою на зелене добриво насіння люпину обробляють нітрагіном, щоб забезпечити кращий розвиток бульбочкових бактерій-фіксаторів атмосферного азоту. Найбільш оптимальною для заорювання люпину є фаза бобів – фаза максимального нагромадження азоту. Оптимальним строком заорювання люпину під озимі є не менше 15 діб до сівби на піщаних ґрунтах та не менше 20-25 діб – на більш зв'язних ґрунтах.

До заорювання нагромаджується по 160-350 ц/га зеленої маси люпину, яка містить від 80 до 175 кг/га азоту. Чим більше заорано люпину в ґрунт, тим вищою буде врожайність наступної культури (табл. 2.19).

Таблиця 2.18

**Хімічний склад зелених добрив**  
(Анонімоус, 1980; В. Нінен та ін., 1995)

Культура	Урожайність сухої речовини, (кг/га)	Загальний N (% сухої речовини)
Конюшина біла	3500	-
Райграс (італійський)	4500-5000	1,65-1,76
Вика	3000-4500	2,42-3,60
Гірчиця	3500-6500	1,63-2,82
Люцерна	4500-6500	-
Фацелія	3500-6000	1,44-1,85

Таблиця 2.19

**Вплив зеленої маси люпину на врожайність  
сільськогосподарських культур**  
(за даними Поліської дослідної станції\*)

Заорано зеленої маси, т/га	Урожайність, ц/га		
	озимого жита (зерно)	картоплі (бульби)	гречки (зерно)
Без добрив (контроль)	6,5	44,5	2,2
18	11,1	93,5	6,0
32	13,4	137,3	8,0
54	15,2	160,8	11,0

За умов заорювання зеленої маси люпину доцільно вносити додатково фосфорно-калійні добрива, що сприятиме створенню для наступної культури кращого співвідношення між азотом, фосфором і

калієм. При застосуванні *проміжної і отавної* форм сидерації люпином окремої площі не займають, а намагаються раціональніше використати проміжки між посівами двох культур.

**Рекомендації до проведення сидерації:**

1) під час загортання сидератів рекомендується внести фосфорні і калійні добрива з розрахунку 40-60 кілограмів діючої речовини на гектар;

2) найдоцільнішим є використання сидератів разом із 50% норми органічних добрив, що дає найбільшу їх ефективність;

3) найкращі результати дають такі види сидератів: люпин, олійна редька, гірчиця, олійна редька з житом, буркун, фацелія, зернобобові сумішки ярих культур;

4) найбільшу ефективність сидерація дає у поєднанні із поверхневим обробітком ґрунту.

**Факти:**

*За надходженням азоту в ґрунт 20 т зеленої маси бобових рівноцінні 20 тонам гною, а стільки ж хрестоцвітих культур – 15 т. За рахунок фотосинтезу рослина створює близько 95% сухої речовини, решта – бере з ґрунту. За повного використання сидератів на зелене добриво всі 95% маси, одержаної від фотосинтезу, і 5% з ґрунту вносимо у ґрунт.*

**Вермикомпост**

**Вермикомпост (біогумус)** – високомолекулярна органічна сполука, яка утворилася внаслідок переробки дощовими черв'яками органічних речовин (гною, соломи, листя, решток силосу, сіна, відходів харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства, птишиного посліду) і виділилась у навколишнє середовище з травного каналу черв'яків.

Вермикомпост за своєю молекулярною структурою подібний до гумусу – так само має циклічну структуру та аліфатичні ланцюги. Тому його називають біогумусом. Вермикомпост – це капроліти черв'яків, збагачені поживними речовинами.

Підбираючи корм, можна регулювати вміст і властивості вермикомпосту. Складний конгломерат вермикомпосту найкраще розді-

лити на ряд груп і фракцій, які відрізняються одна від одної за молекулярною масою і хімічним складом. Залежно від способу екстракції, можна виділити такі фракції: гуміни, гумінові кислоти, фульвокислоти, гематомеланові кислоти. Особливої уваги заслуговує вміст гумінів. Крім згаданих органічних сполук, у складі вермикомпосту є пігменти, вітаміни та деякі інші сполуки.

***Агрохімічна, фізико-хімічна характеристика вермикомпосту як добрива пролонгованої дії.***

Дослідженнями встановлено, що вермикомпост має багатосторонній позитивний вплив на агрохімічні, фізико-хімічні і біологічні властивості ґрунту, що зумовлено трьома основними факторами:

1) багатою флорою бактерій, яка у 100 разів перевищує ту, що міститься у гною тварин, який вважається одним із найкращих натуральних добрив (до 2000 млрд. колоній у 1 г перегною, 150-350 млн - у гною) та відсутністю патогенної мікрофлори;

2) вмістом більшості необхідних для рослин хімічних елементів живлення (макро-, мікро- і ультра- елементів) у засвоюваній формі;

3) кислотністю  $\text{pH}=6,8\dots7,2$ , яка створює у ґрунті умови, які утруднюють розвиток хвороб.

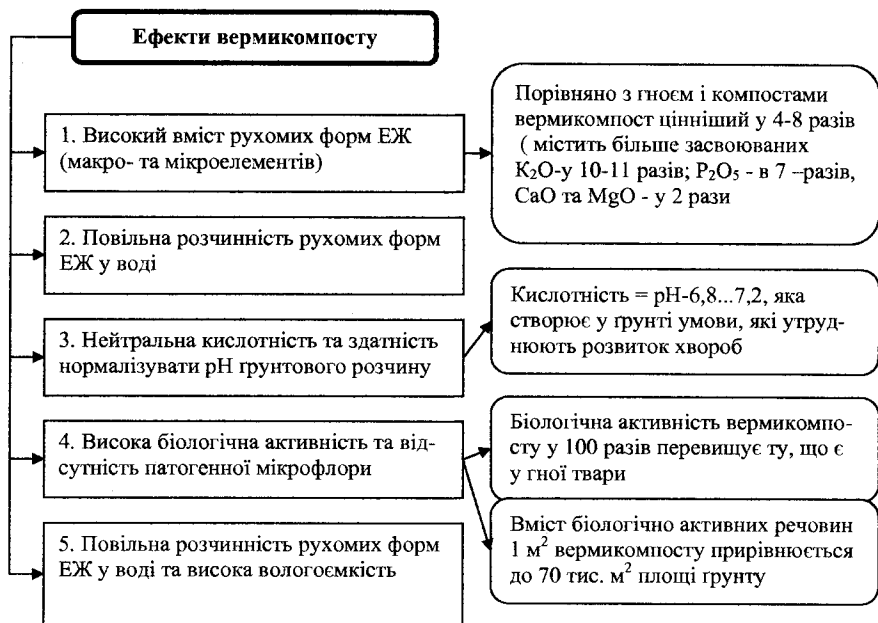
Екологічні ефекти вермикомпосту як добрива наведено на рис. 2.12.

Вермикомпост здатен утримувати до 70% води і у 15-20 разів ефективніший за будь-яке органічне добриво.

Осереднені агрохімічні властивості вермикомпосту наведено в табл. 2.20.

Елементи живлення вермикомпосту перебувають у органічній формі, надійніше зберігаються від вимивання і є джерелом пролонгованої дії його в якості добрива.

*Якість вермикомпосту* визначається вмістом у ньому гумінових кислот, азоту і співвідношенням їх із фульвокислотами. Гуматний та фульватно-гуматний тип вермикомпосту сприяє поліпшенню фізичних властивостей ґрунту за рахунок формування у ньому агрономічно цінної структури.



*Рис.2.12. Позитивні ефекти вермикомпосту як добрива*

Перед внесенням вермикомпосту ґрунт готують так: орють на глибину 30-35 см; боронують; вермикомпост вносять після випадання опадів або після штучного зрошення. Після внесення вермикомпосту бажано знову провести зрошення. Удобрене вермикомпостом поле залишають на 3-6 місяців під пар.

Дози внесення вермикомпосту залежать від вмісту поживних речовин, органічної маси у ґрунті, виду сільськогосподарської культури. У середньому оптимальними дозами є 3-3,5 т чистого вермикомпосту і 4-5 т неочищеного на 1 га площі, при сівбі локально по 250-300 кг/га. Максимальна доза становить 4 т/га.

Застосовують три основні способи внесення вермикомпосту: рівномірне розсіювання крупної фракції по поверхні ґрунту під культивуацію сівалкою для мінеральних добрив; підживлення (кореневе і позакореневе); локальне внесення біогумусу в рядки при сівбі, висаджуванні насіння, розсади, дерев.

Таблиця 2.20

## Агрохімічні властивості вермикомпосту

(М.М. Городній та ін, 2003)

№ п. п.	Агрохімічний показник	Розмірність	Межі коливань показника
1	Кислотність	pH	6,5...7,2
2	Вологість	%	40-50
3	Бактеріальна форма	млрд. колоній у 1 г	до 20 000
4	Вміст сухої органічної маси	%	40- 60
5. Вміст	гумусу	% на суху речовину	10-12
	загального азоту		0,9-3,0
	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		1,3-2,5
	K <sub>2</sub> O		1,5-2,5
	кальцію		4,5-8
	магнію	мг/кг сухої речовини	0,5-2,3
	заліза		0,2-2,5
	міді		3,5-5,1
	марганцю		60-80
	цинку		28-35

Вермикомпост можна використовувати для реанімації малопродуктивних ґрунтів. Із цією метою на таких ґрунтах його вносять у дозі 3 т/га через кожні 4 роки. Процес відновлення вермикомпостом рекомендується для ґрунтів виснажених, але тих, які ще не втратили родючості.

Для деяких культур, наприклад тепличних, при вирощуванні розсади доцільніше використовувати рідкі екстракти. Рідкий вермикомпост містить у доступній для рослин формі макро- і мікроелементи, амінокислоти, гумінові кислоти, ензими, рослинні гормони, антибіотики.



## 2.6. Збалансування поживного режиму ґрунту

### 2.6.1. Умови збалансування поживного режиму ґрунту

**Поживний режим ґрунту** – сукупність фізико-хімічних та біологічних показників, що визначають багаторічно усталену здатність ґрунту задовольняти вимоги рослин щодо елементів мінерального живлення.

Поживний режим (ПР) ґрунту, як і родючість, характеризується показником ефективного ПР та потенційного ПР. Ефективний ПР виражається у тій кількості елементів живлення, які доступні рослинам впродовж періоду вегетації, а потенційний ПР – в тій кількості елементів живлення, що можуть бути доступними рослині впродовж цього ж періоду за певних умов регулювання родючості ґрунту (покращення інших режимів ґрунту).

Ефективний поживний режим ґрунту виражається запасами рухомих (доступних) форм елементів живлення в ґрунті – легкокорозчинних форм, які визначають спеціальними аналізами (наприклад, азоту легкогідролізованих сполук, обмінного калію, рухомих сполук фосфору). Ефективний режим можна регулювати безпосередньо внесенням у ґрунт добрив.

Потенційний поживний режим ґрунту виражається валовими запасами елементів живлення в ґрунті (як доступних рослинам впродовж періоду вегетації, так і недоступних). Потенційний ПР ґрунту також можна регулювати застосуванням добрив.

Нормальний ріст та розвиток рослини можливий лише за умов забезпечення усіх факторів розвитку (див. рис.2.13). Людина може регулювати ці фактори в значній мірі, якщо рослина вирощується в умовах закритого ґрунту (теплиця. тощо). Проте в польових умовах ці завдання суттєво ускладнюються.

Регулювання поживного режиму ґрунту здійснюється *заходами прямого впливу* - система застосування добрив (СЗД), а також рядом агротехнічних заходів *непрямого впливу*, таких як сівозміна, меліорації ґрунту (агрохімічні, агрофізичні, біологічні, гідротехнічні, лісотехнічні, лукопасовищні тощо).

Агротехнічні заходи спрямовані на створення умов посилення фотосинтезу, що забезпечує отримання високого врожаю.

Рослини в процесі фотосинтезу використовують певний спектр – *фотосинтетично активну радіацію* (ФАР), що становить близько 50% усієї енергії інтегральної сонячної радіації. За умов, коли ККД ФАР у період вегетації перевищує 2-5%, припускають, що врожаї будуть високими.

Ефективне регулювання мінерального живлення рослин ґрунтується на розумінні реальних фізико-біологічних процесів. Усвідомлення значення окремих мінеральних елементів в обміні речовин рослини, значення процесів їх надходження і пересування дає можливість цілеспрямовано впливати на життєдіяльність рослин метою одержання високих і сталих урожаїв бажаної якості.



Рис. 2.13. Основні фактори росту і розвитку рослин

В рослині виявлено близько 78 елементів із 108 відомих у природі. Вважають, що для нормального росту і розвитку рослині необхідно близько 15 елементів: С, О, Н, N, P, К, Са, Mg, Fe, S, Cu, В, Мо, Zn, Mn. Елементи Li, Ag, Sr, Cd, Al, Si, Ti, РЬ, Сг, Se, F, Ni належать до умовно необхідних.

За вмістом у рослинному організмі *елементи живлення* поділяють на три групи (М.М. Городній та ін., 2004):

➤ *макроелементи* – хімічні елементи, що містяться в рослинах у значній кількості – від 0,01% до 10% від сирової маси рослинних тканин: С, О, Н, N, P, К, Са, Mg, Na, S, Cl;

➤ *мікроелементи* – хімічні елементи, що містяться в рослинах у кількості 0,0001% до 0,01%: Fe, Zn, I, В, Cu, Мо, Со;

➤ *ультрамікроелементи* – хімічні елементи, що містяться в рослинах у кількості менше 0,0001%: Cs, Au, Ra, Cd, Ag, Se, Be.

*Макроелементи* входять до складу більшості біохімічних сполук рослинного організму, які забезпечують його функціонування шляхом різних реакцій і протікання процесів біосинтезу та метаболізму.

*Мікроелементи* беруть участь в усіх життєво важливих процесах, таких як фотосинтез, дихання, окисно-відновні процеси, ферментативна діяльність, процесах росту і розвитку рослин, нуклеїновому та білковому обміні, у синтезі вітамінів та ростових речовин, регулюють стан протоплазми, надходження іонів. Мікроелементи виявляють себе як каталізатори багатьох біохімічних та фізіологічних процесів, або як регулятори окисно-відновних процесів – виступають або складовою, або активатором ряду ферментів. За наявності мікроелементів рослини краще поглинають із ґрунту інші поживні речовини.

Найбільша кількість хімічних елементів міститься у молодих рослинах. З віком кількість хімічних елементів зменшується. Осереднене співвідношення елементів живлення в рослинах –  $N : P_2O_5 : K_2O = 3:1:5$ , але в кожній окремій культурі це співвідношення істотно відрізняється.

Враховуючи роль елементів живлення у розвитку рослин, роз-

різняють два періоди. *Критичний період* – такий, за якого різка нестача, порушення співвідношення чи надлишок елементів живлення призводять до небажаних явищ у всіх наступних фазах росту і розвитку рослини.

*Період максимального поглинання* є періодом найбільшого засвоєння рослиною елементів живлення.

Особливо важливо забезпечити рослини елементами живлення в критичний період, який різко проявляється у молодому віці.

В період енергійного росту рослин елементи живлення надходять у них найінтенсивніше, в міру старіння рослин споживання елементів живлення уповільнюється. Якщо рослинний організм достатньою мірою забезпечений усіма елементами живлення, він легше пристосовується до несприятливих умов зовнішнього середовища.

Щоб збалансувати живлення рослин, потрібно знати, яку фізіологічну роль відіграє кожен елемент живлення, що дасть можливість зрозуміти, коли його краще вносити. Часто недостатні знання про фізіологічні функції ЕЖ, розбалансовані норми та строки їх застосування призводять до порушень живлення, які можна виявити за результатами рослинної діагностики та відкоригувати й попередити (див. табл.2.21).

Елементи живлення можуть посилювати засвоєння рослиною один одного, (синергізм), а можуть пригнічувати (антагонізм). Переважання антагонізму над синергізмом чи навпаки залежить від фізико-хімічних властивостей елементів, особливостей ґрунту та фізіологічних властивостей рослини (див. табл. 2.22).

Найвищу віддачу від добрив можна отримати в умовах комплексної діагностики живлення рослин. За рахунок ґрунтової, рослинної діагностики і агрометеорологічного прогнозу можна точніше встановити оптимальний рівень мінерального живлення на різних етапах органогенезу або фенофаз рослин.

Таблиця 2.21

## Фізіологічне значення елементів живлення рослин (за даними М.М. Городнього та ін, 2003)

Елемент	Критична концентрація (схильні до дефіциту культури)	Функції в організмі рослини	Симптоми та наслідки		Умови виникнення схожих симптомів дефіциту
			дефіциту	надлишку	
N	3,5% сухої речовини у листках (усі культури, особливо листові овочі)	Є складовою частиною органічних сполук - амінокислот, амідів та білків, нуклеїнових кислот та їх похідних, алкалоїдів, хлорофілу, регуляторів росту, ферментів та інших. У складі сухої речовини рослин його міститься від 1,5 до 5,0%.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- В першу чергу проявляється на листках, які закінчили ріст, тому що N відтікає із раніше утворених частин рослини в молоді, більш активні органи.</li> <li>- Уповільнюється ріст стебла, листків та коренів.</li> <li>- У більшості видів досить одноманітне поблідніння листків у бік пожовтіння, уповільнення росту та гілкування.</li> <li>- Пожовтіння листків (особливо нижніх) через розклад хлорофілу змінюється побурінням тканин і їх засихання, потім ці ознаки передаються на подальший ярус.</li> </ul> <p>Наслідки: у злаків укорочується суцвіття (колос зверху, волоть знизу) і виникає малоозерненість колосу; формується щупле, неповне зерно.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Викликає бурхливий ріст вегетативної маси, на таких рослинах не можуть закладатися репродуктивні органи.</li> <li>- Сприяє розвитку таких інфекційних захворювань, як: іржа, фітофтора та ін.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Холодна погода (пурпуровий або рожевий колір капустяних).</li> <li>- Пошкодження кореневої системи, наприклад, нематодою.</li> <li>- Посухи або замокання.</li> </ul>

Р	<p>0,35% сухої речовини у листках (усі культури (особливо овочі та плодово-ягідні))</p>	<p>- Входить до складу сполук, що відповідають за спадковість та перенесення генетичної інформації, беруть участь у процесах дихання, біосинтезі складних вуглеводів та фотосинтезі (нуклеїнових кислот, нуклеопротеїдів, фосфатидів, цукрофосфатів, фітину та лецитину).</p> <p>- Є складовою частиною багатьох макроергічних сполук (АТФ, АДФ та АМФ), які є фабриками енергії у рослинному організмі.</p> <p>- Мало впливає на накопичення білка у рослинах.</p> <p>- Підвищує частку генеративних органів у загальній біомасі врожаю.</p> <p>- Збільшує вміст крохмалю в продукції та цукру в коренеплодах, фруктах та овочах, а на накопичення білків впливає мало.</p> <p>- Покращує якість волокна у луб'яних культурах.</p>	<p>- Дефіцит фосфору починає виявлятися із старих нижніх листків: вони мають зелений колір із блакитним відтінком (за достатньої кількості азоту), але між жилками з'являються бурі плями, які згодом зливаються, і листок повністю засихає.</p> <p>- Часто на стеблі та листі утворюється фіолетово-червоний відтінок, а краї листкових пластинок загинаються догори.</p> <p>- У цілому рослини відстають у рості та сповільнюється їх онтогенез.</p> <p>Наслідки: в результаті легкого переміщення у молодих рослинах фосфору із старих тканин у молодші та акумуляції його більшої частини у насінні та плодах зменшується кількість плодів та погіршується їх дозрівання.</p>	<p>Відмічається рідко, оскільки надлишкові іони фосфору добре закріплюються у ґрунті у вигляді малорозчинних та нерозчинних сполук.</p>	<p>- Низькі температури.</p> <p>- Посухи.</p> <p>- Пошкодження кореневими комахами.</p> <p>- Токсичності алюмінію на кислих мінеральних ґрунтах.</p>
---	---	---	---	---	--

К	<p>2,0% сухої речовини (Всі культури, особливо зернові)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Концентрується у цитоплазмі та вакуолях у іонній формі, відсутній у ядрі.</li> <li>- Впливає на ідrataцію колоїдів цитоплазми, що допомагає крапцє утримувати воду і переносити посуху.</li> <li>- Підвищує зимо- і морозостійкість рослин та стійкість до грибкових і вірусних захворювань.</li> <li>- Посилює синтез високомолекулярних вуглеводів (целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин, ксиланів), що зумовлює потовщення клітинних стінок соломини злаків і підвищення стійкості до вилягання, а у коноплі та льону поліпшує якість волокна.</li> <li>- Посилює накопичення крохмалю в бульбах картоплі, сахарози - в коренеплодах буряків і цукрів - у плодах та овочах.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Для більшості культур це "обпалені" краї старих листків.</li> <li>- Укорочення міжвузлів у гороху.</li> <li>- Засихання і раннє відпадиння листків.</li> <li>- Обпалення листків може починатися з плямистості, хлорозу країв або колапсу мезофілу.</li> <li>Наслідки: - дефіцит калію порушує метаболізм у рослинах; ослаблюється діяльність деяких ферментів, погіршується вуглеводнево-білковий обмін, збільшуються втрати цукрів на дихання, що зумовлює утворення щуплого зерна, зниження схожості та життєздатності насіння;</li> <li>- недостатнє калійне живлення призводить до збільшення грибкових захворювань та погіршення лежкості, а також може призвести до «краєвого опіку» нижніх листків;</li> <li>- При хронічному калійному голодуванні призупиняється ріст стебел та міжвузлів, затримується дозрівання зерна та</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Викликає передчасне утворення і дозрівання плодів;</li> <li>- Плоди утворюються дрібні, а рослини низькорослі.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Пошкодження вітром.</li> <li>- Токсичності хлору (особливо при іригації або використанні води з водогонів).</li> <li>- Симптоми цих явищ частіше проявляються у молодих листків. Дія тіокарбаматних гербіцидів.</li> </ul>
---	---	--	---	--	---

			плодів.		
Fe	50 мг/кг сирого зразка (цитрусові, фруктові дерева, виноградники, бобові, кукурудза, томати, троянди і декоративні рослини)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Необхідний компонент багатьох ферментів у рослині.</li> <li>- Міститься у хлоропластах і бере участь у фотосинтезі та метаболізмі N і S.</li> <li>- Залучений у синтез хлорофілу.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Міжжилковий або рівномірний хлороз молодих листків, що призводить до всезростаючого пожовтіння і, навіть зі зростанням дефіциту, побіління.</li> <li>- На відбілених листках можуть з'являтися коричневі некротичні плями.</li> <li>- На дуже молодих листках зелений колір взагалі може бути відсутній, весь листок буде абсолютно білий.</li> <li>- Може стимулювати хлороз, який виявляється на молодих листках через малу рухомість Fe у рослині.</li> </ul> <p>У злаків хлороз виявляється у вигляді переможованих жовтих і зелених смуг вздовж листка. Дефіцит Fe часто викликає відмирання листків</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Надлишок заліза, магнію і марганцю в ґрунті часто є причиною нестачі для рослин інших елементів.</li> <li>- Надлишок марганцю викликає коричневу плямистість стебел та черешків листків картоплі, вони стають водянистими і ламкими, бадилля передчасно засихає.</li> <li>- Одночасно рослина зазнає голодування від нестачі Mg і Mo,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дефіциту марганцю, який може супроводжувати дефіцит заліза.</li> <li>- Певні гербіциди (паракват) можуть сприяти схожому відбіленню молодих листків.</li> </ul>
Mn	20 мг/кг сирого зразка (овес, пшениця, ячмінь, горох, вишня, цитрусові, соя,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Бере участь у вивільненні енергії з молекул, що її переносять.</li> <li>- Активізує розпад гормонів рослини.</li> <li>- Разом із Fe забезпечує</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Міжжилковий хлороз, який починається у нових листків, але далі розповсюджується й на інші, дуже тонкі жилки залишаються зеленими, утворюючи інтенсивну зелену сітку,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>надходження яких різко уповільнюється.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дефіцит Fe, Mg (пізніше ніколи не знайдете на молодих листках).</li> </ul>



	цукровий буряк, картопля)	<p>транспортування енергії, що необхідна для фотосинтезу.</p> <p>- Активізує процес засвоєння N.</p>	<p>хлоротичні плями можуть відбілюватися до білих.</p> <p>- На насінні гороху і бобів утворюються "болотні плями".</p> <p>- У видів із широкими листками жовті некротичні плями між жилками листка, які, у першу чергу, з'являються на молодих листках.</p> <p>- Сірувато-зелені точки і смуги на базальному боці листків (трава, зернові).</p> <p>Наслідки: -дефіцит Mn призводить до зниження врожайності і низької якості врожаю через гальмування процесу засвоєння N.</p>		
Mg	0,2% (цукровий буряк, картопля, горіхи, хміль, виноград, парникові культури)	<p>- Основна функція – складова частина системи переносу енергії.</p> <p>- Основна складова частина хлорофілу.</p> <p>- Активізує фермент, який каталізує участь CO<sub>2</sub> у процесі фотосинтезу.</p>	<p>- Міжжилкове пожовтіння старих листків, їх відмирання і опадання у випадку сильного дефіциту Mg.</p> <p>- Хлорозні плями вздовж листкової пластинки у злаків.</p>		Вірусні інфекції.
Ca	сильно коливається	<p>- Бере участь у вуглеводному і азотному обміні.</p> <p>- Забезпечує проникність клітинних стінок</p>	<p>- Навіть при незначному дефіциті кінці коренів перестають рости, коротшають, нагадуючи обручки.</p>	Знижує доступність для рослин Mn, Fe та інших елементів.	<p>- Підморожування (обпалені краї листків).</p> <p>- Обробіток бен-</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Інколи спостерігається надмірне галуження коренів.</li> <li>- За гострого дефіциту кальцію корені відмирають.</li> <li>- Уповільнюється ріст підземних органів.</li> <li>- Листя дрібнішає, на ньому утворюються некротичні плями.</li> </ul> <p>Наслідки: уловільнення росту і розвитку рослини, в'янення, зменшення кількості та погіршення якості плодів.</p>		зонітрілом (листки стають чашкоподібними і приклеюються один до одного).
Zn	20 мг/кг сирого зразка (Кукурудза, хміль, квасоля, льон, зелені овочі, виноград, яблуни і груші)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Каталізатор у багатьох ферментних системах.</li> <li>- У складі ферментів бере участь у метаболізмі крохмалю і азоту.</li> <li>- Контролює синтез амінокислоти триптофану (попередника ауксину, регулятора росту).</li> </ul>	<p>Дуже специфічні для різних культур.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- У більшості випадків короткі міжвузля і хлоротичні області у старих листках, дрібні жовті крапки, а на траві - жовті хлорозні міжжилкові смуги.</li> <li>- У фруктових дерев - відмирання бруньок і пагонів після першого року, опадання листя.</li> <li>- Затримання росту і порушення клітинних функцій</li> </ul>	Володіє антагонізмом відносно Са, Mg, P, тому надлишок Zn зменшує рухливість цих елементів у ґрунті та доступність їх рослинам	Дефіцит Mg, Са, P.
Cu	5 мг/кг сирого зразка (злаки, цитрусові, яблуни,	- В основному у складі білків зелених клітин відповідає за зв'язування сонячної енергії.	Дуже відрізняються для різних видів рослин і значно знижують врожай моркви без видимих зовнішніх ознак.	При нестачі міді на листках з'являються білі хлорозні плями	Дефіцит Zn., Mg, Са, P.

	груші, зелені овочі, рис, люцерна)	<p>- Поряд із Zn активізує фермент, що попереджує руйнування клітин рослин.</p> <p>- Бере участь у процесі метаболізму білків і вуглеводів.</p>	<p>- Молоді листочки стають сіривато-зеленими, хлоротичними і навіть білими з деяким в'яненням, а ріст сильно уповільнюється.</p> <p>- Хлороз і згортання листків унаслідок відмирання їх кінчиків.</p> <p>Наслідки: - послаблення зав'язі у злаків - зменшення врожайності при відсутності видимих ознак дефіциту;</p> <p>- зменшення вивільнення пилкових зерен, яке призводить до меншого запилення квіток і зниження врожайності;</p> <p>- «звисання» гілок крони у дерев і вилягання у злаків (низький врожай).</p>	(«біла чума»).	
S	0,2%	- Є одним із джерел побудови протеїнів клітини	<p>- Молоді листки однорідно золотисто-зелені (селера, квасоля, салат, овочевий горох, солонка кукурудза) або чашкоподібні і деформовані з дифузним міжжилковим хлорозом (капустяні і столовий буряк).</p> <p>- Листки стають негнучкими і піднятими, наприклад, у кормових бобів.</p>	При надлишку сірки листя поступово жовтіє з країв і скуйовджується, підвертаючись всередину. Потім буріє і відмирає. Іноді листя має жовтий, а	Дефіцит N, з тією лише різницею, що пожовтіння, яке відбувається поступово, починається з більш молодого листя. Листя, що при цьому пожовтіло, майже не обпадає.

	<p>5 мг/кг сирого зразка (Цукровий і кормовий буряк, овочі, яблуна, виноград, рапс, бобові, люцерна)</p>	<p>- Важливий компонент синтезу РНК і ДНК. - Приймає участь у синтезі гормонів. Прискорює транспорт цукрів.</p>	<p>- Неправильний розвиток апіксних точок росту. - Розтріскування стебел. - Внутрішній некроз стебел. - Загибель точки росту, закручування і почорніння нових листків із пригніченням росту верхівки. - Утворення великої кількості бокових пагонів. - Пустота стебла й міжжилковий хлороз у капустяних. - Чорнота серцевини турнепсу та виразкові чорні плями у столових буряків. Наслідки: - послаблюється діяльність гормонів і затримується транспорт цукрів; - затриманий розвиток пилку зменшує зав'язь, неправильно розвивається плід; - розтріскування стебел із внутрішнім некрозом робить рослини сприйнятливими до таких захворювань, як heat-rot у цукрового буряку.</p>	<p>бузково-бурий відтінок. - Утворення некрозу на листі та стеблах. - Гальмування росту і різке зниження врожайності. - У рослин огірків це виявляється в утворенні жовтої смуги на листках нижнього та середнього ярусів, потім відмирають крайові частини листка. - У рослин картоплі листя скручується у човник так само, як при надлишку хлору, краї листкових чашок буріють.</p>	<p>- Пошкодження стебловим шкідниками коренеплідів (виразки на коренеплодах столових буряків). - Використання бензомілових гербіцидів (убивають точку росту), гербіцидів, регуляторів росту (тріщини й коркуватість стебел, особливо капустяні).</p>
В					

Mo	0,1 мг/кг сирого зразка (трави пасовищ, бобові; злаки, цукровий буряк, томати, капуста)	Необхідний рослині для утилізації азоту і його фіксації у бобових <i>Rhizobium bacteria</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Дефіцит Mo схожий на дефіцит Cu (рослини погано ростуть і листки світло-зеленого кольору).</li> <li>- Старі листки стають хлорозними, потім симптоми виявляються по краю листка.</li> <li>- Жовті крапки на листках у citrusових - типовий вияв дефіциту Mo.</li> </ul>	Надлишок молібдену призводить до порушення засвоюваності міді, відповідно – до ознак нестачі цього елемента	<p>Пошкодження шведською мухою цвітної капусти, що призводить до скручування молодих листків і утворення пустоцвітів (повинні бути присутні личинки).</p> <p>- Раптове похолодання, яке може спричинити швидке утворення пустоцвітів, але без прогресуючого зменшення листової пластини.</p>
----	---	---	--	---	--

Таблиця 2.22

**Взаємодія між макро- та мікроелементами у рослинах***(М.М. Городній та ін, 2003)*

Елемент	Антагонізм	Синергізм
Ca	Al, B, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cs, F, Fe, Li, Ni, Pb, Sr	Cu, Zn, Mn
Mg	Al, Be, Ba, Cr, Mn, F, Ni, Cu, Co, Fe	Zn
P	As, Be, Cd, Hg, Ni, Pb, Rb, Se, Si, Sr	Al, B, Cu, F, Fe, Mn, Mo, Zn
K	Al, B, Hg, Ba, Cd, Cr, Mn, Mo, Rb	-
S	As, Ba, Mo, Mn, Pb, Se	F, Fe
N	F	B, Cu, Fe, Mo
Cl	Br, I	-

*Збалансований поживний режим ґрунту забезпечить оптимізацію живлення рослин відповідно до їхніх вимог, які залежать від:*

- виду та сорту рослини (біологічних особливостей);
- місця культури в сівозміні (кожен попередник створює певний дисбаланс між елементами живлення в ґрунті);
- фази росту і розвитку (фаза визначає критичний період та період максимального споживання, а також вибіркочу потребу у різних елементах живлення);
- рівня родючості ґрунту (визначає забезпеченість рослин рухомими формами ЕЖ та умови їх надходження в рослину, лімітуючі ґрунтові фактори);
- метеорологічних умов періоду вегетації.

Виходячи зі сказаного, збалансований поживний режим ґрунту потрібно підлаштовувати під кожен окрему сільськогосподарську культуру сівозміни та сівозміну в цілому. Для цього потрібно знати потреби рослин у елементах живлення, їх динаміку впродовж періоду вегетації та результати ґрунтової діагностики. У іншому випадку в результаті отримаємо рослинну продукцію сумнівної якості та ознаки деградації ґрунту в напрямку дисбалансу елементів живлення. Тому

контроль балансу елементів живлення є одним із важливих етапів підтримки збалансованого поживного режиму ґрунту.

### **2.6.2. Баланс елементів живлення**

Для підтримання одночасно двох основних показників родючості ґрунту - збалансованого гумусового стану та поживного режиму ґрунту – велике значення має правильне поєднання органічних та мінеральних добрив. Доведено, що гній і мінеральні добрива, які вносять в еквівалентних нормах, на врожай впливають приблизно однаково, але при їх поєднанні в сівозміні рівень використання рослинами елементів живлення підвищується. Крім того, систематичне внесення гною дає змогу підтримувати кількість органічних речовин у ґрунті на певному рівні та швидше відновлювати порушений у ньому баланс поживних речовин.

**Баланс елементів живлення** – це математичний вираз їх колообігу в землеробстві й біосфері (різниця між величиною надходження елемента живлення в ґрунт та його виносом із ґрунту).

Баланс елементів живлення в землеробстві дає змогу вивчати винос їх з ґрунту з урожаєм та надходження в ґрунт із різних джерел і таким чином систематично контролювати та цілеспрямовано впливати на підвищення ефективної родючості ґрунтів внесенням добрив, хімічних меліорантів та інших засобів.

Нині контроль балансу ЕЖ здійснюють у двох напрямках, які взаємозв'язані та доповнюють один одного:

- 1) експериментальний – шляхом агрохімічних досліджень ґрунту;
- 2) розрахунковий – шляхом розрахунків на основі співставлення витратних і прибуткових статей ЕЖ в ґрунті (див. табл. 2.23).

Винос елементів живлення з урожаєм нестійкий і коливається залежно від удобрення, ґрунтових умов, сортових особливостей рослин, вологозабезпечення, співвідношення між основною та побічною продукцією тощо. Для визначення виносу елементів живлення з урожаєм рекомендують використовувати показники їх виносу, встановлені науково-дослідними установами.

Непродуктивні втрати азоту складаються переважно із газоподібних втрат і втрат внаслідок вимивання. Газоподібні втрати азоту пов'язані з мікробіологічними процесами денітрифікації, амоніфікації та нітрифікації та виділенням  $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_2$ . Загальні непродуктивні втрати азоту на чорноземних ґрунтах у середньому становлять 15%, на дерново-підзолистих – 20% від кількості азоту, яка внесена з мінеральними добривами.

Під час складання балансу фосфору та калію визначають лише винос їх з урожаєм.

Надходження елементів живлення у ґрунт відбувається переважно з органічними і мінеральними добривами, які вносять під культури сівозміни (див. табл. 2.23).

Таблиця 2.23

## Статті балансу елементів живлення

## Стаття балансу ЕЖ

витрати				надходження			
фактор	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	джерело	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1. Винос з урожаєм	+	+		1. Органічні добрива	+	+	+
2. Газоподібні втрати	10-15% - легкі ґрунти;	-	-	2. Мінеральні добрива	+	+	+
3. Інфільтрація	5-7% - зв'язні ґрунти	-	+ на легких ґрунтах	3. Насіння	+	+	+
4. Осадження	-	+	-	4. Атмосферні опади	Полісся: 5-7 кг/га; Лісостеп: 7-10 кг/га; Степ: 8 кг/га	-	-
				5. Фіксація бульбочковими бактеріями	40-50% ...70-75% біомаси бобової культури	-	-
				6. Фіксація вільноживучими мікроорганізмами	Полісся: 5 кг/га; Лісостеп: 10 кг/га; Степ: 8 кг/га		



У балансових розрахунках враховують також статтю надходження елементів живлення в ґрунт із насінням. Для цього використовують норми посіву культур та вміст у насінні азоту, фосфору і калію.

Надходження азоту в ґрунт із атмосферними опадами відбуваються переважно в аміачній формі і значно менше – в нітратній, яка утворюється внаслідок грозових розрядів. У середньому щороку з опадами в ґрунт надходить така кількість азоту, кг/га: Полісся – 5-7, Лісостеп – 7-10, Степ – 4. У районах із великою кількістю опадів і в промислових районах із підвищеним забрудненням повітря та мінералізацією атмосферних опадів надходження азоту в ґрунт може значно збільшуватися.

Надходження азоту в ґрунт за рахунок фіксації з повітря бульбочковими бактеріями бобових культур залежить від багатьох факторів. Різні бобові культури мають неоднакову азотфіксуючу здатність за рахунок біологічних особливостей. Бульбочкові бактерії багаторічних трав (еспарцет, люцерна, конюшина) фіксують 70-75% атмосферного азоту, гороху – 40-50%, люпину і кормових бобів – 60-65% загального азоту біомаси (І. Г. Захарченко та ін.). Кількість азоту в біомасі бобових культур залежить від урожаю та розмірів кореневої системи. За рік багаторічні трави (конюшина, еспарцет, люцерна) нагромаджують азоту в урожаї 150-300 кг/га; люпин, соя, кормові боби – 100-200; вика – 50-100 кг/га. Крім того, на азотфіксуючу здатність бобових культур впливають умови їх вирощування: вологість, температура, реакція ґрунту та наявність у ньому поживних речовин.

Атмосферний азот фіксують вільноіснуючі мікроорганізми (асоціативна фіксація) – бактерії, актиноміцети, дріжджові і плісеневі гриби. Під час складання вихідного господарського балансу можна користуватися такими середніми даними асоціативної фіксації, кг/га: Полісся – 5, Лісостеп – 10, Степ – 8.

Баланс елементів живлення у сівозміні або при вирощуванні окремих культур характеризується показниками, наведеними в табл. 2.24.

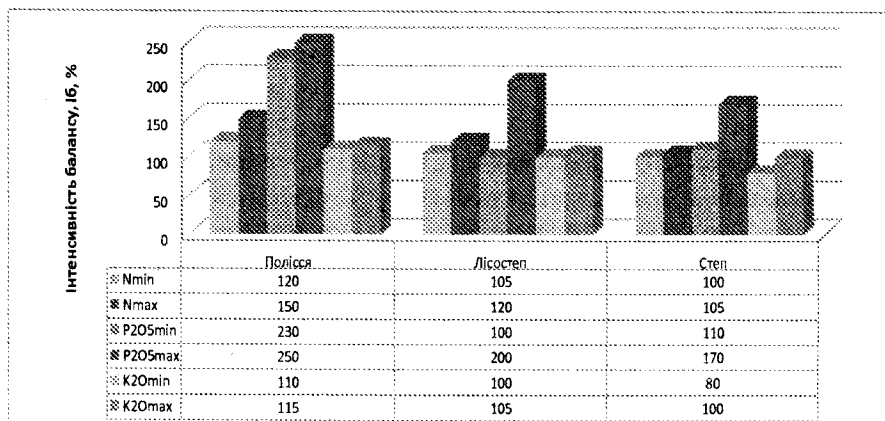
До застосування азотних добрив треба ставитися обережно, до-

тримуючись регламентів. Найголовніший із них – екологічно безпечний показник інтенсивності балансу ( $I_6$ ). За даними вчених, для азоту  $I_6$  не може перевищувати 105-110% при веденні землеробства на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах і 70-100 % – в зоні чорноземів. Що стосується фосфорних і калійних добрив, то для них цей показник варіює в залежності від вмісту у ґрунті рухомого фосфору і обмінного калію (рис. 2.14).

Таблиця 2.24

## Показники балансу елементів живлення

№ за п.	Показник	Суть	Формула розрахунку
1.	Баланс, ц	Різниця між надходженням та витратами елементів живлення зі всієї площі поля, сівозміни, господарства	$B_{ц} = (H - B) \cdot S$ ; H- сумарне надходження ЕЖ, ц/га; B- сумарні витрати ЕЖ, ц/га
2.	Баланс, кг/га	Різниця між надходженням та витратами елементів живлення на 1 га ріллі поля, сівозміни, господарства	$B_{кг/га} = (H - B)$
3.	Баланс, % до вносу	Відношення балансу ЕЖ до витрат ЕЖ, %. $B_{\%}$ вказує на % ЕЖ, який повертається ( $B_{\%} > 100\%$ ) або втрачається ( $B_{\%} < 100\%$ )	$B_{\%} = \frac{(H - B) \cdot 100}{B}$
4.	Інтенсивність балансу, %	Відношення надходження елементів живлення в ґрунт до витрат. $I_6$ вказує на величину компенсації витрат ЕЖ їх надходженням з добривами (компенсація відбулася, якщо $I_6 > 100$ )	$I_6 = \frac{H \cdot 100}{B}$
5.	Ємність балансу, ц/га (кг/га)	Сума витрат та надходження ЕЖ в ґрунт незалежно від того, включаються вони у колообіг уперше чи використовуються повторно.	$C_6 = H + B$



**Рис.2.14. Екологічно безпечні показники інтенсивності балансу основних елементів живлення в землеробстві**  
(Созінов О.О., Козлов М.В., Лана М.А., Тараріко Ю.О., 1996)

Такі величини  $I_6$  забезпечують високу продуктивність землеробства, розширене відтворення родючості ґрунтів та екологічну безпеку отримуваної продукції. Тому  $I_6$  поживних речовин слід вважати основним критерієм агроекологічної оцінки системи удобрення та рівня збалансування поживного режиму ґрунту.

Аналіз показників балансу дає змогу зробити висновки про стан застосування добрив у господарстві; про те, наскільки внесення добрив компенсує винос елементів живлення з урожаєм сільськогосподарських культур, під які культури з добривами вноситься більше елементів живлення в ґрунт, ніж виноситься врожаєм.

За даними Д. М. Прянишникова (1952), для вирощування сталих урожаїв зерна 20-25 ц/га можна допустити дефіцит азоту 13-14 кг/га, калію – 20-22 кг/га, однак баланс фосфору має бути бездефіцитним. Отже, внесення фосфору в ґрунт повинно перевищувати винос його з урожаєм. Д.М. Прянишников дійшов висновку, що для підвищення врожаїв та родючості ґрунтів слід повертати азоту та калію на 80 %, фосфору – на 100-110 % виносу їх з урожаєм. Цей висновок у подальшому повністю був підтверджений на практиці.

Із підвищенням урожаїв і внесенням вищих норм добрив у землеробстві України баланс елементів живлення у ґрунті помітно зміщується у бік компенсації дефіциту. Лімітуючими факторами подальшого підвищення врожайності сільськогосподарських культур можуть бути реакція ґрунтового розчину, вологозабезпеченість, рівень агротехніки, сортові особливості культур тощо. Тому показники балансу слід пов'язувати з усіма цими факторами, що дасть змогу зробити висновок про необхідність проведення того чи іншого заходу для подальшого окультурення ґрунту.

### **2.6.3. Природний потенціал поживного режиму ґрунту**

Вміст окремих хімічних елементів у ґрунтах різних типів залежить від мінералогічного складу ґрунтоутворюючої породи та інших факторів ґрунтоутворюючого процесу (клімату, живих організмів, рельєфу). Наявність ЕЖ в ґрунті кількісно оцінюється такими показниками як вміст чи запаси певного ЕЖ у орному та метровому шарі ґрунту. При цьому розрізняють:

- *валові запаси* (вміст) – загальна кількість елемента живлення (всіх форм), яка є у ґрунті;
- *доступні запаси* (вміст) – та кількість ЕЖ у ґрунті, яка доступна рослині (у доступних легкорозчинних мінеральних формах чи у складі легкогідролізованих сполук).

Як же відрізняються валові запаси і доступні запаси ЕЖ в різних ґрунтах і чим це викликано?

На думку багатьох учених, хімічний склад ґрунту успадкований від ґрунтоутворюючої породи (верхньої частини літосфери) (див. табл. 2.24).

Таблиця 2.24

**Середній хімічний склад літосфери і ґрунту, % маси**  
(О.П. Виноградов, 1950)

Елементи	Літосфера	Ґрунт	Елементи	Літосфера	Ґрунт
O	47,2	49,3	C	0,10	2,00
Si	27,6	33,0	S	0,09	0,085
Al	8,8	7,13	Mn	0,09	0,085
Fe	5,1	3,80	P	0,08	0,08
Ca	3,6	1,37	N	0,01	0,10
Na	2,6	0,65	Cl	0,045	0,01
K	2,6	1,36	Zn	0,005	0,005
Mg	2,1	0,60	Co	0,003	0,0008
Ti	0,6	0,46	B	0,0033	0,0001
H	0,1	?	Mo	0,0003	0,0003

Порівняно із літосферою, у ґрунті в 20 разів більше вуглецю і в 10 разів більше азоту, що пов'язано із життєдіяльністю організмів. У ґрунті більше, ніж у літосфері, кисню, водню, але менше заліза, кальцію, магнію, натрію, калію та інших елементів, що є наслідком процесів вивітрювання породоутворюючих мінералів і ґрунтоутворення (див. табл. 2.25).

Вміст окремих хімічних елементів у різних ґрунтах залежить від умов ґрунтоутворення і властивостей ґрунтів. Але для забезпечення збалансованого живлення рослин в першу чергу потрібно брати до уваги: валові запаси ЕЖ, запаси доступних ЕЖ, а також ґрунтові фактори, що визначають доступність ЕЖ рослинам.

На кількість гумусу, а отже і на вміст доступних форм поживних речовин у біологічно активному шарі впливають ряд показників ґрунту: біологічна активність, кислотність, вбирна здатність, водно-фізичні властивості, ступінь окультурення (деградації) та географічна широта розташування.

Таблиця 2.25

**Валові запаси поживних речовин у найбільш поширених ґрунтах України, т/га (Б.С. Носко та ін.)**

Запаси N		Запаси P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Запаси K <sub>2</sub> O	
в шарах ґрунту		в шарах ґрунту		в шарах ґрунту	
ор- ному	метро- вому	орному	метро- вому	орному	метро- вому
<i>Дерново-підзолисті ґрунти</i>					
2,4	3,8	1,3	3,8	24	180
<i>Сірі лісові ґрунти</i>					
3,0	9,3	2,7	14,0	40	320
<i>Темно-сірі лісові ґрунти</i>					
4,5	9,9	3,9	22,5	50,350	
<i>Чорноземи опідзолені</i>					
4,8	21,3	4,2	17,2	50	340
<i>Чорноземи типові</i>					
8,1	30,4	4,5	20,8	51	320
<i>Чорноземи звичайні</i>					
7,9	26,7	5,5	17,5	48	320
<i>Чорноземи південні</i>					
4,5	13,3	4,2	14,8	42	300
<i>Темно-каштанові ґрунти</i>					
4,5	14,6	4,5	18,3	36	330

#### **2.6.4. Азотний фонд ґрунту та фактори забезпеченості рослин доступним азотом**

Азотний фонд ґрунту складається із органічних (93-97%) і мінеральних (3-7%) сполук азоту і визначається генетичними властивостями ґрунтів (рис. 2.15).

У ґрунтах Полісся запаси гумусу в метровому шарі становлять 100-200 т/га. Запаси валового азоту в метровому шарі ґрунту становлять 4-6 т/га у супіщаних ґрунтах і 2-3 т/га у піщаних.

У ґрунтах Ліссостепу запаси гумусу в метровому шарі становлять: у чорноземах глибоких – 500-600 т/га, у чорноземах опідзолених – 400-450, у темно-сірих ґрунтах – 300-350 т/га. Запаси валового азоту становлять відповідно 25-30, 20-25 і 15-20 т/га.

У ґрунтах Степу запаси гумусу в чорноземах звичайних становлять 330-600 т/га, у чорноземах південних – 300-400 і темно-каштанових ґрунтах – 250-300 т/га. Запаси валового азоту – відповідно 16-33, 15-20 і 12-15 т/га.



Рис. 2.15. Азотний фонд ґрунту

Рослини можуть споживати лише азот мінеральних сполук, якого в ґрунті лише 3-7% від валових запасів. Азот органічних сполук переходить у мінеральні сполуки унаслідок життєдіяльності мікроорганізмів – через процеси амоніфікації та нітрифікації (див. рис. 2.16).

**Амоніфікація** – біохімічні процеси розкладання органічних речовин ґрунту під впливом різних мікроорганізмів (бактерій, актиноміцетів, плісневих грибів) до аміаку.

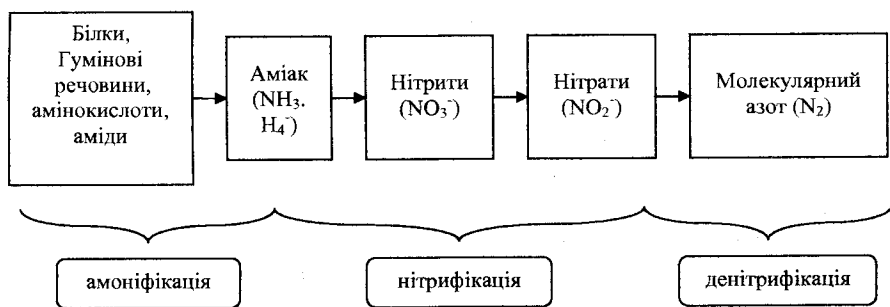


Рис. 2.16. Схема біохімічних перетворень азотистих сполук ґрунту

**Нітрифікація** – біохімічні процеси окислення аміаку до азотної кислоти та її солей, є показником культурного стану ґрунту і родючості.

Нітрифікація відбувається під впливом аеробних бактерій-нітрифікаторів. Оптимальними умовами нітрифікації є достатня аерація ґрунту, температура 23-28°C, вологість ґрунту 60-70% його повної вологоємності, нейтральна або слабколужна реакція ґрунтового розчину. Висока нітрифікаційна здатність є показником окультуреного ґрунту.

Поряд з процесами поповнення ґрунту азотом ідуть процеси його втрат: винос з врожаєм (продуктивні втрати) і вимивання з ґрунту опадами, поливними водами та процесу денітрифікації (непродуктивні втрати).

**Денітрифікація** - біохімічні процеси відновлення нітратного азоту до молекулярного N<sub>2</sub> або до оксидів NO, N<sub>2</sub>O під впливом денітрифікуючих бактерій.

Непродуктивні втрати азоту в ґрунті, в основному, є наслідком денітрифікації. Сполуки азоту в ґрунті весь час перетворюються, тобто створюється біогеохімічний колообіг азоту в агроєкосистемі та біосфері.

**Основними статтями поповнення азотного фонду ґрунту є:**

- 1) гумус;



- 2) надходження азоту з добривами (мінеральними та органічними);
- 3) надходження азоту з поживно-кореновими рештками рослин (залежить від біохімічного складу рештків);
- 4) тип рослинності, яка покриває ґрунт (визначає можливості фіксації азоту бульбочковими бактеріями (якщо це бобові рослини) та вільноживучими мікроорганізмами).

**Основним фактором швидкості біохімічних процесів перетворення азоту органічних сполук та доступності азоту рослинам, є нітрифікаційна здатність ґрунту, яка залежить від:**

- наявності матеріалу для нітрифікації (аміаку та джерел аміаку (органіки) в ґрунті);
- температури орного шару (23-28°C),
- ступеню зволоження та аерації орного шару (W=60-70% ПВ, A=30%);
- реакції ґрунтового розчину (нейтральна або слабколужна);
- норм внесених азотних добрив (з підвищенням норми зростає інтенсивність нітрифікації);
- наявності в ґрунті інгібіторів нітрифікації.

**Основними факторами непродуктивних втрат азоту ґрунту є:**

- 1) промивний водний режим на ґрунтах легкого гранулометричного складу (викликає інфільтраційні втрати азоту);
- 2) інтенсивність процесів денітрифікації, яка залежить від:
  - надмірної інтенсивності нітрифікації, що створює надлишок нітратного азоту в ґрунті та наявності інгібіторів нітрифікації;
  - низького ступеню зволоження та підвищеної аерації орного шару ґрунту (W<60% ПВ, A>30%);
  - потреби рослин в азоті (в період максимального споживання азоту рослинами непродуктивні втрати зменшуються);
  - доз внесених азотних добрив (за високих доз зростає інтенсивність нітрифікації, азот не встигає засвоюватися рослинами та виступає вихідним продуктом для денітрифікації).

Основна маса азоту ґрунту складається із органічних сполук рослинних рештків та перегнійних речовин і перебуває у недоступному для живлення рослин стані. Лише близько 1% азоту перебуває у мінеральних сполуках.

За тривалого і систематичного застосування гною та мінеральних добрив у ґрунті помітно збільшується вміст органічної речовини та загального азоту. Ступінь накопичення органічної речовини у ґрунті залежить від норм внесення, біологічних особливостей культур сівозміни і ґрунтово-кліматичних особливостей зони.

#### ***Шляхи накопичення азоту в ґрунті:***

- за рахунок фіксації азоту атмосфери азотфіксуючими мікроорганізмами (вільноживучими та бульбочковими бактеріями)
- надходження азоту у вигляді аміаку і нітратів разом з опадами (після грозових розрядів) – до 2-5 кг/га щорічно.
- надходження азоту з органічними рештками, сидератами та добривами (органіка мінералізується, утворюється аміак, потім нітрати, які й використовуються рослинами).

#### ***Факти***

*-Над кожним гектаром земної поверхні в атмосфері є близько 70 тис. т азоту;*

*-Вільноживучі азотфіксуючі бактерії (азотобактер, клубніквіди тощо) щорічно поповнюють ґрунт від 5 до 15 кг азоту на 1 га;*

*-Бульбочкові бактерії, що живуть у симбіозі з бобовими рослинами, можуть зв'язувати за вегетаційний період від 70 до 200 кг і більше азоту на 1 га.*

### **2.6.5. Фосфатний фонд ґрунтів та фактори забезпеченості рослин доступним фосфором**

Валовий вміст фосфору в ґрунті, як правило, нижчий, ніж азоту й особливо калію і коливається в різних типах ґрунтів у межах 0,04-0,22%. В ґрунті фосфор зустрічається у двох формах – мінеральній та органічній. Фосфор мінеральних сполук переважає над фосфором ор-

ганічних сполук (див. табл.2.26). Валовий вміст фосфору залежать від мінералогічного та гранулометричного складу ґрунту і вмісту в ньому гумусу. Вміст фосфору у ґрунтах різко зменшується із глибиною.

Таблиця 2.26

**Вміст органічних і мінеральних фосфатів у ґрунтах**

(М.М. Городній та ін., 2003)

Ґрунт	Вміст $P_2O_5$ в орному шарі ґрунту, т/га		
	валовий	у тому числі у формі	
		органічних фосфатів	мінеральних фосфатів
Дерново-підзолистий	2,6	0,7	1,9
Сірий лісовий	2,5	1,1	1,4
Чорнозем	4,4	1,6	2,8
Сірозем	4,2	0,6	3,6
Каштановий	3,6	0,9	2,7

Мінеральні сполуки фосфору у ґрунті перебувають у вигляді солей кальцію, заліза та алюмінію (рис. 2.18.). Фосфати кальцію переважають у нейтральних і засолених ґрунтах, а фосфати заліза й алюмінію – у кислих.

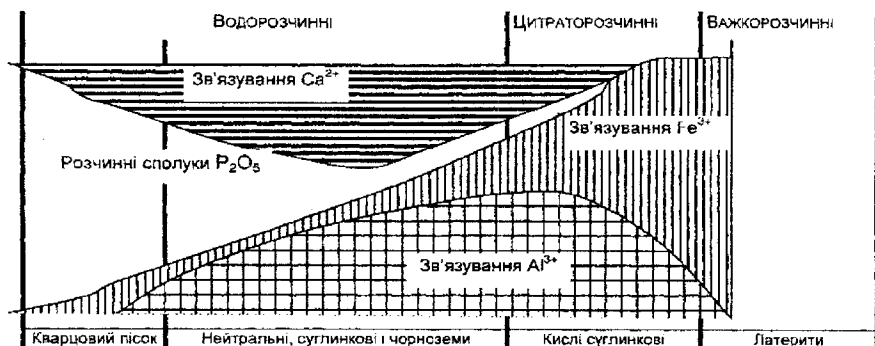


Рис. 2.18. Форми фосфатів у ґрунті (М.М. Городній та ін., 2003)

Більш розчинними є кальцієві солі фосфорної кислоти. Солі алюмінію та заліза – менш розчинні.

Гумусові сполуки фосфору становлять близько 50-70% загального вмісту орґанофосфатів у ґрунті. Значна частина орґанічних сполук фосфору перебуває у вигляді фітатів, причому у кислих ґрунтах переважають фітати заліза й алюмінію, в нейтральних – фітати кальцію. В процесі розкладання гумусу під впливом мікроорґанізмів (як і при мінералізації інших орґанічних сполук фосфору) мінеральні солі фосфорної кислоти переходять у доступний для рослин стан, але не накопичуються у значних кількостях, оскільки зв'язуються ґрунтом.

Рослини ж поглинають для своїх потреб розчинений фосфор, який знаходиться в ґрунтовому розчині. Розчинений в ґрунті фосфор існує в трьох іонних формах –  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ . Переважання в ґрунтовому розчині тієї чи іншої форми суттєво залежить від реакції ґрунтового розчину. Мінеральний фосфор в іонній формі ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$ ) адсорбується позитивними колоїдами ґрунтового вбирного комплексу, при цьому адсорбований фосфор знаходиться в рівновазі із розчиненими в ґрунтовому розчині фосфатами.

Рослини поглинають, в основному, одновалентний ортофосфат  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  або монофосфат. Поглинання двовалентного фосфат-іону  $\text{HPO}_4^{2-}$ , зростає в умовах слаболужного середовища, а  $\text{PO}_4^{3-}$  – зустрічається взагалі за  $\text{pH} > 7,5$ . Орґанічний фосфор, що залишається, мінералізується значно повільніше, тому навесні в орних ґрунтах завжди спостерігається нестача доступного рослинам фосфору, яку компенсують фосфорними добривами (припосівне удобрення).

Та кількість фосфору, що доступна рослинам за весь період їхньої вегетації, відноситься до *рухомих форм фосфору* і характеризує ступінь забезпеченості ґрунтів доступним фосфором.

**Основними статтями формування фосфатного фонду ґрунту, є:**

- 1) мінералогічний склад ґрунту (залежить від типу ґрунтоутворюючої породи: леси, мерґелі містять більше апатитів і фосфоритів порівняно із моренами);
- 2) орґанічна речовина ґрунту;

3) надходження фосфору з добривами (мінеральними та органічними);

4) надходження фосфору з поживно-кореновими рештками рослин (залежить від біохімічного складу решток).

**Основними факторами, що визначають доступність фосфору рослинам (вміст рухомих форм), є:**

1) рН ґрунтового розчину (нейтральне та слабкокислое рН сприяє частковому розчиненню малорозчинних фосфатів і доброму засвоюванню їх рослинами);

2) відсутність у ґрунтовому розчині іонів, які зв'язують фосфор у нерозчинні та малорозчинні сполуки:  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$  або мінералів ґрунтоутворюючої породи, які є джерелом цих іонів;

3) застосування гідролітично кислих форм мінеральних добрив (сприяють підвищенню ступеню розчинності малорозчинних сполук фосфору);

4) застосування фосфорних добрив у гранульованих формах (порошкоподібні форми фосфорних добрив мають більшу загальну поверхню взаємодії і тому сприяють кращому осадженню фосфору іонами  $Al^{3+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Ca^{2+}$ );

5) застосування органічних добрив;

6) антагоністична взаємодія між  $P$  та певними мікроелементами (визначає умови хімічного осадження у ґрунтовому розчині);

7) біологічна активність ґрунту (чим вищий рівень біологічної активності, тим інтенсивніше проходять процеси перетворення органічних сполук у ґрунті і відповідно переходу мікроелементів у доступні для рослин форми).

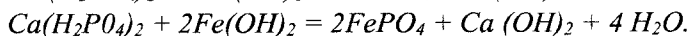
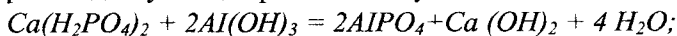
Найбільш потужним фактором збалансування фосфатного живлення рослин є застосування добрив (мінеральних фосфорних, інших гідролітично кислих міңдобрив та органічних). Розглянемо основні особливості поведінки фосфору в умовах застосування добрив у ґрунтах України різного генезису.

У *темно-сірих лісових ґрунтах* і особливо у *чорноземах* незначне підкислення ґрунту внаслідок систематичного внесення мінеральних добрив підвищує рухливість основних мінеральних сполук фос-

фору – фосфатів кальцію. Тому фосфор, нагромаджений у такому ґрунті, більш рухливий і доступніший для рослин, ніж залишковий фосфор гною.

У *сіроземах*, бідних на гумус, органічна речовина гною частково захищає залишковий фосфор від закріплення його карбонатами. Підкислююча дія азотно-калійних добрив у лужному середовищі не виявляється. За цих умов фосфор, нагромаджений унаслідок тривалого застосування гною, більш рухливий і доступний для рослин, ніж фосфор, який залишається у ґрунті після тривалого внесення мінеральних добрив. Крім добрив, основними джерелами надходження фосфору в ґрунт є: вивітрювання з материнських порід; потрапляння з метеоритним пилом; із вулканічним димом і попелом; із опадами.

*Дерново-підзолисті ґрунти*, що містять іони  $Al^{3+}$  і  $Fe^{3+}$  у ґрунтовому розчині, є місцем ретроградації фосфору, яка полягає у тому, що водорозчинний фосфор суперфосфату, взаємодіючи з іонами  $Al^{3+}$  і  $Fe^{3+}$ , утворює недоступні для рослин сполуки  $AlPO_4$  і  $FePO_4$ :



Під час розподілу добрив у сівозміні та збалансування поживного режиму ґрунту слід враховувати не тільки загальну родючість ґрунту, а й форми фосфорних добрив, а також норми гідролітично кислих міндобрив та меліорантів (вапна, гіпсу), внесених у попередні роки.

### **2.6.6. Калійний фонд ґрунтів та фактори забезпеченості рослин доступним калієм**

Вміст калію у земній корі складає біля 2,5%. Калій відноситься до групи елементів, які складають 96% всіх хімічних речовин ґрунту (*O, Si, Al, Fe, Ca, K*). У ґрунті калій знаходиться у складі: мінеральних сполук та ГВК. Тому основними ґрунтовими факторами, що визначають величину валових запасів калію, є: мінералогічний і гранулометричний склад ґрунту та вміст гумусу.

Вміст валового калію в ґрунтах України в орному шарі колива-

ється від 0,1% у торфових ґрунтах до 2,3-2,4% у чорноземах звичайних і південних (табл. 2.27-2.28). Характерною особливістю є чітко виявлена зональність вмісту валового калію: він зростає від дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтів Полісся до чорноземів південних і темно-каштанових важкосуглинкових і глинистих ґрунтів. Особливе місце за вмістом валового калію займають торфові ґрунти, у яких він не перевищує 1,11-0,28%.

Розподіл валового калію у профілі основних типів ґрунтів рівномірний, особливо коли ґрунтоутворюючою породою є лес і лесовидні суглинки. У дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу орний шар характеризується значно нижчим вмістом валового калію, ніж ґрунтоутворююча порода.

Концентрація *водорозчинного калію* в ґрунтах залежить від ступеню насиченості самого ґрунту калієм і від загальної концентрації солей у ґрунтового розчині.

Таблиця 2.27

**Вміст валового калію в шарі 0-20 см торфових ґрунтів***(С.Т. Вознюк, Р.С. Трускавецький)*

ґрунти	Кількість аналізів	% на абсолютно сухий ґрунт	кг/га
Торфові глибокі та середньоглибокі карбонатні. Лісостеп	18	0,280	1900
		0,072-0,452	760-4100
Глеєво-торфові ґрунти. Лісостеп	7	0,40	6200
		0,22-0,79	1260-11700
Торфові глибокі і середньоглибокі. Полісся	15	0,05	220
		0,019-0,013	90-445
Глеєво-торфові. Полісся	4	0,014	840
		0,090-0,1140	610-1340

Ступінь рухомості та фіксації калію у ґрунті залежить від форми калію:

- 1) водорозчинний;
- 2) обмінний,
- 3) важкообмінний або резервний калій ґрунту;
- 4) необмінний, в т.ч. фіксований калій;
- 5) калій нерозчинних алюмосилікатів;
- 6) калій органічної частини ґрунту (мікроби, органічні рештки).

Загальна кількість водорозчинного калію в дерново-підзолистих ґрунтах дуже мала. Частка водорозчинної форми калію у валовому складі дерново-підзолистого ґрунту становить відповідно 6-15% а у чорноземах – 0,5-3% (див. табл. 2.28).

Кількість обмінного калію в ґрунті зумовлена величиною ємності катіонного обміну, яка в свою чергу лімітується станом ґрунтового органіно-мінерального колоїдного комплексу і залежить від гранулометричного, мінералогічного складу та вмісту гумусу.

*Саме за величиною концентрації обмінного калію у водній або слабкосольовій витяжці оцінюється ступінь його доступності (рухомості), або фактор інтенсивності.*

В Україні вміст обмінного калію в орному шарі ґрунтів значною мірою відтворює природні зональні особливості і тісно пов'язаний із валовим калієм: він коливається від 1-4 мг/100 г у дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах Полісся до 29-37 мг /100 г ґрунту в чорноземах звичайних і південних важкосуглинкового і глинистого гранулометричного складу (табл. 2.28).

Кількість валового калію та співвідношення його головних фракцій знаходиться у тісному зв'язку з генетичними особливостями ґрунтів, вмістом і розподілом у профілі ґрунтів мулу і фізичної глини, в складі яких міститься цей елемент.

Дані про валовий вміст калію у ґрунтах України свідчить про те, що потенційні запаси його досить значні і їх вистачило б для вирощування високих врожаїв сільськогосподарських культур на тривалий час.



Таблиця 2.28

**Вміст і форми калію в орному шарі ґрунтів України**  
(А.К. Воробйов)

ґрунти	Валовий калій, %	Легкорозчинний	Обмінний	Необмінно фіксований
<b>Полісся</b>				
Дерново-слабопідзолисті оглеєні глинисто-піщані	0,79	9	10	146
Дерново-середньопідзолисті піщано-супіщані	1,32	37	39	253
Дерново-середньопідзолисті суглинкові	1,71	16	48	486
Ясно-сірі лісові пилувато-супіщані	1,79	14	31	495
<b>Лісостеп</b>				
Чорноземи типові малогумусні середньосуглинкові	21	11	157	1990
ті ж середньозмиті	193	7	73	1632
Чорноземи типові малогумусні легкосуглинкові	232	9	70	1437
ті ж середньозмиті	232	8	88	816
Сірі лісові легкосуглинкові	208	15	77	1860
Темно-сірі опідзолені середньосуглинкові	224	11	91	1727
ті ж середньозмиті	233	15	139	1667
Чорноземи опідзолені середньосуглинкові	217	9	184	2429
<b>Степ</b>				
Чорноземи звичайні мало-гумусові важко суглинкові	196	15	232	2094
Чорноземи звичайні малогумусні	228	20	370	3053
Чорноземи звичайні середньо-гумусові легкоглинисті	223	12	280	2659
Чорноземи південні легкоглинисті	219	14	285	2500
Темно-каштанові слабо- солонцюваті важкосуглинкові	243	104	400	3255
Солонці лучні осолоділі і солончакуваті	300	89	471	4706

Майже всі рослини потребують калію більше, ніж, наприклад, азоту і фосфору, тому збалансоване калійне живлення рослин є обов'язковою умовою формування високих врожаїв доброї якості та відтворення родючості ґрунтів.

**Основні фактори, котрі впливають на величину калійного фонду ґрунту:**

- 1) мінералогічний та гранулометричний склад ґрунту;
- 2) надходження калію з добривами (мінеральними та органічними);
- 3) надходження калію з поживно-кореновими рештками рослин (залежить від біохімічного складу решток);
- 4) можливість інфільтраційних втрат калію на ґрунтах легко-го гранулометричного складу за переважання промивного водного режиму над випотним.

**Основними факторами доступності калію рослинам є:**

- 1) стан ґрунтового вбирного комплексу, який визначає ємність катіонного обміну і залежить від вмісту глинистих фракцій (особливо мулу) та гумусу;
- 2) відсутність у ґрунтовому розчині іонів, які можуть займати місце калію у ГВК ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ) або мінералів ґрунтоутворюючої породи, які є джерелом цих іонів (високий вміст цих іонів спостерігається у карбонатних та засолених ґрунтах);
- 3) антагоністична взаємодія між  $\text{K}^{+}$  та  $\text{Ca}^{2+}$ , а також певними мікроелементами (визначає умови катіонного обміну, хімічного осадження мікроелементів у ґрунтовому розчині);
- 4) рН ґрунтового розчину (впливає на ступінь розчинності мінеральних та органічних сполук у ґрунті, життєдіяльність мікроорганізмів, що вивільняють макро- та мікроелементи з органічних сполук та рівень засвоєння елементів рослинами);
- 5) біологічна активність ґрунту (чим вищий рівень біологічної активності, тим інтенсивніше проходять процеси перетворення органічних сполук у ґрунті і відповідно переходу ЕЖ у доступні для рослин форми).

### 2.6.7. Мікроелементний фонд ґрунтів та фактори забезпеченості рослин доступними мікроелементами

З усіх мікроелементів найбільш необхідними для рослини та інших живих організмів є Mn, Cu, B, Zn, Mo, Ni, F, I. Нестача або надмірний вміст мікроелементів у кормах і продуктах харчування спричиняє порушення обміну речовин.

Валовий вміст макроелементів Ca, Mg, Na у ґрунтах коливається від 1,5 до 3,4 %, різко зростаючи у карбонатних або солевмісних горизонтах. Вони трапляються у декількох формах:

- у складі силікатів та алюмосилікатів,
- у формі увібраних катіонів,
- у складі ґрунтового розчину у вигляді різних розчинних солей.
- у твердій фазі ґрунту у формі окремих солей.

Згідно біогеохімічного районування за вмістом рухомих сполук мікроелементів територія України поділяється на чотири геохімічні зони – західну, північно-західну, центральну і південну (табл. 2.29). У центральній і південній геохімічних зонах України дефіцит рухомих форм мікроелементів у ґрунтах трапляється значно рідше і менш виражений.

**Таблиця 2.29**

**Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунтах біогеохімічних зон України, мг/кг сухого ґрунту (за даними НУБіП)**

Елемент	Зона				Еталонна зона колишнього СРСР
	західна	північно-західна	центральна	південна	
Йод	1,70-1,96	0,46-3,10	місцями знижений		6,3-20,3*
Кобальт	1,13-3,22	1,13-3,22	місцями знижений до 1,13-3,22		7-30**
Цинк	0,18-1,51	0,05-0,35	0,05-0,350,	05-0,35	30-70**
Мідь	місцями < 5		місцями знижений		15-60**
Марганець	місцями < 142		місцями підвищений до 636		40-300**
Бор	0,18-1,03	0,18-2,30	у солонцях і солончаках 5,8-15,4		0,6-3,0**

**Примітка:** \*За даними А.В. Виноградова;

\*\*За даними В.В. Ковальського.

Отже, за вмістом засвоюваних форм мікроелементів у ґрунтах і ґрунтових водах до найбільш несприятливих ґрунтово-кліматичних зон України слід віднести Полісся і Карпати. Ґрунти західних біогеохімічних провінцій Полісся України характеризуються низьким вмістом рухомих сполук йоду (1,26-1,96 мг/кг сухого ґрунту), кобальту (1,13-3,22), цинку (0,18-1,51), міді (2,7-3,8) і молібдену (0,12-0,14 мг/кг). Ґрунтові води містять мало йоду (1,16-4,13 мкг/л). Найменшу його кількість виявлено у водних джерелах Ковельського і Ратнівського районів Волинської області (0,65-0,88 мкг/л).

Ґрунти центральних біогеохімічних провінцій Полісся України відрізняються низьким вмістом рухомих сполук йоду (0,46-3,1 мг/кг сухого ґрунту), кобальту (1,18-1,44), цинку (0,05-0,35), місцями міді (1,5-9,0), марганцю (30-142 мг/кг). У ґрунтових водах міститься 0,42-4,34 мкг/л йоду.

У ґрунтах східних біогеохімічних провінцій Полісся України низький вміст рухомих форм йоду (0,46-3,1 мг/кг сухого ґрунту), кобальту (1,33-3,22), цинку (0,05-0,35) і частково міді (6,5-35,5 мг/кг). У ґрунтових водах мало йоду (1,90-0,58 мкг/л). Від вмісту рухомих форм найважливіших мікроелементів у ґрунтах і ґрунтових водах залежить вміст їх у кормах і організмі тварин.

У ґрунтах Івано-Франківської області встановлено низький вміст рухомого кобальту (0,8-2,5 мг/кг сухого ґрунту), обмінного цинку (2,0-2,3) і водорозчинного бору (0,15-0,18 мг/кг). У гірських ґрунтах цієї області міститься, в середньому 0,75, передгір'я – 2,1, горбистої рівнини – 5,8 мг/кг рухомого йоду.

У грубих і соковитих кормах гірських, передгірних і лісостепових районів Чернівецької області низький вміст цинку, міді і нікелю. Ґрунти Закарпатської області характеризуються зниженим вмістом рухомого кобальту і йоду. Водні джерела цієї області бідні на йод, найнижчий рівень його у полонинних ґрунтах. Львівська область належить до регіону, збідненого на йод, кобальт, мідь, цинк, молібден і фтор.

*Ґрунти і вирощені на них корми центральної і південної геохімічних зон України, в основному, бідні на цинк, місцями на кобальт і йод. У ґрунтах і кормах південної зони трапляється надлишок марган-*

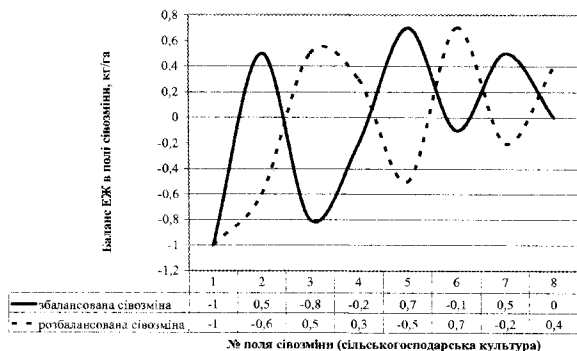
цю, а в солонцях і солончаках – бору. Марганець, як антагоніст йоду, зумовлює відносну його нестачу в організмі тварин, а бор, як антагоніст кобальту і міді, зумовлює або посилює їх нестачу. Крім того, бор може спричинити запалення кишок («борний ентерит»).

Найбільш раціональним методом збалансування мікроелементного фонду ґрунту та профілактики нестачі мікроелементів у організмі рослин та тварин є внесення на бідних на рухомі форми мікроелементів ґрунтах розрахункових норм відповідних добрив.

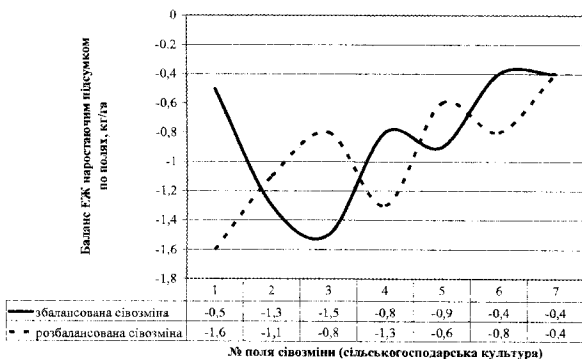
### **2.6.8. Сівозміна та система застосування добрив як безпосередні фактори стабілізації гумусового стану та поживного режиму ґрунту**

Гумусовий стан ґрунту та поживний режим, як зазначалося вище, є основними показниками родючості, зміна яких веде за собою зміну інших показників. Тому стабілізація цих показників є важливою передумовою стабілізації родючості. Які ж фактори системи землеробства безпосередньо впливають на них? Назвемо їх.

Насамперед це сівозміна: чергування культур визначає, які елементи і у яких кількостях виноситимуться із ґрунту. При цьому важливим показником збалансованості сівозміни є мінімальна *амплітуда коливань балансу біогенних елементів* за рахунок раціонального чергування сільськогосподарських культур. Чому це так важливо? Справа в тому, що більшість біохімічних процесів у ґрунті регулюється мікробіологічною діяльністю (активністю). Якщо ґрунтовий режим більш-менш стабільний, то і чисельність мікроорганізмів певних популяцій також перебуває у стані динамічної рівноваги. Якщо різко порушується ґрунтовий режим, то відбувається перегрупування мікроорганізмів, або так званий шоківий біотичний стан, наслідками якого для агроєкосистеми є певна втрата рівноваги і часу для її стабілізації. А все це відображається на родючості ґрунту та продуктивності агроєкосистеми. Тому *збалансована сівозміна* – це така сівозміна, в котрій амплітуда коливань балансу гумусу та біогенних елементів між полями - мінімальна (див. рис. 2.20).



*A* – колювання фактичного балансу ЕЖ



*B* – колювання наростаючого балансу ЕЖ

**Рис. 2.20** Схематична амплітуда колювань балансу елемента живлення у збалансованій та розбалансованій сівозмiнах

Другим безпосереднім фактори стабілізації гумусового стану та поживного режиму ґрунту у системі землеробства є система застосування добрив. Зрозуміло, що лише за рахунок сівозмiни мінімізувати амплітуду колювань балансу гумусу та біогенних елементів у ґрунті дуже складно, тому і застосовується система удобрення, яка дозволяє це зробити, якщо вона є збалансованою. Що ж таке система застосування добрив взагалі і які ознаки має саме збалансована система застосування добрив?

**Система застосування добрив у сівозміні** – це багаторічний план застосування добрив із урахуванням родючості ґрунту, біологічних особливостей рослин, складу і властивостей добрив.

**Збалансована система застосування добрив** – це така система, за якої повністю забезпечуються потреби рослин, підтримується бездефіцитний баланс біогенних елементів з мінімальною амплітудою його коливань між полями сівозміни.

Збалансована система застосування добрив складена за законами функціонування екосистем та покликана забезпечувати збалансоване живлення сільськогосподарських культур, відтворення родючості ґрунту і стабільно підтримувати агроекосистему в стані динамічної рівноваги. Загалом збалансована система застосування добрив повинна взаємодоповнювати дію сівозміни в напрямку збалансування поживного режиму ґрунту та гумусового стану. Коли ми говоримо про поживний режим ґрунту, то ми маємо на увазі дві його складові: резервний та обмінний фонди (див. рис. 2.21).

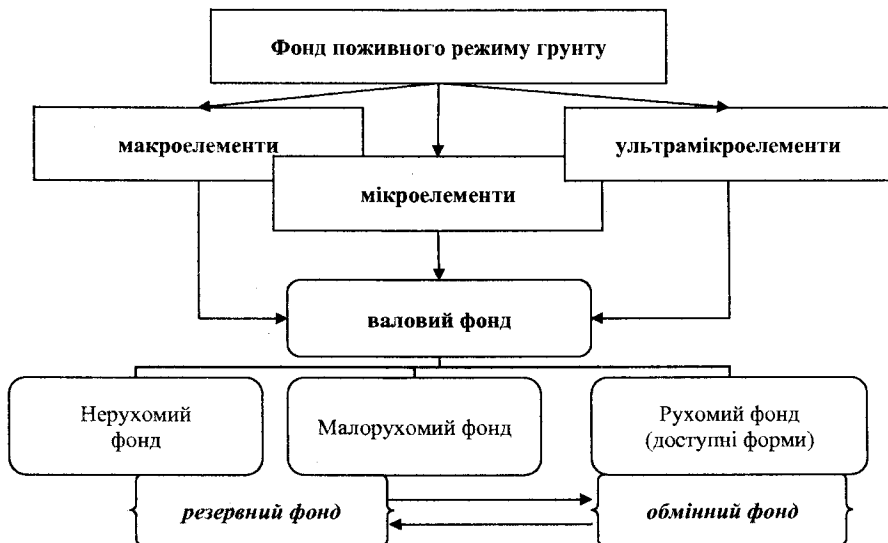


Рис.2.21. Фонд поживного режиму ґрунту

Зрозуміло, що у живленні рослин приймає участь, передусім, обмінний фонд, який є показником ефективної родючості. Проте, якщо діагностується ознака зменшення резервного фонду ґрунту, то це вказує на зменшення потенційної родючості, яке потягне за собою зміни буферних властивостей ґрунту і так чи інакше відобразиться і на ефективній родючості. Отже, тепер ми підійшли до головного питання: «Як використовувати збалансовану сівозміну та систему застосування добрив для стабілізації родючості за показниками гумусового стану та поживного режиму ґрунту?» Відповідь: «Потрібно максимально збалансувати і сівозміну, і систему застосування добрив».

Умови збалансування сівозміни та очікувані ефекти відображено у табл. 2.30. Основна мета збалансування сівозміни – забезпечити комфортні умови росту і розвитку сільськогосподарських культур через відтворення родючості ґрунту за рахунок умов максимальної адаптації усіх агрозаходів у ній до критерію «максимальна біологічна активність». Така ж мета і у збалансованої системи застосування добрив.

Умови збалансування системи застосування добрив та очікувані ефекти відображено в табл. 2.31. Слід зазначити, що головний принцип створення збалансованої сівозміни – не нашкодити біоті ґрунту або нашкодити їй мінімально, переслідуючи головні цілі - високопродуктивне функціонування агроєкосистеми та стабілізацію родючості ґрунту.



Таблиця 2.30

## Умови збалансування сівозміни

№ п.п	Умова	Очікуваний ефект
1	Мах насичення багаторічними травами	1. Розпушення ґрунту та підтримання агрономічно цінної структури; 2. Оптимізація водно-повітряного режиму ґрунту; 3. Надходження великої кількості кореневих решток; 4. Підвищення біологічної активності ґрунту
2.	Мін розрив між полями багаторічні трави – просапні культури	1. Підтримання мінімальної амплітуди коливань балансу гумусу та біогенних елементів
3.	Мах розрив між культурами (полями) однієї ботанічної родини	1. Підтримання мінімальної амплітуди коливань біогенних елементів; 2. Зменшення причин ґрунтової; 3. Стабілізація резерву мікроелементів живлення рослин
4.	Тривала ротація сівозміни	Можливість підтримання умови максимального розриву між культурами однієї ботанічної родини (або одними і тими ж культурами) + описані вище ефекти
5.	Мах насичення сівозміни проміжними культурами	1. Зменшення терміну «незахищеного ґрунту»; 2. Попередження ерозійних процесів; 3. Зменшення швидкості мінералізації гумусу та непродуктивних втрат азоту; 4. Підтримання сталого структурно-агрегатного складу та водно-повітряного режиму; 5. Підтримання стабільного рівня біологічної активності ґрунту.
6.	Мах відповідність порядку чергування культур періодичності агрохімічних меліорацій (якщо є потреба)	1. Уникнення токсичного впливу меліорантів 2. Максимальний меліоративний ефект

Таблиця 2.31

## Умови збалансування системи застосування добрив

№ п.п.	Етап	Умова (захід)	Наслідок (очікуваний ефект)
1.	I. Обґрунтування рівня врожайності	1. Встановлення остаточного прийнятого найбільш імовірного рівня врожайності сільськогосподарських культур сівозміни	1. Оцінка агрокліматичного потенціалу врожайності культур сівозміни; 2. Оцінка агрогрунтового потенціалу врожайності культур сівозміни; 3. Аналіз врожайності відповідних сільськогосподарських культур на регіональних НДСГ станціях; 4. Визначення найбільш імовірного середнього рівня врожайності із врахуванням поправок на ґрунтові, технологічні та погодні умови.
2.	II. Вибір типу СЗД для сівозміни	1. Збалансована СЗД – органо-мінеральна (макро-мікроелементна)	1. Стабілізація гумусового стану 2. Стабілізація поживного режиму ґрунту (за макро- та мікроелементами) 3. Стабілізація ефективної та потенційної родючості ґрунту
3.	III. Визначення рівня відтворення родючості ґрунту	1. Рівень відтворення родючості ґрунту – стабілізація (у випадку деградованих ґрунтів – розширене відтворення)	1. Рівень стабілізації родючості – баланс гумусу та біогенних елементів – бездефіцитний; 2. Рівень розширеного відтворення родючості - баланс гумусу та біогенних елементів – позитивний (встановити рівень поповнення балансів за ротацію сівозміни)
4.	IV. Збалансування органічного удобрення	1. Визначення рівня екологізації системи землеробства	1. Встановлення необхідного рівня насичення ріллі сівозміни органікою
		2. Обґрунтування та вибір типу органічних добрив	1. Оцінка ефекту гумусоутворення та ін. позитивних (негативних) наслідків від застосування органічного добрива у сівозміні

			2. Прогноз та обґрунтування місця (культури) застосування органічного добрива на основі балансу гумусу у сівозміні без застосування органічного добрива
		3. Обґрунтування та встановлення норми органічного добрива та місця (культури) його застосування у сівозміні	1. Прогноз балансу гумусу в сівозміні із застосуванням органічного добрива (добрив) у встановлених нормах 2. Коригування норм органічного добрива за результатами еспериментального визначення вмісту гумусу в ґрунтах на кінець ротації сівозміни.
5.	V. Збалансування макроелементного мінерального удобрення	1. Встановлення норм макроелементів живлення рослин, котрі повинні надійти з мінеральними добривами	1. Встановлення норм мінеральних добрив балансово-розрахунковим методом із врахуванням їхнього надходження із прийнятими нормами органічних добрив; 2. Коригування норм мінеральних добрив із врахуванням ґрунтово-кліматичних умов 3. Прогноз балансу макроелементів живлення у сівозміні та ґрунті розрахунковими методами
		2. Розподіл норм мінеральних добрив на дози	1. Визначення періодів потреби рослин у ЕЖ (критичного та періоду максимального поглинання) та строків їх настання ; 2. Розподіл норми мінерального добрива на дози із врахуванням потреб рослин та загальних ґрунтово-кліматичних особливостей території
		3. Підбір видів та форм мінеральних добрив	1. Оцінка ґрунтово-кліматичних умов та визначення ряду обмежень у застосуванні міндобрив; 2. Оцінка біологічних особливостей сільськогосподарських культур сівозміни та визначення ряду обмежень у застосуванні міндобрив 3. Оцінка агротехнічних умов у сівозміні та виявлення основних ефектів їхнього впливу на поживний режим ґрунту 4. Вибір видів та форм мінеральних добрив відповідно до обмежувачих факторів, доз, способів та строків їхнього застосування

6.	VI. Збалансування мікроелементного мінерального удобрення	1. Встановлення норм мікроелементів живлення рослин, котрі повинні надійти із мікродобривами	<p>1. Визначення приналежності території до певної біогеохімічної зони та особливостей мікроелементного фонду ґрунтів;</p> <p>2. Встановлення мікроелементів, котрі є дефіцитними для даної біогеохімічної зони;</p> <p>3. Встановлення норм мікродобрив дефіцитних елементів балансово-розрахунковим методом із врахуванням їхнього надходження із прийнятими нормами органічних, мінеральних добрив та меліорантів;</p> <p>4. Прогноз балансу мікроелементів живлення у сівозміні та ґрунті розрахунковими методами</p>
		2. Розподіл норм мікродобрив на дози	<p>1. Визначення періодів потреби рослин у дефіцитному мікроелементі (критичного та періоду максимального поглинання) та строків їх настання ;</p> <p>2. Розподіл норми мікродобрива на дози із врахуванням потреб рослин та технічних можливостей їхнього застосування</p>
		3. Підбір видів та форм мікродобрив	<p>1. Оцінка ґрунтово-кліматичних умов та визначення ряду обмежень у застосуванні мікродобрив (умови співосадження, нейтралізації);</p> <p>2. Оцінка біологічних особливостей сільськогосподарських культур сівозміни та визначення ряду обмежень у застосуванні мікродобрив (синергізм та антагонізм відносно інших елементів живлення, котрі застосовують із мікродобривами);</p> <p>3. Оцінка агротехнічних умов у сівозміні та виявлення основних ефектів їхнього впливу на поживний мікроелементний режим ґрунту;</p> <p>4. Вибір видів та форм мікродобрив відповідно до обмежуючих факторів, доз, способів та строків їхнього застосування.</p>

## **2.6.9. Оцінка мінеральних добрив як фактору впливу на стабільність агроєкосистеми**

Оцінка мінеральних добрив як екологічного фактору є необхідним етапом у розробці збалансованої СЗД, оскільки дає інформацію про їх позитивний вплив на рослини та ґрунт, а також відображає можливі негативні наслідки застосування мінеральних добрив.

*До основних екологічно небезпечних наслідків розбалансованого застосування мінеральних добрив відносять:*

1) порушення родючості ґрунту внаслідок зміни концентрації агресивних іонів (підкислення, підлуження, засолення), яке проявляється в розвитку деградаційних процесів;

2) порушення родючості ґрунту внаслідок накопичення баластних речовин (важких металів, одновалентних іонів тощо);

3) порушення якості продукції рослинництва під впливом біогенних та токсичних елементів розбалансованого живлення та ін.;

4) інфільтрація добрив у ґрунтові води та поверхневий змив, що спричиняють забруднення ґрунтових вод та водойм;

5) газоподібні втрати, що призводять до забруднення атмосфери токсичними для людей і тварин газами.

Питанням екологічної експертизи мінеральних добрив присвячено наукові праці Н.А. Макаренко, яка виходячи із механізмів та можливих наслідків впливу мінеральних добрив, поділила їх на дві групи: добрива директивної дії (прямої) та індирективної дії (непрямої або опосередкованої) (див. рис.2.22).

Загалом екологічна експертиза мінеральних добрив проводиться за такими групами факторів:

1) вплив мінеральних добрив на екологічний стан ґрунту (оцінюються прямі і побічні ефекти впливу);

2) вплив мінеральних добрив на якість сільськогосподарської продукції (оцінюються прямі і побічні ефекти впливу);

3) побічний вплив мінеральних добрив на стан навколишнього природного середовища у випадках їх міграції (ґрунтові та поверхневі води).



**Рис. 2.22. Поділ мінеральних добрив за особливостями впливу на агроекосистеми (Н.А.Макаренко)**

Для оцінки мінеральних добрив як фактору впливу на родючість ґрунту важливо передбачити усі можливі види впливу:

- підкислення або підлуження середовища ґрунтового розчину;
- погіршення або покращення агрохімічних та агрофізичних властивостей ґрунту;
- сприяння обміну вбиранню іонів або витіснення їх до ґрунтового розчину;
- сприяння мінералізації або синтезу гумусу ;
- спричинення синергізму або антагонізму поживних

елементів, тобто регуляція їх поглинання рослинами та участі в метаболізмі.

Залежно від спрямованості цих процесів добрива можуть бути безпечним і дуже важливим чинником інтенсифікація землеробства або джерелом певної екологічної небезпеки.

Для мінеральних добрив з директивним характером дії вивчення їх еколого-токсикологічного впливу на довкілля необхідно починати з визначення такого параметру як кількість небезпечних хімічних речовин, що надходить у навколишнє середовище. Вона залежить від доз внесення мінеральних добрив та вмісту токсичних домішок у їхньому складі.

Для характеристики небезпечності мінеральних добрив директивної дії Н.А. Макаренко пропонує використовувати показник *«час досягнення у ґрунті критичної концентрації елементів, що підлягають контролю»* ( $T_k$ ):

$$T_k = \frac{A}{G}, \quad (2.2)$$

де  $A$  - можливе додаткове внесення токсичних елементів у ґрунт із добривами, мг, г, кг/га;

$G$  - фактичне надходження токсичних елементів у ґрунт із добривом, мг/га.

$$A = (ГДК - F) \cdot 3000 \cdot k, \quad (2.3)$$

де  $ГДК$  - гранична допустима концентрація токсичного елемента у ґрунті, мг/кг;

$F$  - вихідний (фоновий) вміст токсичного елемента у ґрунті до внесення добрива, мг/кг;

3000 - маса орного шару ґрунту в перерахунку на суху речовину, т/га;

$k$  - коефіцієнт толерантності, що враховує властивості ґрунту.

$$G = \frac{d \cdot g_2}{g_1} \cdot 100, \quad (2.4)$$

де  $d$  - доза добрива за діючою речовиною, кг/га;

$g_1$  - вміст діючої речовини у добриві, %;

$g_2$  - вміст токсичного елемента у добриві, мг/кг.

Для визначення коефіцієнту толерантності ( $k$ ), який враховує здатність ґрунту протистояти забрудненню, доцільно використовувати показники його гумусового стану, зокрема відношення фактичного вмісту гумусу ( $Gf$ ) до еталонного ( $Gef$ ). За еталонний ( $k= 1,0$ ) рекомендується брати ґрунт, що містить у орному шарі 6,2 % гумусу. Цим вимогам відповідають чорнозем звичайний середньогумусний важкосуглинковий і легкоглинистий, а також чорнозем типовий середньогумусний середньосуглинковий. Такий показник буде відбивати здатність ґрунту протистояти забрудненню, числове його значення буде знаходитися у межах від 0,1 до 1,0.

Розрахунки Н.А. Макаренко, проведені за даним принципом, дозволили визначити коефіцієнти толерантності для основних типів ґрунтів України: вони варіюють від 0,09 для дерново-слабопідзолистих глинисто-піщаних ґрунтів на водно-льодовикових пісках до 0,98 для чорноземів звичайних середньогумусних на лесах.

За розрахунками часу досягнення критичної концентрації токсикантів у ґрунті ( $T_k$ ) мінеральні добрива поділяють на класи екоотоксикологічної небезпеки (див. табл. 2.32).

**Таблиця 2.32**

**Класифікація МД за показниками часу досягнення критичної концентрації токсичних елементів у ґрунті (Макаренко Н.А.)**

Клас	$T_k$ роки	Відносні одиниці оцінки
I - особливо небезпечні	<10	0,6
II - небезпечні	10-30	0,4
III - помірно небезпечні	31-100	0,2
IV - мало небезпечні	>100	0,1

Екологічна експертиза мінеральних добрив індективної дії проводиться у два етапи:

- 1) визначення параметрів змін ГВК при їх застосуванні;



2) встановлення часу досягнення критичної концентрації токсичних елементів у ґрунті, привнесених даною групою добрив, (аналогічно добривам директивної дії).

При цьому слід брати до уваги, що пусковим механізмом індективної дії цих добрив є зміна кислотно-основних умов у ґрунтового розчині, котра веде за собою й ін. негативні наслідки, зокрема: зміну біологічної активності ґрунту та окисно-відновних умов, зміну рухомості полужантів, прискорення процесів мінералізації гумусу, пептизації колоїдів та руйнування ГВК.

Тому класифікацію міндобрив індективної дії за Н.А. Макаренко потрібно проводити саме за рН водної та сольової витяжки ґрунту та величиною гідролітичної кислотності (див. табл. 2.33).

**Таблиця 2.33**

**Екотоксикологічні класи небезпечності мінеральних добрив за показниками впливу на ґрунтовий розчин (Н.А. Макаренко)**

Критерій	Екотоксикологічний клас			
	I	II	III	IV
	Особливо небезпечні	Небезпечні	Помірно небезпечні	Малонебезпечні
<i>Водна витяжка</i>				
Підвищення, ум. од. рН кислотності	>2,5	2,5-1,0	0,9-0,5	<0,5
Підвищення, ум. од. рН лужності	>1,3	1,3-0,8	0,7-0,3	<0,3
<i>Сольова витяжка</i>				
Підвищення, ум. од. рН кислотності	>1,5	1,5-1,0	0,9-0,5	<0,5
<i>Гідролітична кислотність</i>				
Підвищення мекв./100 г ґрунту	>4,0	4,0-2,0	1,9-1,0	<1,0

Ідентифікувати результати аналізу слід за тими принципами, що благополучно відносно кислотно-основних властивостей ґрунтового розчину вважається екологічна ситуація, коли параметри відповідають таким показникам: рН водної витяжки із кислих ґрунтів > 6,0;

солонцевих ґрунтів  $< 7,2$ ; рН сольової витяжки  $> 5,5$ ; гідролітична кислотність  $< 2,0$ .

Таким чином, маючи відповідний набір добрив (чи каталоги добрив із зазначеними показниками вмісту у добривах не лише діючої речовини, а й політантів та результатів екотоксикологічної класифікації), можна підбирати види і форми добрив, які максимально підходять до умов ґрунту та потреб рослин і в найменшій мірі порушують екотоксикологічний фон ґрунту та кислотно-лужну реакцію, окисно-відновні умови та ін. показники родючості.

### **2.6.10. Наукові принципи збалансованого застосування мінеральних добрив**

Неодмінною умовою ефективного, екологічно обґрунтованого застосування добрив є формування збалансованої інфраструктури земельних угідь: ріллі, лісу, луків, пасовищ, водойм та ін.

Вченими Інституту охорони ґрунтів обґрунтовано узагальнені нормативи структури земельних угідь, які варіюють залежно від кліматичних, геоморфологічних, геолого-гідрологічних та ґрунтових особливостей територій та конкретних місцевих умов (див. табл. 1.1, Ч.2). За оптимального співвідношення угідь можна відновити екологічне благополуччя агроландшафтів, відносну замкненість, саморегулювання та стійкість агроєкосистем, у підтриманні чого системі удобрення належить приблизно 30-50%.

Система удобрення сільськогосподарських культур в адаптивному землеробстві має ґрунтуватися на екологічних законах та принципі «розумної достатності». При використанні азотних добрив слід дотримуватися регламентів. Найголовніший з них – екологічно безпечний показник інтенсивності балансу (16). За даними вчених для азоту індекс балансу не може перевищувати 105-110 % в умовах ведення землеробства на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах і 70-100 % – в зоні чорноземів. Що стосується фосфорних і калійних добрив, то для них цей показник варіює в залежності від вмісту в ґрунті рухомого фосфору і обмінного калію (див. розд. 2.6., Ч.2).

Такі величини індексу балансу забезпечують високу продуктивність землеробства, розширене відтворення родючості ґрунтів та екологічну безпеку агроценозів. Окрім того, *Іб* поживних речовин слід вважати основним критерієм агроекологічної оцінки систем удобрення. Збалансованість СЗД досягається також рядом заходів, що попереджають непродуктивні втрати добрив та забруднення навколишнього середовища.

**Заходи з охорони навколишнього середовища та запобігання непродуктивних втрат мінеральних добрив** можуть бути розділені на організаційні, агротехнічні та хімічні.

**1. Організаційні заходи** спрямовані на раціональну організацію використання та зберігання мінеральних добрив, котра зменшить їх міграцію в екосистеми та збереже від непродуктивних втрат елементів живлення. Склади мінеральних добрив мають бути розташовані не ближче 500 м від водойм. Миття машин, агрегатів і тари після внесення добрив не може здійснюватися у водоймах. Добрива, що не використані протягом дня, мають бути повернені до складу.

## **2. Агротехнічні заходи:**

*1. Застосування диференційованих норм добрив.* Норми добрив мають бути розраховані з урахуванням вмісту поживних речовин у ґрунті. Використовують методи розрахунку норм добрив для отримання запланованих врожаїв сільськогосподарських культур.

*2. Добір раціональних способів внесення добрив.* Поверхнєве внесення добрив без загортання їх у ґрунт різко підвищує небезпеку їх змиву, особливо на схилах. Добрива мають бути загорнуті в шар ґрунту максимального розвитку кореневих систем та відносно стабільним зволоженням.

*3. Рівномірне внесення добрив.* За умов нерівномірного внесення на переудобрених ділянках значно підвищується ризик вимивання елементів живлення, крім того це негативно позначиться на якості продукції.

*4. Використання локальних методів внесення добрив.* За умов рядкового та ямкового внесення азотних амонійних добрив створюється підвищена концентрація іонів амонію, що затримує

нітрифікацію та зменшує небезпеку вимивання рухомих нітратів.

5. *Дозоване внесення азотних добрив* дозволяє рослинам найбільш повно використовувати азот, причому його втрати істотно знижуються.

6. *Застосування мікроелементів*, які за використання високих доз мінеральних добрив сприяють повному засвоєнню рослинами азоту, фосфору, калію та прискорюють процеси синтезу в рослинах.

7. *Недопущення зниження освітленості посівів* (наприклад, внаслідок перевищення оптимальної густоти) для запобігання надмірного накопичення нітратів у овочах, плодах та кормах.

8. *Збалансованість сівозміни* – дозволяє запобігти надмірному виснаженню ґрунту на окремі елементи живлення та розвитку бур'янів;

9. *Боротьба із забур'яненістю полів* – дозволяє зменшити винос ЕЖ бур'янами та покращити умови росту і розвитку рослин, а відтак і продуктивне споживання ЕЖ добрив.

### **3. Хімічні заходи:**

1. *Використання інгібіторів нітрифікації* при внесенні добрив, котрі містять азот в амонійній та нітратній формах.

2. *Застосування форм добрив повільної дії*, зокрема азотних (карбамідоформ, оксамід, урамід тощо), які повільно розчиняються у ґрунті та забезпечують рослини діючою речовиною. Такий ефект може бути прирівняний до багаторазового дозованого внесення. В результаті зменшується небезпека вимивання та залишкового накопичення нітратів у продукції.

3. *Внесення капсульованих добрив* дає високий екологічний ефект. Гранули азотних добрив можуть бути вкриті плівками, що уповільнюють розчинення. Це можуть бути полімерні сполуки або елементарна сірка. Сьогодні найбільш поширеним добривом цієї групи є сечовина, покрита сіркою (СПС). Ефективність СПС пояснюється з одного боку рівномірним використанням сечовини, що повільно розчиняється, а з другого – засвоєнням рослинами сірки як елементу живлення, що є дуже актуально в умовах застосування No-till технологій, за яких спостерігається висока активність мікро-

організмів, котрі розкладають сполуки сірки, а наслідком є зростання дефіциту сірки в ґрунтах.

### **2.6.11. Властивості мінеральних добрив та рекомендації щодо збалансованого застосування (за М.М. Городнім та ін, 2003)**

*Добриво* – речовина, призначена для покращання живлення рослин і підвищення родючості ґрунту.

Як добрива застосовуються найрізноманітніші речовини, які відрізняються за походженням, характером дії на рослини та ґрунт, хімічним складом, конструкцією (структурою) і т.д. У зв'язку з великою різноманітністю сучасних добрив існують різні підходи до *класифікації добрив за типами*. Тому ми наводимо їх нижче.

#### **1. Класифікація добрив за походженням:**

- 1) органічні;
- 2) мінеральні;
- 3) бактеріальні.

*Окрему групу становлять хімічні меліоранти* – мінеральні сполуки, що містять  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{CaSO}_4$  - використовуються для вапнування чи гіпсування.

#### **2. Класифікація добрив за агрономічним призначенням або характером дії:**

1) *добрива прямої дії* – добрива, що містять у собі необхідні для рослин елементи живлення і мають безпосередній вплив на поживний режим ґрунту (мінеральні і органічні добрива).

2) *добрива непрямої дії* – добрива, які застосовують для покращення фізико-хімічних та мікробіологічних властивостей ґрунту. До них відносяться: вапнякові добрива, гіпс, бактеріальні препарати. Залежно від числа поживних речовин, добрива непрямої дії поділяються на одно- та багатосторонні.

#### **3. Класифікація добрив за походженням, місцем і способом отримання:**

- 1) *місцеві або господарські:*

2) заводські (промислові, штучні):

#### 4. Класифікація добрив за конструкцією:

1) прості (односторонні) – містять один елемент живлення (азотні, фосфорні, калійні, борні і т.д.);

2) комплексні – містять не менше двох елементів живлення (складні, складнозмішані, змішані).

**Вид добрива** – група добрив, до складу яких входить та чи інша поживна речовина (азот, фосфор або калій).

Мінеральні добрива із врахуванням вмісту поживних речовин, поділяються на такі види – азотні, фосфорні, калійні, комплексні (складні, складнозмішані), вапнякові, борні, марганцеві, молібденові і т.д.

**Форма добрива** – група добрив одного виду, виділена залежно від елементів, що входить до її складу (нітрати, сульфати, фосфати), катіонного та аніонного складу чи інших властивостей (ступеню розчинності, способу виробництва).

Залежно від виду сполук азоту, азотні добрива поділяються на такі форми:

1) **амонійні**, які містять катіон амонію ( $\text{NH}_4^+$ ), зв'язаний з кислотним залишком. До них відносяться сульфат амонію, хлористий амоній;

2) **нітратні**, які містять азот в окисненій формі ( $\text{NO}_3^-$ ) – кальцієва і натрієва селітри;

3) **амідні**, до складу яких входить амідна група ( $\text{NH}_2$ ) – карбамід (сечовина) і цианамід кальцію;

4) **амонійно-нітратні** містять азот одночасно в амонійній ( $\text{NH}_4^+$ ) і нітратній ( $\text{NO}_3^-$ ) формах – аміачна селітра;

5) **аміачні** (рідкі азотні добрива), в яких азот міститься у вигляді вільного аміаку ( $\text{NH}_3$ ) – аміак рідкий (безводний), аміак водний, аміакати (амонійно-аміачно-нітратні, амонійно-аміачно-амідно-нітратні).

**Фосфорні добрива** за ступенем засвоюваності та розчинності діляться на 4 форми;

1) **водорозчинні** – суперфосфат простий і подвійний, гранульо-

ваний і порошкоподібний. Застосовується на всіх типах ґрунтів під усі культури;

2) *цитратно-розчинні*, які розчиняються у 50% розчині лимоннокислого амонію – преципітат;

3) *лимонно-розчинні*, які розчиняються у 2% розчині лимонної кислоти – томасшлак, фосфатшлак. Ці добрива застосовується під усі культури, особливо на кислих ґрунтах під зяблеву оранку;

4) *важкорозчинні*, які розчиняються у сильних кислотах – фосфоритне борошно. Це добриво застосовується, в основному, на кислих ґрунтах під зяблеву оранку. Фосфор важкорозчинних фосфатів краще використовується рослинами за тонкого помелу, а також за внесення із фізіологічно кислими солями та у складі компостів.

Водорозчинні фосфорні добрива випускаються у вигляді гранул і порошоків із апатиту і фосфоритного борошна.

**Калійні добрива** за способом виробництва діляться на такі форми:

1) *концентровані*, які виготовляються шляхом заводської переробки сирих калійних солей – хлористий калій, сульфат калію, калімагnezія, калімаг та ін.;

2) *змішані*, які отримуються шляхом змішування концентрованих і сирих калійних добрив – 40% калійна сіль, хлористий калій-електроліт;

3) *сирі калійні солі*, які отримуються шляхом розмелу природних калійних солей, характеризуються низьким вмістом калію і великою кількістю домішок – силвініт, каїніт, карналіт та ін.

При виборі форм калійних добрив слід враховувати реакцію рослин на хлор. Хлористий калій є основним добривом для більшості сільськогосподарських культур. Під культури, чутливі до хлору (картоплю, гречку, тютюн, овочі), краще застосовувати сульфат калію, калімагnezію та калімаг.

**Комплексні добрива** за числом основних поживних речовин поділяються на подвійні (амофос, діамфос, нітрофос, нітроамофос, калійна селітра) і потрійні (нітрофоска, нітроамофоска, карбоамофоска).

За способом виробництва їх ділять на складні, складнозмішані, змішані та рідкі.

**Складні добрива** отримують шляхом хімічної переробки сировини у єдиному технологічному процесі. Як вихідні компоненти використовуються аміак, фосфорна, азотна і сірчана кислоти, апатит, фосфорит. До них відносяться амофос, діамфос, нітрофос, нітроамфос, нітроамфоска і т.д.

**Складнозмішані добрива** отримують шляхом змішування готових простих добрив із наступною обробкою їх аміаком, аміакатами, фосфорною і сірчаною кислотами.

**Змішані добрива** отримують шляхом механічного змішування односторонніх гранульованих або кристалічних простих добрив. Суміші повинні мати добрі фізичні властивості, придатні для механізованого внесення. Ці добрива готують безпосередньо у господарствах.

**Рідкі комплексні добрива (РКД)** – це водний розчин або суспензії, які містять не менше двох елементів живлення. Отримуються шляхом нейтралізації аміаком фосфорної і поліфосфорної кислот із додаванням сечовини, аміачної селітри і т.д.

Комплексні добрива краще забезпечують потреби рослин у поживних речовинах порівняно із тукоsumішами, котрі містять еквівалентну кількість елементів живлення. Вони випускаються, в основному, у гранульованому вигляді, що дає можливість рівномірно їх вносити і скоротити витрати на перевезення та зберігання.

Провідна роль належить добривам із вирівняним співвідношенням поживних речовин. Такі добрива, як нітроамфоска, нітрофоска, фосфат сечовини, карбоамфоска, можуть застосовуватися на всіх ґрунтах під усі культури.

**Мікродобрива** – добрива, які містять бор, марганець, молібден, цинк, мідь та інші мікроелементи, необхідні рослинам у невеликій кількості. До них відносяться, відповідно, борні, молібденові, мідні тощо. Ці елементи виконують важливі фізіологічні функції, беруть участь у окисно-відновних процесах, активізують асимілюючу здатність рослин.



### **2.6.12. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування азотних добрив**

Основне правило рекомендацій з складання системи азотного удобрення – як мінімум визначити кількість доступного нітратного азоту в ґрунті на період посіву (посадки) і мати прогнозовану оцінку мінералізації азоту органічних сполук протягом періоду вегетації, особливо за високої насиченості органічними добривами.

Ефективність використання азотних добрив підвищується за стрічкового внесення або обприскування рослин розчинами.

Загальним правилом щодо встановлення необхідності та доз підживлення є використання результатів рослинної діагностики. Сполучки азоту можуть легко втрачатись і тому повинні вноситись таким чином, щоб відразу бути задіяними у живленні культур. Пізні підживлення не рекомендовані, так як призводять до високого вмісту залишкового мінерального азоту в ґрунті на період збирання врожаю.

Завдяки добрій розчинності азотних добрив у воді їх можна застосовувати (за винятком карбамідформу) до сівби, під час сівби і у будь-якій фазі розвитку рослин. Систематичне застосування аміачних добрив без періодичного вапнування ґрунту призводить до зменшення їх ефективності. Тому аміачні добрива з вапном слід вносити у такому співвідношенні: на 100 кг аміачної селітри 60-70 кг вапна, на 100 кг сульфату амонію – 100-130 кг вапна.

Нітратні форми азотних добрив не поглинаються ґрунтом, тому їх не слід вносити завчасно, особливо у районах достатнього зволоження або штучного зрошення. Усі нітратні добрива фізіологічно лужні і за систематичного застосування сприяють нейтралізації кислотності ґрунтового розчину, їх насамперед слід вносити під час сівби і для підживлення сільськогосподарських культур.

Рідкі азотні добрива найефективніші за внесення під глибоку оранку. Перед сівбою їх слід вносити лише тоді, коли у верхніх шарах ґрунту достатньо вологи і немає загрози підсушування. За інших умов рідкі азотні добрива краще вносити під час підживлення рослин. Ефективність азотних добрив значно підвищується, якщо удобрені рослини забезпечені фосфором і калієм.

Дози азоту залежать від біологічних особливостей культур, способу внесення добрива, родючості та вологості ґрунту, попередника. Якщо культура висівається після багаторічних бобових трав, то азотні добрива під неї не вносять або вносять у невеликих дозах. У районах недостатнього зволоження азотні добрива вносять у невеликих кількостях, а в умовах зрошення – це основне добриво.

**Способи внесення.** Як правило, азотні добрива вносять розкидним способом перед посівом, посадкою або протягом періоду вегетації у підживлення. Швидка заробка добрив у ґрунт рекомендована особливо тоді, коли вони містять  $\text{NH}_4^+$  з метою запобігання втрат аміаку.

Якщо дефіцит азоту буде виявлено пізніше, під час вегетації культур можливе обприскування рослин розчинами азотних добрив. Використання розчинів сечовини є більш ефективним, ніж поверхневе внесення аміачної селітри. У вирощуванні високоцінних культур також використовується фертигація.

Перед застосуванням азотних добрив потрібно проводити ґрунтову і рослинну діагностику з метою запобігання накопичення нітратів у продукції рослинництва вище ГДК.

**Основні заходи щодо запобігання забрудненню продукції рослинництва нітратами**

*1. Дотримання умов і регламентів застосування азотних добрив:*

- визначення вмісту амонійного та нітратного азоту в ґрунті на початок вегетації рослин і внесення азотних добрив з урахуванням його вмісту;
- раціональне поєднання різних форм азотних добрив (амонійних, нітратних, амідних);
- урахування максимально допустимих норм азоту мінеральних добрив (табл. 2.35);
- коригування норм азотних добрив аж до повного їх виключення з урахуванням вмісту в ґрунті фосфору, калію, мікроелементів, кислотності ґрунту;
- визначення потреби у підживленнях та коригування доз підживлення за даними ґрунтової та рослинної діагностики;

➤ підживлення культур азотними добривами дозою не більше 15-20 кг/га діючої речовини і не пізніше ніж за 1,5-2 місяці до збирання врожаю;

➤ локальне внесення (дає змогу зменшити дозу добрив удвічі).

Таблиця 2.35

**Максимально допустимі норми азоту мінеральних добрив під картоплю та овочеві культури в різних зонах України, кг/га д. р. (О.І. Циганенко)**

Культура	Степ		Лісостеп		Полісся	
	Урожайність, ц/га	Норма добрива	Урожайність, ц/га	Норма добрива	Урожайність, ц/га	Норма добрива
Картопля - без зрошення	-	-	300	110	300	110
- зрошення	300	105	300	120	-	-
Капуста - без зрошення	-	-	400	60-90	500	60-90
- зрошення	600	90 - 140	600	60-120	600	90-120
Томати - без зрошення	400	45-60	350	90	300	60-90
- зрошення	600	120	400	120	-	-
Огірки - без зрошення	-	-	250	60	500	45
- зрошення	350	120	300	90	250	60
Морква	450	90	450	60-90	150	45-60
Цибуля - без зрошення	200	45-60	200	45-60	150	45-60
- зрошення	300	90	300	60-90	-	-
Столові буряки	500	60	400	45-60	450	45-60

У разі внесення органічних добрив норми мінеральних азотних добрив треба зменшувати, а при плануванні невисокого врожаю –

взагалі не вносити. Під баштанні культури за врожаю менше 150 ц/га на фоні органічних добрив азотні не застосовують, за врожаю 200 – 250 ц/га їх норма становить 60 кг/га в разі внесення органічних добрив і 90 кг/га діючої речовини – без внесення органічних добрив.

2. *Забезпечення необхідного запасу в ґрунті обмінного калію, рухомих форм фосфору, мікроелементів* за рахунок внесення органічних і мінеральних добрив, інших заходів (наприклад, боротьба з ерозією).

3. *Створення оптимального для рослин кислотно-лужного середовища вапнуванням ґрунту* внесенням фізіологічно нейтральних або лужних добрив тощо.

4. *Проведення ощадливої обробки ґрунту* з метою недопущення надмірної мінералізації азотовмісних органічних сполук.

5. *Застосування інгібіторів нітрифікації.*

6. *Створення умов для високоінтенсивної фотосинтетичної діяльності та подовження періоду вегетації рослин:*

- оптимізація водно-теплого та поживного режимів ґрунту;
- ефективний захист рослин від хвороб та шкідників;
- дотримання агротехнічних строків сівби;
- вирощування середньо- та пізньостиглих сортів і гібридів

рослин та ін.

Надходження нітратів у організм людини з продукцією рослинництва можна зменшити, добираючи для харчування відповідні частини рослин. Найменший вміст нітратів у листках, дещо більший – у черешках і найбільший – у стеблах та коренях. Технологічна переробка продукції рослинництва (очищення та промивання, квашення, соління, варіння тощо) також зменшує вміст нітратів у ній.

### **2.6.13. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування фосфатних добрив**

Норми фосфорних добрив розраховується на основі результатів аналізів ґрунту. Основними правилами застосування фосфатних добрив є наступні.

1. Якщо метою удобрення є внесення «достатньої» кількості фосфору, то величина рекомендованої норми відповідає виносу (із врахуванням невеликої кількості на втрати) у даній сівозміні.

2. Фосфатні добрива треба вносити в суворо оптимальних дозах з урахуванням потреб рослин, оскільки за їх надмірної кількості за перший рік рослини використовують лише 10-25% фосфору, а за рахунок післядії – до 60%.

3. При зростанні вмісту фосфору в ґрунті існує ризик збільшення його міграції. Норми внесення фосфорних добрив необхідно зменшувати. Основні фактори, що впливають на міграцію фосфору в ґрунті, можна розділити на 3 групи: транспортний фактор, джерела надходження фосфору і технології управління фосфатним режимом ґрунтів. Транспортний фактор включає механізми, за якими фосфор мігрує в агроландшафтах. Це величина опадів, зрощення, ерозія, поверхневий змив. Факторами джерел надходження фосфору є вміст фосфору в ґрунті та форми, у яких він вноситься із добривами. Технологічний фактор включає: строки, способи внесення фосфорних добрив, а також обробіток ґрунту.

У зв'язку з існуванням потенційного ризику міграції фосфору у водоймища та необхідністю запобігання евтрофікації американськими вченими запропоновано оцінювати території залежно від величини ризику міграції фосфору показником *фосфатного індексу*.

Фосфор швидко включається в хімічні, фізико-хімічні і біологічні процеси, які відбуваються у ґрунті. Проте, фосфоритне борошно зберігається у ґрунті у вигляді часточок добрива досить довго, залежно від ступеню кислотності ґрунту, активності біологічних процесів і фізіологічної кислотності внесених азотних і калійних добрив.

За тривалого застосування суперфосфату в ґрунті нагромаджується більше фосфатів тривалентних металів, а у разі внесення фосфоритного борошна – більше фосфатів кальцію. Різна рухливість і доступність залишкового фосфору цих добрив визначає їх післядію. Тому за розподілу добрив у сівозміні слід враховувати не тільки загальну родючість ґрунту, а й форми добрив, внесених у попередні роки.

## 2.6.14. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування калійних добрив

Сировиною для виробництва калійних добрив є природні калійні солі, з яких найпоширенішими є сільвініт, каїніт, лангбейніт, полігаліт. Велике родовище цих солей є в Прикарпатті.

Властивості калійних добрив наведено у табл. 2.36.

**Таблиця 2.36**

### *Характеристика найважливіших калійних добрив*

*(М.М. Городній та ін., 2003)*

Добриво	Вміст калію, % K <sub>2</sub> O	Фізичні властивості
Хлорид калію	60+0,6	Гігроскопічний, злежується
- перший сорт	58+0,6	
- другий сорт	54+0,6	
Сульфат калію	50+1	Негігроскопічний, не злежується
перший сорт	46+1	
Калійна сіль змішана 40%-на	не менше 40,0	Малогігроскопічна, злежується
Калій-електроліт (відпрацьований)	45,5	
"Калімагнезія марок "А" і "Б"	29+1;	Не злежується
Калієво-магнієвий концентрат	18+1;	Не злежується
Каїніт природний	10+0,5	Малогігроскопічний, злежується
Сільвініт мелений	22,0	Малогігроскопічний, злежується

### **Правила збалансованого застосування калійних добрив**

1. Калійні добрива значно підвищують урожайність сільськогосподарських культур, якщо використовувати їх разом із азотними та фосфорними, або лише із фосфорними й органічними добривами. Окремо калійні добрива можна застосовувати тільки на осушених тор-

фовищах, торфоболотних ґрунтах і заплавах, які забезпечені іншими елементами живлення.

2. Калійні добрива найбільш ефективні на бідних на калій дерново-підзолистих ґрунтах легкого гранулометричного складу та торфових ґрунтах. На дерново-підзолистих ґрунтах велике значення мають калійно-магнезійні добрива (шеніт, полігаліт, калімагнезія, калімаг тощо).

Магній у таких добривах водорозчинний, і тому ці добрива є для рослин кращим джерелом магнію, ніж вапняки або доломіти. Ефективність калійних добрив на кислих ґрунтах значно підвищується на фоні вапнування.

3. На чорноземах калійні добрива застосовують переважно під культури, які засвоюють багато калію (цукрові буряки, плодови).

4. На сіроземах калійні добрива застосовують тільки на зрошуваних ділянках.

5. На солонцюватих, солонцях і солончакуватих ґрунтах калійні добрива вносити недоцільно.

6. Ефективність різних форм калійних добрив залежить від супровідних елементів, таких, як натрій, магній, сірка, хлор тощо.

Щодо впливу різних форм калійних добрив сільськогосподарські культури можна поділити на такі групи:

1) культури, найчутливіші до хлору, який особливо негативно впливає на якість урожаю: тютюн, ефіроолійні, цитрусові, виноградники; ці культури добре реагують на внесення безхлорних калійних добрив;

2) картопля, зернобобові і бобові, гречка, які краще розвиваються за внесення безхлорних, сульфатних форм і концентрованих калійних солей;

3) льон, коноплі, бавовник, огірки, які добре реагують на внесення концентрованого хлориду калію; під льон, особливо на дерново-підзолистих ґрунтах, краще застосовувати сульфат калію;

4) зернові культури, трави; найефективніші для цих культур хлорид калію і 40%-на калійна сіль;

5) цукрові, столові буряки, кормові коренеплоди і злакові трави

– добре реагують на калійні добрива, в складі яких міститься натрій.

Середні норми калійних добрив для більшості сільськогосподарських культур становлять 45-60 кг  $K_2O$ /га. Для таких культур, як цукрові буряки, картопля, тютюн, плодові й овочеві, норми калійних добрив треба збільшувати до 90-120 кг  $K_2O$ /га.

### **2.6.15. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування комплексних добрив**

Світова практика свідчить, що найбільш економічно вигідно використовувати не прості добрива, а складні і складнозмішані. Це пов'язано із великою економією на транспортних витратах, будівництві складів, витратах на тару та засоби механізації.

Найпоширенішими є азотно-фосфорні та азотно-фосфорно-калійні комплексні добрива, які випускаються промисловістю в твердому (порошкоподібні або гранульовані) та рідкому стані (рис. 2.23).

**Рідкі комплексні добрива** можна застосовувати для підживлення одночасно з внесенням мікроелементів та пестицидів. Сума елементів у потрійному РКД не повинна перевищувати 30%, оскільки подальше збільшення вмісту елементів живлення призводить до випадання осаду.

**Суспендовані комплексні добрива (СКД) виробляються** у США, Німеччині, Франції, Угорщині, країнах СНД. Суспендовані добрива поєднують деякі переваги твердих та рідких добрив. Особливістю цього добрива є те, що компоненти суспензії не кристалізуються з розчину у вигляді твердого осаду. Для цього в суміш вводять деяку частину стабілізуючого компонента суспензії, яким можуть бути глинисті мінерали, азотовмісні розчини, РКД, карбамід, суперфосфат, хлорид калію (табл. 2.37).

Якщо немає достатньої кількості і потрібного асортименту комплексних добрив, виготовляють тукосуміші.



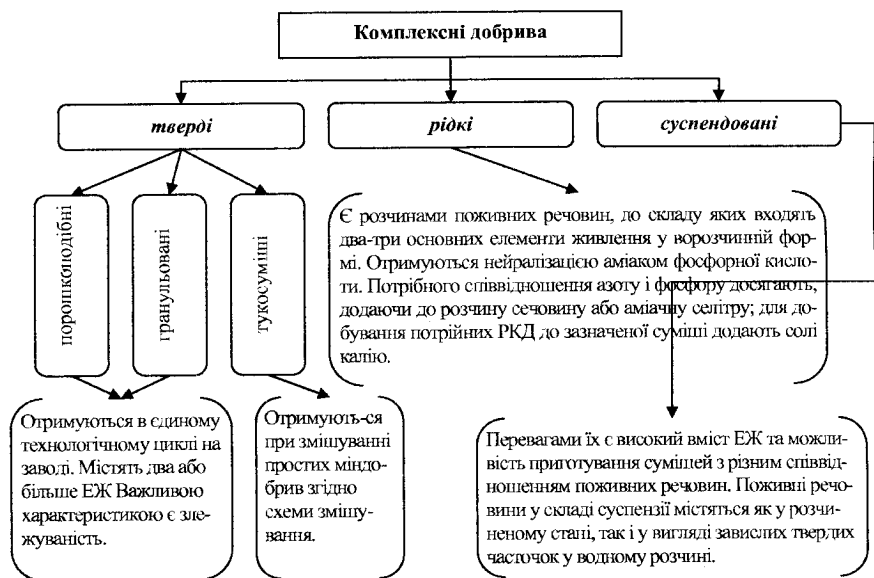


Рис. 2.23. Класифікація та характеристики комплексних добрив

Таблиця 2.36

**Характеристика основних твердих комплексних добрив**  
(М.М. Гордній та ін., 2003)

Добриво	N:P:K	Масова частка, %			Гігроскопич.	Злежуваність
		N+P+K	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> – (водорозч. форма)	H <sub>2</sub> O		
Амофос	1:4:0	62-64	90	0,5	65	Не злежується
Діамфос	1:2,5:0	64-66	90	0,6	72	Не злежується
Нітроамфос	1:1:0	46-51	95	0,9	58	Сильно злежується
Нітроамфоска	1:1:1	51-55	95	0,9	54	Сильно злежується
Нітрофос	1,4:1:0	40-42	45	0,9		Сильно злежується
Нітрофоска	1:1:1	32-34	55	1,1	59	Сильно злежується
Азофоска	1:1:1	48-50	85	-	-	Сильно злежується

Калієва селітра	1:0:3,5	59	-	-	-	Не злежується
Карбоамофоска	1:1:1	60	95	-	-	Не злежується
Змішані та складнозмішані	0:1:1	26-28	80	0,9	-	Сильно злежується
	1:1:1	30-33	80	1,0	-	
	1:1,5:1	25-28	80	1,0	-	

**Тукоsumіш** - це механічна суміш добрив, до складу якої входять два і більше елементів живлення. Ці добрива потрібно перемішувати, щоб зберегти їх сипкість: за виготовлення суміші не повинно бути втрат поживних речовин. Під час змішування слід враховувати власності окремих видів добрив (див. табл. 2.38.).

Таблиця 2.37

## Склад суспензій на основі РКД 10-34-0, кг/м

(за Ю.А. Смирновим, 1987)

Суспензія (N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O)	Азото- вмісний розчин (28-0-0)	Карба- мід	РКД	Хлорид калію (60% K <sub>2</sub> O)	Глина	Вода
13-13-13	328	203	383	217	20	70
4-14-21	103	63	412	350	20	270
10-20-10	147	90	589	167	20	211
5-10-30	74	45	294	500	20	253
15-5-20	484	295	148	334	20	217

Таблиця 2.38

## Умови змішування основних простих добрив

№ п/п	Добриво	Умови змішування														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Аміачна селітра	Д	У	У	У	У	У	У	У	У	Н	У	У	У	Н	Н
2	Сечовина	Н	Д	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	Н	Н
3	Сульфат амонію	Н	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	У	У	Д	Н	Д
4	Суперфосфат простий	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	У	Д	Н	Д
5	Суперфосфат простий нейтралізований	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	У	Д	Н	Д
6	Суперфосфат подвійн	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	У	Д	Н	Д
7	Суперфосфат гранульований	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	У	Д	Н	Д
8	Преципітат	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	У	Д	Н	Д
9	Фосфоритне борошно	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	У	Д	У	Д	Н	Д
10	Томасшлак, фосфатшлак	Н	У	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	У	Н	У	Д	Д	Н
11	Амофос, діамофос	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Н	Д	У	Д	Н	Н
12	Хлорид калію, силвініт, 40%-на калійна сіль, каїніт	У	У	У	У	У	У	У	У	У	У	Д	Д	У	Д	Д
13	Сульфат калію	У	У	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	Д	У	Д
14	Вапно, попіл	Н	У	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Д	У	У	У	У	Н
15	Гній, послід	Н	У	Н	Д	Д	Д	Д	Н	Д	Н	Н	Д	Д	Н	Д

**Примітка:** Д – добрива можна змішувати;

У – добрива можна змішувати тільки при негайному внесенні в ґрунт (за певних умов внесення);

Н – добрива змішувати не можна

Недопустимість змішування окремих простих добрив зумовлена хімічними реакціями між їхніми солями, в результаті чого утворюються в'язкі або рідкі сполуки, що не дозволяє ефективно внести і розподілити добриво у ґрунті. Добрива, які можна змішувати тільки

при негайному внесенні в ґрунт, потребують спеціальних умов змішування (для більшості видів добрив – суха погода, дотримання порядку змішування, застосування нейтралізуючих речовин (крейди, фосфоритного борошна тощо).

### **2.6.16. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування мікроелементних добрив**

Для забезпечення оптимального режиму живлення рослин, крім макроелементів, їм необхідні мікроелементи.

Не зважаючи на надзвичайно низький вміст мікроелементів у рослинах, роль їх дуже велика (див. розд.2.6, Ч.ІІ.). До мікроелементів відносять Mn, Fe, Co, Cu, Zn, B, Mo, V, іноді Li, Ag, Ni. Кількість мікроелементів, що надходить із добривами, необхідно контролювати більш уважно, ніж кількість макроелементів. Різниця між дефіцитом і токсичним рівнем деяких мікроелементів дуже мала. Тому мікроелементи можна вносити тільки тоді, коли є впевненість у їх необхідності і точно відомо, скільки потрібно вносити.

Відповідно до хімічного складу (за мікроелементом, який міститься у добриві) мікродобрива прийнято поділяти на марганцеві, мідні, цинкові, борні, молібденові тощо. За агрегатним станом вони бувають тверді і рідкі. Тверді мікродобрива відповідно до їх розчинності бувають водорозчинними, розчинними в органічних (лимонній, оцтовій) та мінеральних кислотах. Застосовують мікродобрива з урахуванням вмісту мікроелементів у ґрунті (табл. 2.39), сортогенетичних особливостей культур, способу внесення добрива.

Крім того, слід враховувати, що майже всі макродобрива, які виробляються на основі природної сировини, містять домішки мікроелементів (табл. 2.40).

Характеристику та рекомендації щодо застосування мікродобрив наведено у табл.2.41.

Таблиця 2.39

**Орієнтовні норми забезпеченості ґрунтів рухомими формами мікроелементів (екстрагенти за Я. В. Пейве-Г. Я. Рінкіс)**

Ступінь забезпеченості	Вміст мікроелементів, мг/кг ґрунту					
	В (H <sub>2</sub> O)	Zn (1 н. KCl)	Mn (0,1 н. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )	Cu (1 н. HCl)	Mo (оксалатний буферний розчин з рН=3,3)	Co (1 н. HNO <sub>3</sub> )
Низький	0,23	0,7	00,0	1,5	0,1	1,0
Середній	0,34-70	0,8-1,5	31-70	1,6-3,3	0,11-0,22	1,1-2,2
Високий	0,71	1,6	71	3,4	0,23	263

Таблиця 2.40

**Орієнтовний вміст мікроелементів у деяких мінеральних та органічних добривах (М.М. Городній та ін., 2003)**

Макродобриво	Можливий вміст мікроелемента, мг/кг					
	Mn	B	Mo	Zn	Cu	Co
Сульфат амонію	0-40	0-6	0,1-0,2	1-500	0,3-10	0-0,1
Фосфоритне борошно	40-1800	3-180	0,1-60	4-1000	1-300	1-10
Суперфосфат простий	10-1000	20-100	2-10	1-600	1-270	1-10
40 %-на калійна сіль	0-8	0-10	0-0,5	1-3	0-10	-
Сульфат калію	1-13	3-40	0-0,3	2-8	0-10	0,1
Карбонат кальцію	40-1200	0-10	0,1-15	0-450	2-125	0,2-12
Складні комплексні добрива	0-50	4-700	1-7	25-360	1-80	0,4
Гній (мг/т)	180-240	30-40	2,5-3,2	200-450	25-35	1-1

Таблиця 2.41

## Характеристика та способи застосування мікродобрив

(М.М. Городній та ін., 2003)

Назва добрива	ДСТУ, ТУ	Хімічна формула (склад)	Вміст діючої речовини, %	Під які культури застосовується	Доза	Спосіб застосування
Борний суперфосфат гранульований	ТУ 6-08-262-73	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \cdot \text{H}_3\text{BO}_3$	$\text{P}_2\text{O}_5$ -20,0; В-0,2	Цукрові буряки, кормові коренеплоди, соняшник, зернобобові, гречка, овочі, плодови	2-4 кг/га ; 1-1,5 кг/га	Основне і рядкове удобрення
Бормагнієве добриво	ТУ 6-08-279-73	$\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{MgSO}_4$	В-2,2 MgO-14,0	Те ж саме	20 кг/га	У ґрунт в суміші із основними мінеральними добривами
Борна кислота	ТУ 48-01-14-70	$\text{H}_3\text{BO}_3$	В-17,0	Те ж саме, на-сінники багаторічних трав і овочеві культури Зернобобові	500 г/га  50-75 кг/га	Позакореневе підживлення  Рядкове
Молібденізований суперфосфат		$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + (\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$	Mo-0,1 $\text{P}_2\text{O}_5$ -20	Горох, вика, соя  Конюшина, люцерна	25-50 г/ц на-сіння в 2 л води  500-800 г/ц на-сіння в 2-3 л води	Обприскування на-сіння

Молібденово-кислий амоній	ТУ 48-29-1-73	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	Mo-52	Горох, кормові боби, вика, конюшина, люцерна Плодові, ягідні	200 г/га  100-200 г/га	Позакореневе підживлення  Те саме
Сірчано-кисла мідь	ТУ 109-8-2-61	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Cu - 25,4	Зернові, коноплі, цукрові буряки, кормові боби, горох  Плодові, ягідні	50-100 г/ц насіння  200-300 г/га  500-1000 г на 100 л води	Обпудрювання насіння  Позакореневе підживлення  Позакореневе підживлення після цвітіння
Піритні (колчеданні) огарки	ТУ 6-08-239-72	$\text{Fe}_2\text{O}_3$ , $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , $\text{CuSO}_4$	$\text{CuO}$ -2-3, Fe-50 домішки Mn, Co, Zn	Пшениця, ячмінь, коноплі, кормові боби, горох  Цукрові буряки, зернові, кукурудза  Овочі, олійні	5-6 г/га за сівозміну  2-3 ц/га  3,5-1 ц/га	Основне удобрення восени або навесні  Основне удобрення  В рядки
Марганізований суперфосфат	ТУ 6-08-171-70	$\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{MnSO}_4$	Mn -1-2 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> - 20	Пшениця, кукурудза, Горох  Цукрові буряки	50 г + 300 г тальку на 1 ц насіння  10 г + 400 г тальку на 1 ц насіння	Обпудрювання насіння  Те саме

Сірчано-килий марганець	ТУ 6-09-1781-72	MnSO <sub>4</sub> · 5H <sub>2</sub> O	Mn - 22,8	Пшениця, кукурудза, горох, цукрові буряки Плодові і ягідні культури	200 г/га 600-1000 г/га	Позакореневе підживлення Те саме
Сірчано-кислий цинк	ДСТУ 87-23-58	ZnSO <sub>4</sub>	Zn-22	Зернові, горох, кукурудза, цукрові буряки, соняшник	10 г/га	Те саме
Цинкові полімікродобрива (пмд)	МРТУ 6-08152-69	ZnO-19,6%, 17,4% силікатного цинку, 21,1% оксиду заліза, сліди Mo	-	Плодові і ягідні культури Кукурудза	1-2 кг/га 400 г/ц насіння	Те саме Обпудрювання перед посівом

Оскільки норми мікродобрів є невеликими за вагою, то найбільш доцільно їх застосовувати в умовах тісного контакту із рослиною – локальним внесенням, підживленням та обпудрюванням насіння, щоб максимальна кількість поживного елемента була спожита рослиною, а не закріплена ґрунтом.

### ***Питання для самоконтролю:***

1. Назвіть основні принципи збалансованого використання високопродуктивних земель у сільськогосподарському виробництві .
2. Назвіть основні методи стабілізації та забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах .
3. Яка роль гумусу у функціонуванні агроєкосистеми та забезпеченні родючості ґрунту?
4. Які методи регулювання гумусового стану ґрунтів є найпоширенішими?



5. На яких загальних принципах базується оцінка органічних добрив як джерела гумусоутворення?
6. Які переваги та недоліки торфу, сапропелю, пташиного посліду та сидератів порівняно з іншими видами органічних добрив?
7. В чому полягає екологічна небезпека застосування сечі та гноївки в якості органічних добрив?
8. Що таке «вермикомпост» і які його переваги та недоліки порівняно з іншими видами органічних добрив?
9. Назвіть основні принципи функціонування агроєкосистем та роль мінеральних добрив у їх забезпеченні.
10. Що таке «поживний режим ґрунту» і якими методами він регулюється?
11. Які типи живлення рослин існують?
12. Які форми азоту, фосфору та калію ґрунту відповідно відносяться до доступних рослинам?
13. Які біохімічні процеси перетворення сполук азоту в ґрунті існують?
14. Які сполуки формують азотний, фосфатний та калійний фонд ґрунтів?
15. Назвіть основні фактори забезпеченості рослин доступним азотом, фосфором та калієм відповідно.
16. Назвіть фактори забезпеченості рослин доступними мікроелементами.
17. Охарактеризуйте основні принципи проектування збалансованих сівозмін та систем застосування добрив.
18. Назвіть складові балансу елементів живлення і визначте, за рахунок чого вони формуються.
19. Охарактеризуйте основні наукові принципи збалансованого застосування мінеральних добрив
20. Які резерви підвищення ефективності добрив існують на сьогодні в світі?

## Розділ 3. ВІДТВОРЕННЯ РОДЮЧОСТІ ДЕГРАДОВАНИХ ҐРУНТІВ

### 3.1. Зменшення ерозійних втрат та захист ґрунтів від ерозії

Комплекс протиерозійних заходів на певній території залежить від ступеню ерозійної небезпеки (див. табл.3.1-3.2). При цьому слід розрізняти водно- і вітро- ерозійну небезпеку, оскільки ці два процеси створюються за різних природних передумов, але посилюються часто одними і тими ж антропогенними факторами.

*Таблиця 3.1*

*Комплекс протиерозійних заходів залежно від ступеню розвитку водно-ерозійних процесів (В.В. Медведєв та ін., 1995)*

№ п.п.	Ступінь розвитку водно-ерозійних процесів	Протиерозійні заходи
1.	<i>Нормальний</i> $P_e < 1,5 N_e$	Загальноприйняті технології вирощування сільськогосподарських культур та іншого використання земельних ресурсів без додаткового протиерозійного упорядкування території.
2.	<i>Задовільний</i> $1,5 N_e \leq P_e < 3 N_e$	Критичний аналіз технологій використання земельних ресурсів. Виявлення і усунення грубих помилок у технологічному процесі. Зниження сільськогосподарського навантаження на ландшафти (зменшення площі ріллі, мінімалізація технологій тощо).
3.	<i>Передкризовий</i> $3 N_e \leq P_e < 5 N_e$	Розробка генеральної схеми протиерозійних заходів. Невідкладний перехід на екологічно безпечні технології. Агрolandшафтне протиерозійне упорядкування на підставі розроблених проєктів.
4.	<i>Кризовий</i> $5 N_e \leq P_e < 7 N_e$	Різка скорочення ріллі (не менш ніж на 40-50%). Зміна спеціалізації сільського господарства, формування кормової бази за рахунок природних кормових угідь. Повсюдне суцільне заліснення малорозвинених сильнодеградованих та малопродуктивних

		земель. Систематичний всебічний контроль за використанням земель, налагоджування оперативного кризового моніторингу.
5.	<b>Катастрофічний</b> $P_e \leq 7N_e$	Планування спеціальної меліорації і рекультивуації земель. Скорочення ріллі більше ніж на 50%. Оголошення території зоною екологічного лиха, що потребує державних заходів відповідно до чинного законодавства.

Примітка:  $P_e$  – річні водно-ерозійні втрати ґрунту, т/(га рік),

$N_e$  – норма ерозії, т/(га рік).

Таблиця 3.2.

**Комплекс протидефляційних заходів залежно від ступеня вітро-ерозійної небезпеки (В.В. Медведєв та ін., 1995)**

Ступінь розвитку вітро-ерозійних процесів	Протиерозійні заходи
<b>Нормальний</b> $P_\delta < 20N_\delta$	Звичайні або ґрунтозахисні технології.
<b>Задовільний</b> $20 N_\delta \leq P < 30N_\delta$	Мінімальні, аж до «нульових», технології обробітку ґрунту. Потрібні інженерні розрахунки втрат ґрунту. Відстань між основними лісосмугами не більша від 15-20-кратної висоти насаджень.
<b>Передкризовий</b> $30 N_\delta \leq P < 50N_\delta$	Ґрунтозахисні системи обробітку ґрунту. Інженерні розрахунки втрат ґрунту і розрахунки оптимальних відстаней між основними лісосмугами.
<b>Кризовий</b> $50 N_\delta \leq P < 100N_\delta$	Мінімальні системи ґрунтозахисних обробітків. Обов'язкові розрахунки втрат ґрунту і оптимальних відстаней між лісосмугами. Необхідні зміни у співвідношенні основних угідь, помірне зволоження при зрошенні.
<b>Катастрофічний</b> $P \geq 100N_\delta$	Необхідні зміни у співвідношенні площ основних угідь. Спеціальні меліорації та радикальні зміни системи господарювання, заходи проти осолонцювання, засолення ґрунтів та опустелювання.

Примітка:  $P_\delta$  – річні дефляційні втрати ґрунту, т/(га рік),

$N_\delta$  – норма дефляції, т/(га рік).

Щоб зменшити ступінь ерозійної небезпеки, потрібно, в першу чергу, поліпшити показник антропогенного перетворення ландшафтів басейнів річок. Таким чином, головними заходами попередження розвитку водної ерозії ґрунтів є наступні:

1) збалансована структура ландшафтів басейну річки, де повинні переважати природні кормові угіддя (див. розд.1.4, Ч.2);

2) контурно-меліоративна організація території земельних угідь басейну річки (див. розд.1.4., Ч.2).

3) збалансована система землеробства в басейні річки (див. розд.2.2, Ч.2);

Ступінь дефляційної небезпеки території оцінюється за тим же принципом, що і водно-ерозійної. Але в нормуванні небезпеки розвитку дефляції ґрунтів застосовують інші прямі показники: перевищення втрат ґрунту над багаторічною нормою ерозії, періодичність посух, зниження гідротермічного коефіцієнта, віддаль перенесення пилу. Саме три останніх показники і є передумовами розвитку дефляції: якщо ГТК низький, то періодичність посух збільшується, рівень зволоження ґрунту зменшується і виникають умови для розвитку дефляції. Щоб ґрунтові маси переміщувалися, потрібна сила вітру і відсутність перепон (рослинного покриву, лісосмуг тощо). Якщо умови складаються таким чином, то дефляція прискорюється і перевищує природну норму дефляції.

Комплекс необхідних протидефляційних заходів встановлюють залежно від ступеню розвитку вітроерозійних процесів (дані табл. 3.2.).

Як видно із наведених таблиць, найбільш дієвим і визначальним заходом попередження розвитку ерозійних процесів та захисту еродованих земель є зміна структури агроландшафтів у басейні річки в бік збільшення площ лісів та природних кормових угідь. При цьому, організація території басейну річки повинна відповідати принципам КМОТ (див. розд.1.4., Ч.2).

### **3.1.1 Лукомеліоративні протиерозійні заходи**

На землях, де ступінь прояву водно-ерозійних процесів визначає передкризовий та кризовий стан – на крутих схилах, у заплавах річок кращим способом докорінного поліпшення угідь, що запобігає розвитку ерозії, є прискорене залуження багаторічними травами, без попереднього посіву однорічних культур. Грунтозахисна здатність багаторічних трав 1-го року використання – 92%, 2-го року – 97%, 3-го року використання – 99%, в той час як однорічних сумішок (горох, вика, овес або кукурудза з горохом і викою) – 65%.

На еродованих землях II та III ЕТГ головною вимогою при освоєнні схилів під кормові угіддя є запобігання виникненню або зведення до мінімуму ерозії під час перезалуження. Тому всі види робіт обробітку ґрунту і підготовки його до посіву трав повинні бути спрямовані на послаблення поверхневого стоку талих та зливових вод. Щоб зменшити розмивання схилів при прискореному залуженні, обробіток ґрунту і посів трав проводять лише поперек схилів.

Найбільш ефективним ґрунтозахисним заходом є смугове залуження схилів. В перший рік залуження оброблені і засіяні смуги шириною 25-30 м чергуються з необробленими, зайнятими природним травостоєм смугами шириною від 10 до 20 м. Природний травостій на початку освоєння є буфером, який захищає ґрунт від змиву і розмиву. Після утворення міцної дернини під сіяними багаторічними травами (через 1-2 роки) готують під залуження смуги із природним травостоєм.

При створенні сіяних сіножатей і пасовищ на схилах велике значення має оптимальний підбір видів травосумішей з урахуванням районування сортів. Видовий склад формують залежно від призначення травостою (сіножать, пасовище, комбіноване використання), планованого агрофону (застосування добрив, меліорантів, зрошення). У створенні сіяних травостоїв перевагу слід віддавати бобово-злаковим травосумішкам, які є стійкими проти витоптування, довговічними, дають краще збалансований корм тощо.

***Рекомендовані види трав для залуження схилів Лісостепу пів-***

### *нічного, центрального і Полісся:*

- **злакові:** стоколос безостий, вівсяниця лучна, тимофіївка лучна, грястиця збірна, райграс багатоукісний і пасовищний;
- **бобові:** люцерна синьогібридна, конюшина лучна, конюшина повзуча.

### *Рекомендовані види трав для залуження схилів Лісостепу південного:*

- **злакові:** стоколос безостий, костриця лучна, райграс високий, пирій безкореневищний, стоколос прямий, пирій сизий, житняк вузьколистий, ламкоколосник ситниковий;
- **бобові:** еспарцет, люцерна синьогібридна, а в південних районах люцерна жовта і жовто-гібридна; на засолених ґрунтах – буркун білий та жовтий.

У Степовій зоні потрібно диференційовано підходити до підбору і розміщення трав на різних схилах в залежності від крутизни і експозиції. При цьому *небажано* включати в травосумішки трави із різними строками настання сінокісної і пасовищної стиглості. При створенні сіножатей найбільш оптимальними у Степовій зоні є травосумішки еспарцету піщаного із стоколосом, житняком, райграсом. Ці сумішки можна висівати на менш родючих південних схилах; на північних схилах висівають суміші люцерни з пирієм сизим або повзучим.

### **3.1.2. Лісомеліоративні протиерозійні заходи**

Лісомеліоративні насадження відносяться до протиерозійних заходів постійної дії із тривалими строками окупності. Вони диференціюються за меліоруючими функціями та місцем розміщення.

*Лісові насадження протиерозійного комплексу* повинні бути багатofункціональними. В районах з істотним шаром поверхневого стоку талих вод та інтенсивним снігоперенесенням їх головним завданням є ефективний вплив на процеси формування поверхневого стоку за рахунок позамежового впливу на напрямок і швидкість вітру, температуру повітря і ґрунту, динаміку снігового покриву, інтен-

сивність танення снігу. Одночасно вони забезпечують захист сільськогосподарських культур від суховійних вітрів.

*Створення протиерозійних лісонасаджень в басейні річки повинно проходити згідно наступних правил (С.Ю. Булигін).*

1. Для зарегулювання поверхневого стоку на примережевих схилах в залежності від довжини, крутизни, гідрокліматичних та інших особливостей застосовуються як основні, так і додаткові водорегулюючі (стокорегулюючі) лісові смуги. Відстань між ними встановлюється з урахуванням їх граничного впливу на процеси формування поверхневого стоку талих вод на прилеглих полях, допустимих нерозмиваючих швидкостей водних потоків (для зябу), ступеня крутизни схилу і форми його профілю, ухилу і шорсткості поверхні схилу, інтенсивності атмосферних опадів.

2. Границі стокорегулюючих лісових смуг повинні влаштуватися таким чином, щоб ширина фронту горизонтального підходу стоку була максимальною для даних умов рельєфу і по своїй величині наближалася до їх загальної довжини. По коротких сторонах полів водорегулюючі лісові смуги необхідно розміщувати суворо перпендикулярно до горизонталей із застосуванням розпилювачів стоку.

3. На крутих схилах із концентрованим поверхневим стоком і переважанням сніговітропотоків, які мають, паралельний до горизонталей напрям, доцільно застосовувати улоговинно-смугові (куртинні) лісові насадження спеціальної конструкції.

4. Для підвищення ефективності безпосереднього впливу лісових насаджень на поверхневий стік (за рахунок пониження його швидкості, розпилення та інфільтрації) вони повинні сполучатися із простими протиерозійними гідротехнічними спорудами.

Лісові насадження в протиерозійному комплексі є меліорантом тривалої дії. Висока їх функціональна ефективність забезпечується відповідним підбором дерев і чагарників, застосуванням найбільш доцільних схем змішування і розміщення у посадках, спеціальними лісівницькими доглядами, збереженням захисної дії за рахунок своєчасного відтворення посадок у конкретних місцях. На території з вираженим рельєфом водорегулюючі лісові смуги застосовуються на

водозбірних схилах у якості основних, додаткових і допоміжних.

*Основні водорегулюючі лісові смуги* шириною 9-12 м розміщують на границях приводороздільного і примережевого фонду по горизонтелях із деяким їх випрямленням у місцях пересічення улоговин.

*Додаткові водорегулюючі лісові смуги* шириною 7-9 м на примережевому схилі застосовують у тих випадках, коли основна смуга такого ж призначення не забезпечує повного зарегулювання поверхневого стоку із водозбору, внаслідок чого проявляється розмивання ґрунту в нижній частині примережевого схилу та на берегах гідрографічної мережі. Їх розміщують як безпосередньо вздовж бровки гідрографічної мережі (прибалочні), так і на деякій віддалі від неї в межах площі примережевого схилу, а при наявності сильного розмиву берегів мережі – безпосередньо вздовж її бровки.

Для посилення безпосередньої дії водорегулюючих лісових смуг на концентрований стік з водозбору в їх склад на робочих ділянках вводять додаткову кількість чагарників. На дрібноулоговинних схилах (при водозборі улоговин до 0,5 га) із невеликим мілкоструменним стоком на робочих ділянках в крайні рядки смуг вводять до 25% низькорослих чагарників. За умов наявності на схилах як дрібних, так і великих улоговин (площею до 1 га), по яких проходить більш концентрований стік. На робочих ділянках полів у склад лісо-смуг вводять до 50% чагарників при змішуванні їх із чистими рядами деревних порід. На схилах із великими улоговинами (площею 1-3 га) з порівняльно великим обсягом концентрованого стоку, лісові смуги на робочих ділянках створюють із одних щільних рядів чагарника.

*Водорегулюючі лісові смуги розміщують* з урахуванням рельєфу водозборів, на основі розрахунків, поперек схилу (по контуру горизонталей) *таким способом:*

- • паралельно-прямолінійно – на схилах із прямим поперечним профілем;
- • паралельно-контурно-прямолінійно – на схилах збираючого і розсіваючого типу із рівномірною віддаллю між горизонтелями;



- • паралельно-контурно – на схилах збираючого і розсіюючого типу з рівномірною віддаллю між горизонталями;
- • контурно-паралельно із спрямленням на улоговинах – на схилах із нерівномірною віддаллю між горизонталями.

Проектування водорегулюючих лісових смуг здійснюється від вододілу по схилу до бровки гідрографічної мережі.

*Водорегулюючі лісові смуги при контурному їх розміщенні повинні забезпечити:*

- • повне зарегулювання або безпечне скидання надлишку стоку заданої забезпеченості;
- • ув'язку мережі лісосмуг з іншими лінійними елементами організації території;
- • конфігурацію полів і робочих ділянок, зручну для контурного обробітку ґрунту;
- • ефективне сполучення лісосмуг із простими гідротехнічними спорудами;
- • сприятливі умови для використання ґрунтообробної, посівної і збиральної техніки шляхом спрямлення трас лісосмуг в місцях пересічення улоговин і долин.

Обґрунтування оптимальних параметрів систем водорегулюючих лісових насаджень приводиться в проекті протиерозійних заходів в ув'язці з проектом внутрігосподарського землевпорядкування. Розміщення водорегулюючих лісосмуг та інших захисних лісових насаджень здійснюється одночасно із протиерозійною організацією території.

В таблиці 3.3. подається орієнтовна віддаль між водорегулюючими лісосмугами.

Оптимальна ширина лісосмуг як із водозатримуючими, так і водонаправляючими гідротехнічними спорудами диференційована за природними зонами і крутизною схилів і наведена в табл.3.4.

Рекомендована відстань між рядами у Степу – 3 м, Лісостепу – 2,5 м, а в нижньому міжрядді, в якому улаштовується канава – 3 м. В усіх випадках загальна ширина лісосмуг, включаючи гідротехнічну споруду, не повинна перевищувати 12 м.

Таблиця 3.3

**Ширина міжсмугових віддалей для водорегулюючих лісосмуг на ґрунтах різних типів (С.Ю. Булигін)**

№ лісосму- ги від лінії вододілу	Сірі лісові ґрунти	Чорнозе- ми вилуго- вані	Чорнозе- ми звичайні	Чорнозе- ми південні	Темно- каштано- ві ґрунти	Світло- каштано- ві ґрунти
1*	<u>300</u> 0,6	<u>300</u> 0,6	<u>250</u> 0,6	<u>200</u> 0,5	<u>175</u> 0,4	<u>125</u> 0,3
2	<u>360</u> 3,1	<u>400</u> 3,7	<u>470</u> 4,1	<u>400</u> 2,9	<u>350</u> 2,2	<u>250</u> 1,1
3	<u>210</u> 5,9	<u>240</u> 6,7	<u>250</u> 7,0	<u>270</u> 6,3	<u>350</u> 6,4	<u>250</u> 3,4
4	-	-	-	-	-	<u>250</u> 6,6

\*Для першого міжсмугового простору приводиться відстань від вододілу.

В знаменнику - крутизна схилу на верхній межі поясу відновлення родючості ґрунтів

Таблиця 3.4.

**Оптимальна ширина лісосмуг у сполученні із гідротехнічними спорудами (С.Ю. Булигін)**

Крутизна схилу, град.	Типи споруд	Робоча ви- сота земля- ного валу, м	Ширина* лісової смуги, м	
			Степ	Лісостеп
1-2**	Водозатримуючі або водона- правляючі земляні вали	0,3-0,4	9	8
2,1-3	Канава з валом	0,4-0,5	9	8
3,1-4	Канава з валом	0,5-0,7	9	6
4,1-5	Канава з валом збільшеного розміру при підсипці ґрунту бульдозером	0,7-0,9	6	6
5,1-6	Те ж саме	0,9-1,1	6	6

\* зменшення ширини лісових смуг із збільшенням крутизни схилів проводиться у зв'язку із одночасним скороченням міжсмугової відстані;

\*\*для районів інтенсивного вияву водної ерозії.

Конструкція лісосмуг у Лісостепу повинна бути продувною, у Степу – ажурною. На розчленованих улоговинами схилах проекту-

ються змінні по довжині конструкції лісових смуг, які в межах уловин повинні бути ажурними, а на підвищеннях між ними – продувними.

Асортимент порід для лісосмуг визначається ґрунтово-кліматичними умовами і додатковим цільовим призначенням насаджень. Як правило, лісові смуги створюють із однієї головної породи і 1-2 супутніх. По уловинах вводяться чагарники (до 50% від числа посадкових місць).

В зонах недостатнього і нестійкого зволоження на схилах від 1° до 6° лісосмуги поєднуються із водонаправляючими земляними валами і валами-канавами. Надлишок стоку нерозмиваючої швидкості відводяться з-під лісового пологую по валах-канавах.

Гранично допустимий ухил траси лісосмуг і валів водонаправляючого типу, а також необхідна відстань між лісосмугами встановлюються розрахунковим шляхом.

### **3.1.3. Консервація земель**

В сучасних умовах, при дефіциті ресурсів і коштів, в т.ч. на впровадження ефективних ґрунтоводоохоронних заходів, важливим напрямком зменшення інтенсивності ерозійних процесів, подальшої деградації сільськогосподарських ландшафтів і ґрунтового покриву, є виведення із обробітку малопродуктивних ерозійно небезпечних земель із послідуною консервацією.

**Консервація земель** – процес виведення з обробітку сильно- та середньородованих земельних ділянок в комплексі із слабоородованими ґрунтами.

Консервація буває постійна і тимчасова (до 10 років).

Виведення орних земель під консервацію здійснюється в порядку, передбаченому при проведенні землеустрою із затвердженням документації районною адміністрацією, або за клопотанням власників землі і землекористувачів. Строки і умови консервації визначаються в угодах, заключених власниками землі і землекористувачами з державною адміністрацією району або міста.

Таким чином нині в Україні у завдання консервації входить (С.Ю. Булигін):

1) вивести з ріллі під постійну консервацію сильно- і середньоєродовані землі, а також землі, котрі розташовані на схилах більше  $5^\circ$  із послідуочим їх залуженням або залісненням;

2) вивести зі складу ріллі під постійну консервацію сильнодефльовані землі;

3) вивести під тимчасову консервацію землі з ухилом  $3-5^\circ$  із сильно- та середньоєродованими ґрунтами в комплексі із слабоєродованими із послідуочим їх залуженням.

З урахуванням того, що середньо- та сильноєродовані ґрунти знаходяться у комплексі із слабоєродованими і навіть повнопрофільними при практичному їх вилученні зі складу ріллі, площа земель, що відводяться під постійну та тимчасову консервацію, збільшується до 30%.

Подальше зменшення інтенсивності обробітку земель в агроландшафтах можливо здійснювати без виводу їх зі складу ріллі та сільськогосподарських угідь за рахунок збільшення у структурі посівних площ багаторічних трав, в т.ч. шляхом організації вивідних полів багаторічних трав (на 3-5 років) в інтенсивних, кормових і ґрунтозахисних сівозмінах, а також організації лукопасовищних угідь на орних землях, що особливо відноситься до Поліської зони. Таким шляхом площа земель, що обробляються, може бути іще зменшена без виведення їх із сільськогосподарського використання.

## **3.2. Відтворення родючості деградованих ґрунтів зрошуваних земель**

Тривалі стаціонарні дослідження вчених показали, що еволюція ґрунтів при зрошенні може йти як шляхом збереження властивостей без істотних змін, так і шляхом розвитку процесів деградації. Напряма та швидкість ґрунтових процесів визначаються якістю поливних вод, кліматичними та гідрогеологічними умовами регіонів, рельєфом, початковими властивостями ґрунтів, технікою та технологією зрошення

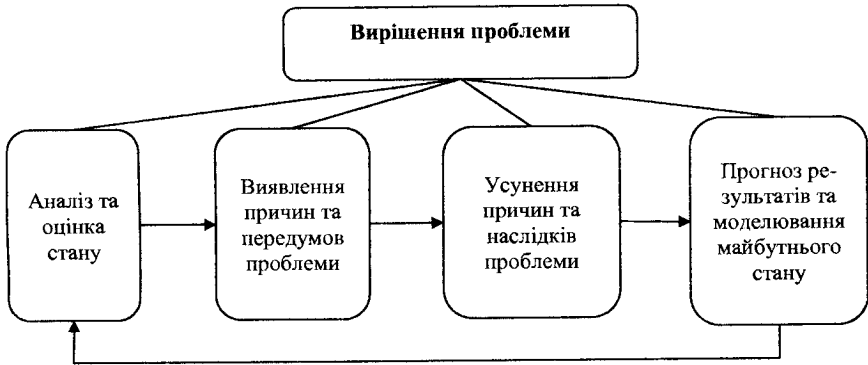
та культурою землеробства. Деградація ґрунтів при зрошенні не стає неминучою стадією їх розвитку, а виявляється тільки за певних умов.

У ґрунтовому покриві зрошуваних земель виділяють найбільш розповсюджені процеси деградації, основними антропогенними причинами яких є: низький рівень гідроізоляції зрошувальної мережі, порушення режимів зрошення та поливу, недостатній рівень органічного удобрення ґрунтів, нераціональні системи обробітку зрошуваних ґрунтів, низький рівень якості поливної води (див. табл. 3.5). Зазначені причини в комплексі із рядом природних передумов активізують розвиток основних процесів деградації. Загалом більшість зазначених у табл. 3.5 процесів деградації ґрунтового покриву характерна майже для усіх зрошуваних земель Степу та південного Лісостепу України. Більшість цих процесів складають один і той самий ряд деградації, у якому один процес породжується іншим. Загалом можна виділити такі основні ряди деградації:

- 1) підтоплення та оглеєння,
- 2) осолонцювання та руйнування ГВК,
- 3) дегуміфікація,
- 4) агрофізична деградація.

Кожен із цих рядів потребує певного комплексу заходів відтворення родючості ґрунтів. Слід мати на увазі, що на території розвитку зрошуваного землеробства присутні й інші процеси деградації ґрунтового покриву (так звані неспецифічні), зумовлені причинами, не пов'язаними зі зрошенням. Серед таких процесів слід виділити: ерозію, збіднення ґрунтів на елементи живлення внаслідок розбалансованого удобрення, агрофізичну деградацію внаслідок нераціональних систем обробітку ґрунту та ін. Крім того, велика частина зрошуваних земель має настільки деградований ґрунтовий покрив, що у ряді випадків такі землі слід піддати консервації. Консервація цих земель дозволить частково вирішити проблему розбалансованої структури земельного фонду і таким чином запобігти розвитку прискореної ерозії ґрунтового покриву.

Загалом під час вирішення будь-якої проблеми потрібно використовувати логічний ланцюг (див. рис. 3.1).



*Рис.3.1. Логічний ланцюг вирішення проблеми*

Тому для обґрунтування комплексу заходів відтворення родючості деградованих ґрунтів на зрошуваних землях дотримуватимемося логічного ланцюга. Виходячи із логічного ланцюга, для достовірної діагностики стану ґрунтового покриву зрошуваних земель необхідна достовірна інформаційно-аналітична основа. Нині у якості таких основ використовують ГІС. Для інформаційного забезпечення ГІС необхідна добре налагоджена система моніторингу земельних ресурсів. Оскільки нині єдиної системи не існує і питаннями моніторингу земельних ресурсів займаються окремі відомства, а програми моніторингу окремих компонентів земельних ресурсів часто не узгоджені як у просторі та часі, так і за методологічними підходами, то обмін інформацією між окремими відомствами нині досить обмежений. Єдина ГІС «Земельні ресурси» дозволить вирішити зазначені вище проблеми і забезпечить повний обмін інформацією та її достовірність за рахунок узгоджених методологічних підходів. До складу ГІС «Земельні ресурси» повинні увійти не лише ландшафтно-географічні, ґрунтові карти, картограми, показники еколого-агрохімічного стану ґрунтового покриву, а й блок моделювання та прогнозування процесів ґрунтоутворення, який дозволить би оцінити майбутні наслідки проєктованих природоохоронних заходів.

Таблиця 3.5

**Основні специфічні процеси деградації ґрунтового покриву  
зрошуваних земель та їх причини**

Фактори виникнення ПДГП		Наслідки (тип ПДГП)
природні передумови	антропогенні причини	
1. Погана природна дренаваність ґрунтів і материнських порід	1. Інфільтраційні втрати води зі зрошувальної мережі	1. Підйом РГВ → підтоплення → утворення гідроморфних ґрунтів
2. Реліктові ознаки засолення ґрунтового профілю 3. Розміщення території в зоні впливу морського гідрологічного режиму	2. Перевищення поливних норм	2. Підйом РГВ $\geq h_{кр}$ → активізація галохімічних процесів → осолонцювання ґрунтів → піддуження ґрунтового розчину → перетворення ґрунтових мінералів → пептизація органо-мінеральних колоїдів → агрофізична деградація та дегуміфікація
-	3. Низькоякісна поливна вода	3. Техногенне забруднення ґрунтів важкими металами, фтором тощо
	4. Висока інтенсивність дощування	4. Руйнування ґрунтових агрегатів інтенсивним штучним дощем → кіркоутворення → посилення випотного режиму ґрунту, розвиток процесів водної ерозії;
	5. Нераціональне розміщення рівчаків-водотоків при поверхневому зрошенні	5. Лінійна ерозія ґрунтового покриву → дегуміфікація, збіднення ґрунтів на елементи живлення → агрофізична деградація
4. Теплий клімат	6. Недостатні норми органічних добрив	6. Дегуміфікація як наслідок посиленої діяльності мікроорганізмів в умовах зрошення та нестачі компенсації органічного удобрення ґрунту

Оптимальним варіантом масштабу ГІС «Земельні ресурси» є уся держава, тобто землі різних цільових категорій, оскільки земельний фонд і ландшафтно-територіальна основа являють собою єдине ціле і

на стан ґрунтового покриву сільськогосподарських угідь впливають стан і процеси, які відбуваються у землях лісового, водного фонду, урбанізованих територій тощо.

Отже, маючи достовірну інформаційно-аналітично-прогностичну основу у вигляді ГІС «Земельні ресурси», можна зробити досить вичерпний аналіз сучасного рівня деградації ґрунтового покриву зрошуваних земель (наслідки). Така інформація дозволяє встановити причини розвитку процесів деградації, на основі яких і обґрунтовується комплекс заходів розширеного відтворення родючості деградованих ґрунтів зрошуваних земель. Загалом екологічні прорахунки використання зрошуваних земель могли бути допущені на таких основних рівнях:

1) *організаційний* (розбалансована організація структури земельного фонду, посівних площ, територій землекористувань);

2) *експлуатаційний* (нераціональне проектування та експлуатація зрошувальних меліоративних систем, результатом чого стали високі інфільтраційні втрати води зі зрошувальної мережі, перевищення поливних норм, надмірна інтенсивність дощування, нераціональна нарізка зрошувальних борозен, використання низькоякісної поливної води);

3) *агротехнічний* (розбалансовані сівозміни, системи обробітку ґрунту, застосування добрив та захисту рослин).

Тому комплекс заходів відтворення родючості деградованих ґрунтів зрошуваних земель передбачає два етапи:

1) усунення наслідків – меліорація ґрунтів: розсолення (гіпсування солонців + промивка), нейтралізація кислотності солодей, підвищення рівня дренаваності та аерованості гідроморфних ґрунтів за рахунок плантажної оранки та агротехнічних і гідромеліоративних методів дренажу.

2) усунення причин – прорахунків: збалансоване використання меліорованих ґрунтів на рівні організації, експлуатації та агротехніки, виходячи із названих причин (див. табл.3.6).

Отже, названі групи заходів відтворення родючості деградованих ґрунтів зрошуваних земель передбачають наступні заходи.



***Організаційні заходи:***

- 1) біоцентрично-сітьова організація ЛТС басейнів малих річок на основі збалансованої структури земельних угідь;
- 2) контурно-меліоративна організація територій землекористувачів;
- 3) організація збалансованої структури посівних площ та сівозмін;
- 4) забезпечення системи районуваного рослинництва із врахуванням реліктових та вторинних ознак засолення ґрунтового покриву.

Заходи на рівні організації забезпечать попередження процесів ерозії ґрунтового покриву, замулення зрошувальної мережі, зменшать непродуктивні втрати води на випаровування та інфільтрацію, забезпечать захист ґрунтів від переосушення та створять сприятливий мезо- і мікроклімат в басейнах малих річок та агрокосистемах.

***Експлуатаційні заходи:***

- 1) проведення реконструкції зрошувальних систем, якій повинна передувати детальна ґрунтово-меліоративна зйомка зрошуваних земель;
- 2) застосування автоматизованих інформаційно-довідкових систем управління режимами зрошення, якістю іригаційної води, кальцієвим та поживним режимами і т.п.

Заходи на рівні експлуатації зрошувальних систем забезпечать попередження непродуктивних втрат води зі зрошувальної мережі на інфільтрацію, попередять підняття РГВ вище критичної межі (рівня солевмісного горизонту), руйнування агрегатів ґрунту сильним дощем дощувальних машин, високу швидкість струменевого розмиву ґрунту та ерозійні втрати при поверхневому зрошенні борознами, забруднення ґрунтів важкими металами та ін. токсичними сполуками від низькоякісної зрошувальної води.

***Агротехнічні заходи:***

- 1) застосування систем глибокого обробітку ґрунту на погано аерованих та дренажних ґрунтах із ознаками вторинного засолення (плантажна, ярусна оранка);

- 2) застосування органо-мінеральних систем удобрення із підвищеними нормами органічних добрив;
- 3) біологічні та інтегровані системи захисту рослин – дозволять підтримувати високий рівень біологічної активності ґрунту;
- 4) компенсаційне вапнування слабокислих та кислих ґрунтів (у разі застосування гідролітично кислих форм міңдобрив).

Заходи на рівні систем землеробства (агротехнічні) забезпечать попередження таких процесів деградації як руйнування ГВК, погіршення складу увібраних катіонів, дегуміфікація, збіднення ґрунтів на елементи живлення, підкислення ґрунтового розчину солодей.

Таким чином, описаний комплекс заходів дозволить зменшити ознаки процесів деградації та попередити подальший їх розвиток. При цьому важливим елементом управління родючістю деградованих ґрунтів є прогноз наслідків такого управління, котрий має бути закладений у ГІС «Земельні ресурси», яка є точкою відліку попереднього планування заходів відтворення родючості та перевірочним пунктом можливих екологічних наслідків, а відтак – і точкою коригування дій.

### **3.3. Збалансоване використання та відтворення родючості деградованих ґрунтів осушуваних земель**

Осушувані землі з ознаками деградації ґрунтів мають місце майже у всіх регіонах їх поширення.

До основних специфічних процесів деградації, що відмічаються на осушуваних землях, відносяться:

- 1) переосушення ґрунтів;
- 2) спрацювання торфовищ і утворення торфових зґарищ;
- 3) сильне озалізнення і окарбоначення осушуваних ґрунтів;
- 4) виходи на поверхню безплідної мінеральної породи (внаслідок зняття гумусового шару при проведенні культуртехнічних робіт);
- 5) вторинне засолення осушуваних ґрунтів.

Крім того, в результаті аварій на ЧАЕС значні площі цих ґрунтів

потрапили до категорії радіоактивно забруднених.

Серед різних типів кризових ситуацій на осушуваних землях є типи, які характерні тільки для певного геохімічного регіону (засолення, наприклад, для Лівобережного Лісостепу, алюмінізація для поверхнево оглеєних ґрунтів Прикарпаття і Закарпаття тощо) і типи, які можуть мати місце у всіх без виключення природних регіонах поширення осушуваних земель (наприклад, дегуміфікація ґрунтів, спрацювання торфовищ тощо).

Як і у випадку зрошуваних земель, розробка комплексу природоохоронних заходів базується на результатах оцінки та прогнозу стану осушуваних земель – на ГІС «Земельні ресурси».

Нині до нормованих ґрунтово-екологічних показників осушуваних земель, котрі моніторяться періодично, відносяться:

- 1) вміст гумусу;
- 2) кислотність ґрунтового розчину ( $\text{pH}_{\text{сол}}$ );
- 3) ступінь насичення основами;
- 4) вміст легкогідролізованих форм азоту;
- 5) вміст нітратного азоту;
- 6) вміст рухомих форм фосфору, магнію;
- 7) ступінь розкладу і зольності торфу;
- 8) ступінь забруднення ґрунту радіонуклідами та токсикантами.

Залежно від результату оцінки загального екологічного стану (див. розд. 6. Ч.I) та окремих лімітуючих показників розробляється комплекс природоохоронних заходів (за логічним ланцюгом) – див. рис. 3.1. Ключовим моментом у розробці заходів є етап виявлення типів процесів деградації та їхніх причин. Типи процесів деградації перераховано вище, а причини – це прорахунки на таких етапах використання осушуваних земель: проектування осушувальних систем, експлуатація осушувальних систем, система землеробства (організація та технології). Крім того, існують неспецифічні процеси деградації ґрунтового покриву, названі у розд. 8., Ч.I. Причини та природні передумови розвитку специфічних ПДГП осушуваних земель наведено в табл.3.6.

Крім зазначених у табл. 3.6 ПДГП на осушуваних землях мають

місце й такі неспецифічні процеси як дегуміфікація, декальцинація, підкислення ґрунтового розчину, агрофізична деградація та прискорення ерозійних процесів. Крім того, вода меліоративних каналів часто містить решки мінеральних добрив та пестицидів, які змиваються поверхневим стоком та інфільтруються у ґрунтові води в умовах нерационального застосування. Як відомо, меліоративні канали несуть свої води у річкову мережу, тому виникає небезпека додаткового забруднення поверхневих водойм вказаними сполуками, а відтак – і небезпека розвитку процесів евтрофікації та токсикації водойм.

Тому комплекс заходів відтворення родючості деградованих ґрунтів осушуваних земель передбачає два етапи:

- 1) усунення наслідків – меліорація ґрунтів: нейтралізація кислотності та створення умов для укріплення ГВК.
- 2) усунення причин – прорахунків – збалансоване використання меліорованих ґрунтів на рівні проектів реконструкції гідромеліоративних систем, організації, експлуатації та агротехніки, виходячи із названих причин (див. табл.3.6).

Заходи на рівні організації забезпечать попередження процесів ерозії ґрунтового покриву, замулення осушувально-зволожувальної мережі, захист ґрунтів від переосушення та створять сприятливий мезо- і мікроклімат в басейнах малих річок та агроекосистемах.

### ***1. Організаційно-експлуатаційні заходи :***

- 1) розробка довгострокової програми водних, хімічних, фітобіологічних та інших меліорацій гідроморфних земель з метою поступової трансформації їх в землі високої якості з метою створення стабільного продовольчого фонду України;
- 2) забезпечення збалансованої структури земельних угідь: ріллі, пасовищ, сіножатей, багаторічних насаджень, створення буферних природоохоронних смуг, ренатуралізація земель кризового стану, створення стійких агроландшафтів; контурно-меліоративна організація територій землекористувань;
- 3) удосконалення господарювання на осушуваних землях, визначення вартості та створення капіталу земель меліоративного фонду, режиму його відтворення і збільшення;

4) організація збалансованої структури посівних площ та сівозмін із додатковим насиченням багаторічними травами, проміжними культурами та сидератами;

5) збереження торфовищ та припинення процесів їх спрацювання за рахунок консервації.

6) реконструкція гідромеліоративних систем в напрямку двостороннього автоматичного регулювання процесів осушення і зволоження за рахунок прогамного забезпечення та створення мережі датчиків рівня зволоженості ґрунту та шлюзів-регуляторів рівня води в меліоративних каналах,

7) постійний технічний контроль за режимом функціонування дренажних систем і систем водорегулювання, підтримання відмінного експлуатаційного стану меліоративних каналів та відновлення їхньої пропускної здатності: скошування бур'янів, очищення русел від донних відкладів.

Заходи на рівні систем землеробства (агротехнічні) забезпечать попередження таких процесів деградації як руйнування ГВК, погіршення складу увібраних катіонів, дегуміфікація, збіднення ґрунтів на елементи живлення, підкислення ґрунтового розчину солодей.

## **2. Агротехнічно-меліоративні заходи:**

1) ведення систем адаптивного землеробства та районуваного рослинництва;

2) застосування орґано-мінеральних систем удобрення із підвищеними нормами орґанічних добрив, котрі компенсують втрати орґаніки за рахунок покращеної аерації ґрунту, укріплять ГВК та запобігатимуть прискореному розвитку процесів опідзолення та лесиважу;

3) дроблення норм мінеральних добрив на малі дози, що дозволить уникнути підвищеної концентрації солей міндобрив у ґрунтовому розчині та запобігти їх інфільтраційним втратам, пригніченню біологічної активності ґрунту, зростанню кислотності ґрунтового розчину та руйнуванню ґрунтових орґано-мінеральних колоїдів.

4) вапнування кислих ґрунтів, що дозволить також стабілізувати ГВК і закріпити новоутворені гумусові сполуки в ґрунті;

Таблиця 3.6

**Основні специфічні процеси деградації ґрунтового покриву  
осушуваних земель та їх причини**

Фактори виникнення ПДГП		Наслідки (тип ПДГП)
природні передумови	антропогенні причини	
<p>1. Природні нерівності рельєфу та глибини залягання РГВ</p> <p>2. Строкатість ґрунтового покриву</p>	<p>1. Спрощення у проєктах осушувальних систем, які не враховували неоднорідностей рельєфу та ґрунтового покриву.</p> <p>2. Проєктування гідромеліоративних систем однонаправленої дії (осушувальних)</p> <p>3. Завищені показники глибини залягання дренажу</p> <p>4. Грубе планування поверхні землі при будівництві меліоративної системи</p>	<p>1. Пониження РГВ нижче <math>h_{крп}</math> → розрив капілярної кайми → недостатній рівень зволоження кореневмісного шару ґрунту → пониження біологічної активності ґрунту → погіршення росту і розвитку рослин, прискорення розвитку дефляції торфовищ та мінеральних переосушених ґрунтів.</p> <p>2. У періоди нестачі вологи однонаправлена осушувальна система сприяє переосушенню ґрунтів, особливо легкого гранулометричного складу.</p> <p>3. Неоднорідний ґрунтовий покрив має різну швидкість фільтрації і вологемності, що потребує різних параметрів режиму осушення → переосушення окремих ґрунтових відмін.</p> <p>4. Поширення зони впливу осушувальної меліоративної системи на прилеглі території → порушення гідрологічного режиму територій → зміна видового складу флори і фауни → зменшення біорізноманіття.</p>
<p>3. Ознаки оглеєння профілю перезволожених ґрунтів (вміст закисних форм заліза, алюмінію)</p>	<p>Винесення частини глейового горизонту на поверхню землі при будівництві меліоративної системи, плануванні поверхні землі, глибокому відвальному обробітку ґрунту</p>	<p>Насичення орного шару ґрунту сполуками заліза та алюмінію → підвищення кислотності ґрунту.</p>
<p>4. Переважання анаеробних процесів в умовах оглеєння та торфоутворення</p> <p>5. Органогенні ґрунти – великі акумулятори вологи</p>	<p>Привнесення додаткового кисню в органогенні ґрунти за рахунок осушення та розорювання</p>	<p>Окислення торфу → спрацювання торфовищ → утворення торфових згаринц → втрата акумуляторів вологи → низький рівень регулювання природних піків повеней і паводків → збільшення частоти і масштабів стихійних лих.</p>
<p>6. Високий рівень дренаваності ґрунтів легкого гран. складу</p>	<p>Підвищення рівня дренаваності ґрунтів</p>	<p>Посилення процесів інфільтраційних втрат водорозчинних сполук → прискорення процесів опідзолення та лесиважу</p>

5) застосування біологічних та інтегрованих системи захисту рослин – дозволить підтримувати високий рівень біологічної активності ґрунту, а відтак – і швидкості процесів гуміфікації.

Таким чином, якщо дотримуватися зазначених заходів і забезпечити розширене відтворення деградованих ґрунтів осушувальних систем, то вдасться укріпити ГВК та покращити якість води у каналах-водоприймачах та поверхневих водоймах.

### **3.4. Відтворення родючості кислих і засолених ґрунтів**

#### **3.4.1. Загальні принципи**

Кислі ґрунти поширені головним чином у Поліссі, Лісостепу, Карпатах, Передкарпатті та Закарпатті (близько 11 млн. га, в тому числі 4,4 млн. га ріллі з рН менше 5,6 одиниць). Солонцеві комплекси поширені головним чином в Степу та Лісостепу (4,1 млн. га, в тому числі 2,0 млн. га орних земель).

Нормування та оцінка агроекологічного стану даних ґрунтів проводиться за такими основними критеріями:

- 1) кислотність ґрунтового розчину ( $pH_{\text{вод}}$  і  $pH_{\text{сол}}$ );
- 2) коефіцієнт рН- буферної ємності;
- 3) гідролітична кислотність;
- 4) ступінь насиченості колоїдного комплексу ґрунту основами (кальцієм, магнієм і натрієм);
- 5) показники вапняного ( $pH...0,5$  рСа) і солонцевого ( $pNa...0,5$ рСа) потенціалів;
- 6) вміст рухомих форм алюмінію.

На основі результатів оцінки агроекологічного стану розробляється комплекс заходів розширеного відтворення родючості.

На підставі названих критеріїв встановлюються категорії кислих і солонцевих ґрунтів та встановлюється ступінь їхньої піддатності вторинному підкисленню і підлуженню (за рН-буферної ємності). Ступінь піддатності вторинному підкисленню і підлуженню вапняного ( $pH...0,5$  рСа) і солонцевого ( $pNa...0,5$ рСа) потенціалів є дуже важ-

ливим в умовах застосування гідролітично кислих і лужних форм мінеральних добрив, розбалансованого живлення тощо. Його величина визначає ступінь небезпеки застосування цих агротехнічних заходів.

Практика хімічної меліорації і землеробства свідчить, що саме на нестійких ґрунтах з дуже вразливим кислотно-лужним середовищем (з низькою рН-буферністю) найчастіше виникають кризові агро-екологічні ситуації. На землях, що схильні до підкисленн, підлуження або осолонцювання, чи мають ознаки вияву цих процесів, застосовують три категорії природоохоронних заходів: профілактичні, оперативні та перспективні (В.В. Медведєв та ін., 1995). Ці заходи спрямовані на усунення причин підкислення і підлуження та відповідних набутих ознак деградації.

#### **Оперативні заходи:**

- 1) хімічні меліорації для нейтралізації лужної реакції ґрунту, впливу кислих добрив;
- 2) збалансування співвідношення основних елементів живлення (N, P, K і Ca) в ґрунтовому розчині при внесенні мінеральних і органічних добрив та меліорантів;
- 3) вилучення із сівозміни культур, які не переносять кислотне чи лужне ґрунтове середовище, і перехід на адаптивну технологію вирощування сільськогосподарських культур.

#### **Профілактичні заходи:**

- 1) контроль за зміною рН і визначення рівня схильності ґрунтів до зміни рН;
- 2) виявлення і усунення причин, які призводять до підкислення і підлуження (невідрегульоване внесення мінеральних і органічних добрив, часті кислотні дощі, розбалансовані сівозміни тощо);
- 3) жорсткий режим раціонального землекористування, землеробської культури, дотримання технологій окультурення і відтворення родючості ґрунтів.

#### **Перспективні заходи:**

- 1) зміна характеру використання кислих і солонцевих земель в напрямку спеціалізації їх для вирощування кормових культур, кормових чагарникових і лісових насаджень;



2) перехід промислових підприємств на нові екологічно безпечні технології і усунення кислотних промислових викидів в атмосферу, в зрошувальні води тощо;

3) виробництво і застосування нових видів і форм мінеральних добрив, яким властивий побічний меліоративний ефект (наприклад, вуглеамонійних солей);

4) виробництво і застосування ефективних хімічних меліорантів, які вільні від забруднюючих домішок і характеризуються високою розчинністю;

Таблиця 3.7

**Категорії солонцевих комплексів за їх екологічною оцінкою і піддатливістю меліорації (В.В. Медведєв та ін., 1995)**

Категорія піддатності меліораціям	Тип ґрунту
<b>Найбільш висока</b>	Степові і лучно-степові солонцеві комплекси: темнокаштанові і каштанові солонцюваті, солонці степові і лучно-степові. РГВ – менше 7 м; карбонатний горизонт залягає близько до поверхні (45-60 см).
<b>Висока</b>	Степові і лучно-степові солонцеві комплекси: чорноземи південні залишково солонцюваті, темнокаштанові, каштанові солонцюваті, лучно-каштанові солонцюваті в комплексі із солонцями. РГВ = 3-7 м; карбонатний горизонт знаходиться на глибині 60- 70 см (рідше 55-60 см).
<b>Середня (задовільна)</b>	Степові солонцеві комплекси: чорноземи солонцюваті і солонці на третинних глинах. РГВ - більше 10 м, ґрунтові води містять хлористі солі, які нерідко служать причиною реставрації солонцюватості.
<b>Низька</b>	Лучні і лучно-степові солонцеві комплекси: чорноземно-лучні солонцювато-солончакові, лучні солонцювато-солончакові в комплексі з солонцями – солончаками.
<b>Дуже низька</b>	Лучні, лучно-болотні і болотні солончаково-солонцюваті комплекси: поверхнево солонцюваті, солончакові, солонці-солончаки заболочені. РГВ =0,8-1,5 м, засолення з поверхні, оглеєння сильно виражене, содовий хімізм.

5) створення нових культурних видів і сортів рослин, які переносять кисле і лужне середовище, легко адаптуються і дають високі та якісні врожаї.

Серед перерахованих заходів відтворення родючості кислих, лужних і засолених ґрунтів важливе місце займають хімічні меліорації, які дозволяють привести деградований ґрунт у нормальний стан досить швидко і є невід'ємним першочерговим оперативним заходом, котрий усуває наслідки – ознаки самого процесу деградації – підкислення чи осолонцювання.

#### *Приклад*

*Ваннування кислих піщаних і навіть супіщаних ґрунтів Полісся дуже швидко змінює реакцію ґрунту із кислого середовища в нейтральне і навіть в слабо лужне. Це створює несприятливі умови для вирощування таких основних для Полісся культур як картопля, люпин, жито, льон і інші, що адаптовані до кислого середовища ґрунту.*

### **3.4.2. Агроекологічні основи хімічних меліорацій кислих ґрунтів**

Реакція ґрунту відіграє важливу роль у розвитку рослин і ґрунтових мікроорганізмів, впливає на швидкість і напрямок перебігу у ньому хімічних і біохімічних процесів, рівень засвоєння рослинами елементів живлення.

Реакція ґрунтового розчину залежить від співвідношення у ньому іонів  $H^+$  та  $OH^-$ . Концентрацію іонів  $H^+$  виражають величиною рН:

$$pH = -\lg [H^+]$$

Залежно від рН усі ґрунти поділяють на:

сильнокислі – рН=3...4;	кислі – рН=4...5,5;
слабо кислі – рН=5,5...6,5;	нейтральні – рН=6,5...7,5;
лужні – рН=7,5-8;	сильно лужні – рН=8...9.

Кисла реакція властива дерново-підзолистим і болотним ґрунтам, нейтральна – чорноземам, лужна – каштановим ґрунтам, сіроземам та солонцям.

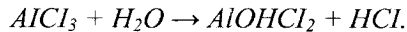
При цьому кислотність ґрунтового розчину формують не лише іони  $H^+$ .

**Кислотність ґрунту**— це властивість, зумовлена наявністю іонів  $H^+$  у ґрунтовому розчині та обмінних іонів  $Fe^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  і  $Mn^{2+}$  у ґрунтовому вбирному комплексі.

Розрізняють два види кислотності ґрунту: актуальну і потенціальну.

*Актуальна кислотність* зумовлюється наявністю в ґрунтовому розчині органічних кислот та гідролітично кислих солей алюмінію і заліза. Кислоти в ґрунтовому розчині з'являються внаслідок виділень корневих систем рослин (слабкі органічні кислоти), внаслідок розщеплення вугільної кислоти ( $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$ ).

Гідролітично кислі солі алюмінію і заліза здатні утворювати сильну кислоту внаслідок перебігу реакції гідролізу:



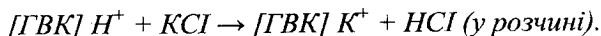
Проте підкислення ґрунтового розчину за наведеною схемою має місце в ґрунтах, не насичених основами. У тих, вбирний комплекс яких насичений катіонами  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  тощо, актуальної кислотності не виявлено.

Актуальну кислотність можна визначити вимірюванням рН водної витяжки ґрунту.

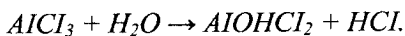
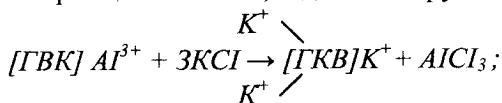
*Потенціальна кислотність* зумовлюється наявністю іонів  $H^+$  та  $Al^{3+}$ , увібраних ГВК. Потенціальна кислотність завжди більша за актуальну, бо вона складається з кислотності ґрунтового розчину і кислотності, що утворюється за рахунок увібраних ґрунтом іонів  $H^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ . Це прихована, або зв'язана щодо ґрунтового розчину, кислотність, яка виявляється внаслідок перебігу обмінної реакції між ґрунтовым вбирним комплексом і ґрунтовым розчином.

Залежно від методу визначення, потенціальна кислотність поділяється на обмінну і гідролітичну.

*Обмінна кислотність* зумовлюється наявністю іонів  $H^+$  і  $Al^{3+}$ , які витісняє з ґрунтового вбирного комплексу нейтральна сіль сильної основи і сильної кислоти (наприклад  $KCl$ ). Це має місце за внесення хлориду калію на кислих ґрунтах:



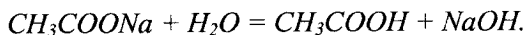
Обмінна кислотність ґрунту визначається у КСІ-витяжці за допомогою рН-метра. Залежить вона як від кількості обмінних іонів  $H^+$ , і від наявності у ґрунтовому вбирному комплексі обмінних іонів  $Al^{3+}$ , який, гідролітично розщеплюючись, підкислює ґрунт:



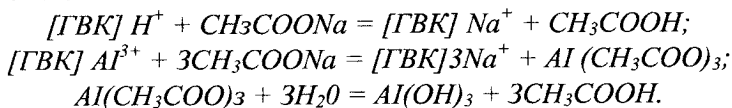
Обмінна кислотність може помітно збільшуватися на фоні добрив, особливо у разі застосування їх у значних дозах. Її підвищення за рахунок внесення мінеральних добрив значно погіршує умови росту й розвитку рослин, чутливих до кислотності ґрунту.

*Гідролітична кислотність* – це та кислотність, яка виявляється при обробці ґрунту гідролітично лужними солями. При використанні нейтральної солі іони  $H^+$  не повністю переходять у розчин. Частина їх залишається у ґрунтовому вбирному комплексі і може бути переведена у розчин тільки при обробці ґрунту розчином гідролітично лужної солі (наприклад,  $CH_3COONa$ ). Отже, кислотність  $CH_3COONa$ -витяжки складатиметься з гідролітичної, обмінної та актуальної. Тому вона є найбільшою.

При гідролізі ацетату натрію створюється лужна реакція розчину:



При взаємодії з ґрунтом луг реагує з увібраними катіонами за такою схемою:



Відтитрувавши у фільтраті оцтову кислоту, визначають безпосередньо кількість водневих іонів, відданих ґрунтом у процесі обміну з увібраного стану. Величину гідролітичної кислотності виражають в мг екв. / 100 г ґрунту.

Оскільки величина гідролітичної кислотності є найбільшою і

може виявлятися в умовах найбільших навантажень на ґрунт, то саме її використовують в розрахунках норм вапна для нейтралізації кислотності ґрунту.

Оскільки більшість рослин добре ростуть і розвиваються в умовах слабокислої чи нейтральної реакції ґрунтового розчину, то для оптимізації умов їхнього розвитку кислі ґрунти потрібно вапнувати. Потребу у вапнуванні встановлюють на основі даних про  $pH_{KCl}$  або про ступінь насичення основами (V) та гідролітичну кислотність (див. табл. 3.8). Саме  $pH_{KCl}$  є показником, найбільш часто застосовуваним для діагностики потреби ґрунту у вапнуванні, оскільки достовірно свідчить про потенціальну кислотність та досить просто визначається.

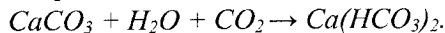
Таблиця 3.8

## Визначення потреби ґрунтів у вапнуванні

№ п.п.	Ступінь кислотності	$pH_{KCl}$	Hг, мг-екв. / 100 г ґрунту	V, %	Потреба у вапнуванні
1.	Дуже сильноокислі	до 4,1	Більше 4,0	до 50	Дуже велика
2.	Сильноокислі	4,1-4,5	3,0-3,9	50-60	Велика
3.	Середньоокислі	4,6-5,0	2,0-2,9	60-70	Підвищена
4.	Слабокислі	5,1-5,5	1,8-1,9	70-80	Середня
5.	Близькі до нейтральних	5,6-6,0	1,4-1,7	80-90	Мала
6.	Нейтральні	6,1-7,0	до 1,4	90-100	Відсутня

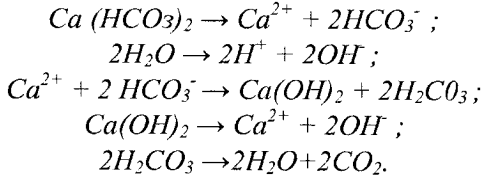
Для реакції нейтралізації кислотності ґрунту важливим є не катіон ( $Ca^{2+}$ ) чи ін., а саме аніон –  $CO_3^{3-}$ , який і зв'язує катіони  $H^+$  із наступним їх розкладом до  $CO_2$  та  $H_2O$ . Саме у цьому і принцип нейтралізації кислотності.

Загалом реакції нейтралізації кислотності відбуваються таким чином. У кислому ґрунті під впливом  $CO_2$ , що міститься в ґрунтовому розчині, карбонат кальцію перетворюється на гідрокарбонат (сполуку, яка існує тільки в розчиненому стані):



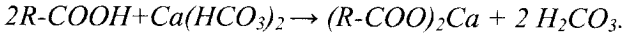
Гідрокарбонат кальцію, дисоціюючи на іони і частково піддаю-

чись гідролізу, сприяє різкому підвищенню концентрації іонів  $\text{OH}^-$  і  $\text{Ca}^{2+}$ :



Катіони кальцію у зв'язку з високою концентрацією витісняють іони водню з колоїдного комплексу ґрунту в інтерміцелярний розчин, де вони нейтралізуються, стикаючись із надлишком іонів  $\text{OH}^-$ .

Гідрокарбонат кальцію взаємодіє також із ґрунтовими органічними кислотами і нейтралізує їх:



Внесення вапна, насамперед, усуває обмінну і значно знижує гідролітичну кислотність ґрунту.

Норми вапна можуть розраховуватися, а можуть встановлюватися за науковими рекомендаціями. Встановлення норм вапна проводиться на основі таких даних про властивості меліорованого ґрунту:

- тип ґрунту за генезисом;
- гранулометричний склад (вміст фракцій фізичної глини);
- вміст гумусу;
- ступінь насичення основами;
- гідролітична кислотність;
- $\text{pH}_{\text{сол}}$  ґрунтового розчину;
- ємність катіонного обміну;
- ступінь насичення ґрунту основами;
- кислотно-основна буферність ґрунту;
- тип сівозміни і вимоги її культур до  $\text{pH}$  ґрунтового розчину.

Найбільш часто норму вапна розраховують за величиною гідролітичної кислотності ґрунту:

$$D_{\text{CaCO}_3} = 5 \cdot H_e \cdot h \cdot d, \quad (3.1)$$

$D_{\text{CaCO}_3}$  – доза (норма) вапна, т/га;

5 – коефіцієнт, який враховує нейтралізуючу здатність  $\text{CaCO}_3$  та переведення усіх показників у т/га;

$N_s$  – гідролітична кислотність ґрунту, мг-екв/100 г;

$h$  – потужність орного шару ґрунту ( $h=0,20\dots0,25$  м), м;

$d$  – щільність будови ґрунту,  $\text{г/см}^3$ .

Норма вапна, встановлена за гідролітичною кислотністю, підлягає коригуванню залежно від типу ґрунту із врахуванням вмісту в ньому глини та гумусу (див. табл.3.9).

Після встановлення норм вапна визначають поле сівозміни, де найкраще проводити вапнування, тому що є ряд сільськогосподарських культур, які негативно відкликаються на вапнування. За реакцією на вапнування сільськогосподарські культури можна поділити на такі групи:

➤ люцерна, цукрові і кормові буряки, капуста – *дуже позитивно реагують на внесення вапна* навіть на слабокислих ґрунтах;

➤ ячмінь, пшениця озима та яра, кукурудза, соя, квасоля, горох, огірки, цибуля, конюшина чутливі до кислотності і добре реагують на вапнування. *Без вапнування ці культури не дають високих врожаїв* не тільки на сильнокислих, а й на середньокислих ґрунтах;

➤ жито, овес, гречка, тимофіївка малочутливі до підвищеної кислотності, але позитивно реагують на внесення високих доз вапна. *Вносити вапно під ці культури потрібно лише на сильнокислих ґрунтах;*

➤ льон, картопля, помідори, редиска *потребують вапнування тільки на сильнокислих ґрунтах*. Картопля малочутлива до кислої реакції ґрунтів, а при внесенні високих доз вапна і доведення реакції ґрунту до нейтральної урожай картоплі і її якість знижується, картопля сильно пошкоджується паршею. Це пояснюється тим, що висока концентрація іонів кальцію затримує надходження в рослину інших елементів – магнію, калію і бору;

➤ люпин синій і жовтий краще росте на кислих ґрунтах. Чутливий до надлишку кальцію в ґрунті, особливо на початку росту, тому *потреби у вапнуванні немає*.

Таблиця 3.9

**Норми вапна залежно від типу ґрунту (С.М. Міневич)**

Норма вапна у дозах за $H_2$	Примітка
<i>Дерново-слабокідзолистий, глинисто-піщаний і піщаний ґрунт</i>	
0,5	При внесенні підвищених норм органічних добрив і при перевазі у сівозміні стійких до кислотності культур доза вапна може бути знижена до 0,33 за гідролітичною кислотністю, але не повинна перевищувати 2 т/га.
<i>Дерново-середньопідзолистий супіщаний і легкосуглинковий</i>	
0,5	Якщо у сівозміні на великих площах вирощують багаторічні бобові трави, озиму пшеницю і цукрові буряки, дозу вапна доцільно підвищувати до 0,75 за гідролітичною кислотністю. Для супіщаних ґрунтів вона не повинна перевищувати 3, а для суглинкових - 6 т/га.
<i>Дерново-підзолистий глеєвий і глеюватий</i>	
1,0	Залежно від вмісту в ґрунтах органічної речовини і ступеня оглеєння доза вапняних добрив може бути знижена до 0,75 за гідролітичною кислотністю, але не повинна перевищувати для супіщаних 4, для піщаних - 5 т/га.
<i>Сірий і світло-сірий суглинковий</i>	
1,0	Якщо сівозміни насичені чутливими до надлишкової кислотності культурами (2 і більше полів цукрових буряків, ячменю, озимої і ярої пшениці, еспарцету, люцерни, гороху тощо), то при систематичному внесенні підвищених норм кислих форм мінеральних добрив доза вапна у формі дефекату може бути підвищена до 1,5 рази (5-6 т $CaCO_3$ на 1 га).
<i>Темно-сірий опідзолений, чорнозем опідзолений легко- і середньосуглинковий</i>	
1,0	Залежно від ступеня еродованості і вмісту органічної речовини доза вапна може бути збільшена до 0,75 дози за гідролітичною кислотністю.
<i>Чорнозем глибокий малогумусний вилужений</i>	
0,75	За наявності посівів еспарцету і люцерни доза $CaCO_3$ може бути підвищена до 1 дози за гідролітичною кислотністю. Вапно вносять виключно у формі дефекату, кількість якого у перерахунку на $CaCO_3$ не повинна перевищувати 4 т/га.



Грунтова кислотність здебільшого залежить від генетичної природи самих ґрунтів і проявляється за низького вмісту основних катіонів  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  в материнській породі, або через їх вилугування із ґрунтового профілю в процесі ґрунтоутворення. На практиці вже доведено, що будь-яке зменшення кислотності є тимчасовим фактором. Через 3-5 років після вапнування ґрунт знову повертається до вихідного рівня кислотності, який йому генетично притаманний, і вимагає повторного вапнування. Період повернення вихідної кислотності нині прискорюється такими заходами як застосування гідролітично кислих форм мінеральних добрив (див. табл. 3.10) та виносом кальцію і магнію сільськогосподарськими культурами, а іноді і їхньою міграцією, особливо в умовах промивного водного режиму ґрунту та слабого ГВК.

Таблиця 3.10

**Доза  $\text{CaCO}_3$  для нейтралізації фізіологічно кислих добрив**

Мінеральне добриво	$\text{CaCO}_3$ , кг/кг
Хлорид амонію	1,4
Аміачна селітра	0,75
Аміачна вода	0,4
Аміак безводний	3,0
Карбамід	0,8
Сульфат амонію	1,2

Тому важливо правильно встановити періодичність повторного вапнування на основі даних про баланс кальцію та магнію.

Баланс кальцію та магнію розраховують як різницю між внесеними  $\text{Ca}$  та  $\text{Mg}$  із добривами та вапном і винесеними сільськогосподарськими культурами та витраченими на нейтралізацію добрив:

$$B_{\text{Ca+Mg}} = H_{\text{Ca+Mg}} - C_{\text{Ca+Mg}}, \quad (3.2)$$

де  $B_{\text{Ca+Mg}}$  – баланс кальцію, ц/га  $\text{CaCO}_3$ ;

$H_{\text{Ca+Mg}}$  – надходження кальцію та магнію з вапном та ін. добривами, ц/га  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ;

$C_{\text{Ca+Mg}}$  - втрати вапна внаслідок інфільтрації та виносу врожаєм,

ц/га  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ .

На основі балансу кальцію та магнію встановлюють період післядії вапна, який і дорівнює періоду повторного вапнування:

$$t = \frac{D_{\text{CaCO}_3}}{C_{\text{Ca+Mg}}} - x, \quad (3.3)$$

де  $t$  - період післядії вапна, рік;

$D_{\text{CaCO}_3}$  - доза  $\text{CaCO}_3$ , необхідна для досягнення оптимального значення рН, т/га;

$C_{\text{Ca-Mg}}$  - втрати кальцію за рік, ц/га  $\text{CaCO}_3$ ;

$x$  - післядія вапна (визначають експериментально).

У якості вапнякових матеріалів використовують мелений вапняк, доломітове борошно, вапнякові туфи, крейду крихку, гажу (озерне вапно), мергель лучний, дефекат, цементний пил, сланцеву золу, шлаки сталеплавильних виробництв. Кожен із цих матеріалів має показник нейтралізуючої здатності, який залежить від вмісту катіона  $\text{CO}_3^{2+}$ , різноманітних домішок та вологості. Загалом вапнування дозволяє підвищити врожайність культур сівозміни в середньому на 30-40%.

### **3.4.3. Агроекологічні основи хімічних меліорацій лужних та солонцюватих ґрунтів**

Лужна реакція ґрунтового розчину зумовлена високою концентрацією катіонів одновалентних металів (переважно  $\text{Na}^+$ ) у ґрунтовому розчині. Якщо ці катіони поглинуті ґрунтовым вбирним комплексом, то вони будуть поступово переходити у ґрунтовий розчин, знову ж зумовлюючи лужну реакцію. Тому засолення ґрунтів, незалежно від його генетичного типу (солонець чи солончак), завжди викликає і підлучення ґрунтового розчину.

Що стосується солонців і солончаків, то обоє типи засолених ґрунтів мають слаболужну або лужну реакцію ґрунтового розчину, але різну глибину концентрації і тому різний ступінь лабільності іонів  $\text{Na}^+$ .

Так, в солонцях іони  $\text{Na}^+$  сконцентровані переважно в ілювіальному горизонті. Тут ці іони в переважній кількості поглинуті ґрунтовим вбирним комплексом, у ґрунтовий розчин надходять поступово внаслідок зміщення в ньому кислотно-основних рівноваг. Тому щоб розсолити солонець, потрібно спочатку витіснити іони  $\text{Na}^+$  із ґрунтового вбирного комплексу у ґрунтовий розчин за допомогою гіпсування (кислування), а потім іони  $\text{Na}^+$  потрібно вимити із кореневмісного шару ґрунту нижче критичної глибини  $H_{кр}$ .

В солончаках іони  $\text{Na}^+$  сконцентровані переважно в гумусовому горизонті, де перебувають головним чином у ґрунтовому розчині. Тому, щоб розсолити солончак, достатньо вимити іони  $\text{Na}^+$  із кореневмісного шару ґрунту нижче критичної глибини  $H_{кр}$ . Гіпсування солончаків проводиться у випадку лужної і сильнолужної реакції ґрунтового розчину з метою її нейтралізації.

*Засолені ґрунти* – ґрунти, в профілі яких концентрація легкорозчинних солей сягає 0,1-0,3 %. Притаманні засоленим ґрунтам несприятливі фізичні, хімічні та фізико-хімічні властивості негативно впливають на розвиток більшості рослин. Це насамперед висока лужність і наявність соди, яка викликає загибель рослин при ґрунтовому розчині 0,005 % і більше.

Таблиця 3.11

**Критична глибина РГВ за період вегетації для ґрунтів  
Степу і Лісостепу на лесах і лесовидних суглинках, м**

Мінералізація ґрунтових вод, г/л	Критична глибина РГВ, $H_{кр}$ , м
1...3	1,5-2,2
3...5	2,2-3,0
5...8	3,0-3,5

Засолені ґрунти поширені у степовій і лісостеповій зонах України і займають близько 2,2 млн. га орних земель. Меліорація цих ґрунтів – один з важливих резервів збільшення виробництва зерна і тваринницької продукції.

Крім солонців, в Україні розповсюджені солонцюваті ґрунти, які також мають несприятливі властивості. Солонці і солонцюваті ґрунти, як правило, розміщуються в комплексі з іншими типами ґрунтів, займаючи від 4 до 80 % площі. Походження цих ґрунтів пов'язане із поглинанням ГВК обмінного натрію. Такі ґрунти набувають стійкої лужної реакції внаслідок взаємодії іонів  $\text{Na}^+$  з іонами  $\text{H}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ . Продуктами цих реакцій є луг ( $\text{NaOH}$ ) та сода ( $\text{NaHCO}_3$  і  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), і тому реакція ґрунтового розчину знаходиться в межах  $\text{pH} = 7,5 \dots 9,5$ .

Залежно від вмісту обмінного натрію в солонцевому горизонті, солонці поділяють на *малонатрієві* (вміст натрію <10 % ємності катіонного обміну), *середньонатрієві* (10-25%) і *багатонатрієві* (>25 %). За характером водного режиму солонці бувають *автоморфні* (ґрунтові води залягають на глибині 6-7 м і нижче), *напівгідроморфні* (3-6 м) та *гідроморфні* (1-3 м).

Найбільш ефективним заходом поліпшення солонців і солонцюватих ґрунтів є їх *хімічна меліорація* за рахунок внесення у ґрунт гіпсу, фосфогіпсу, сульфату заліза, хлориду або нітрату кальцію, сірчаної чи азотної кислот, кислих органічних відходів промисловості (лігнін) тощо. Нині вирішується питання про розширення асортименту хімічних меліорантів та застосування екологічно безпечних їх форм.

Практика показує, що на солонцях північного Лісостепу середня норма гіпсу становить 5-6 т/га, на лучно-чорноземних ґрунтах – 1,5-3, на солонцях південного Лісостепу – 10-12, на чорноземах солонцюватих – 2,5-3, на солонцях сухого Степу – 3-4, на темно-каштанових ґрунтах – 1,5-2 т/га. Норму гіпсу на окремих полях або ділянках у сівозміні краще визначати, враховуючи вміст поглинутого натрію у ГВК.

Норму гіпсу визначають з урахуванням заміщення тільки активного натрію. При першому разовому внесенні гіпсу в ґрунт за межу неактивного натрію приймають 10 % ємності катіонного обміну, а в хлоридно-сульфатних солонцях Степу – 5 %.

Для солонців содового засолення чорноземної зони норми гіпсу розраховують за середнім вмістом у них обмінного натрію за

формулою:

$$D_{Ca_2SO_4 \cdot 2H_2O} = 0,086 \cdot (Na - 0,1 \cdot C) \cdot H \cdot d, \quad (3.4)$$

де  $D_{Ca_2SO_4 \cdot 2H_2O}$  - доза гіпсу, т/га;

$Na$  - вміст обмінного натрію, мг-екв/100 г ґрунту;

$C$  - ємність катіонного обміну ґрунту, мг екв./100 г ґрунту;

$H$  - потужність шару ґрунту, що підлягає меліорації, см;

$d$  - щільність складення ґрунту, г/см<sup>3</sup>.

Для степових солонців хлоридно-сульфатного типу засолення допускається вміст увібраного натрію 5% загальної ємності катіонного обміну. Норми гіпсу при цьому розраховують за формулою:

$$D_{Ca_2SO_4 \cdot 2H_2O} = 0,086 \cdot (Na - 0,05 \cdot C) \cdot H \cdot d, \quad (3.5)$$

Великі норми гіпсу треба вносити поступово протягом 2-3 років. На зрошуваних землях їх понижують на 25-30%.

Ефективність гіпсування залежить переважно від наявності вологи в ґрунті, реакції ґрунтового розчину, глибини залягання ґрунтових вод, якості помелу гіпсу тощо. Активна дія гіпсу виявляється тільки у вологому ґрунті. Тому його вносять на ділянках, які зрошуються. Найкращим місцем для цього в сівозміні є чорний пар і просапні культури (кукурудза, цукрові буряки), а в сівозмінах із багаторічними бобовими травами – поле, яке відводиться для їх сівби.

Важливим заходом поліпшення солонців є саомеліорація.

**Саомеліорація** – агротехнічний захід меліорації солонців, який полягає у перемішуванні сильнозасоленого шару ґрунту із нижче розміщеним 5-10 см шаром, який містить карбонати кальцію і гіпс за допомогою плантажної або ярусної оранки. Якщо гіпс і карбонати розміщені глибше, ніж може проникнути лезо плантажного або ярусного плуга, то саомеліорація неможлива.

Для поліпшення агрохімічних, мікробіологічних і агрофізичних властивостей солонців на них вирощують такі солестійкі культури, як буркун та люцерна (**фітомеліорація**). Добре розвинена коренева система цих культур проникає в ілювіальний горизонт солонцю, розпушує його, створюючи умови для вимивання легкорозчинних солей із ґрунту.

Найскладнішим завданням є окультурення ґрунтів солонцюватого комплексу з перевагою солончакових (гідроморфно засолених) солонців. Перш ніж вирощувати сільськогосподарські культури на таких ґрунтових комплексах, треба протягом 3-4 років проводити систему агротехнічних, меліоративних та агрохімічних заходів.

Хімічну меліорацію солонців і засолених ґрунтів та меліоративну оранку слід поєднувати із внесенням органічних добрив, сидерацією та посівом трав, снігозатриманням на богарних землях і додатковими поливами у зрошувальному землеробстві. Це сприяє підвищенню біологічної активності ґрунту, інтенсивному утворенню вугільної кислоти і, як наслідок, збільшенню розчинності гіпсу та кальцієвмісних сполук у ґрунті. Витрати на проведення хімічної меліорації солонців окуповуються за 3-4 роки, а на меліоративну оранку – за 2-3 роки.

Для *докорінного поліпшення* солонців у посушливих незрошуваних умовах необхідно застосовувати агробіологічний метод, який включає такі заходи: спеціальний, меліоративний обробіток ґрунту (переміщення в орний шар карбонатів ґрунту або гіпсу), систему вологонакопичуючих заходів, фітомеліорацію, внесення органічних і мінеральних добрив.

На содових і содово-сульфатних солонцях гіпсування малоефективне. Це пояснюється тим, що розчинність гіпсу за  $pH=8,5$  знижується, а ці ґрунти завжди мають  $pH=9-11$ . Ефективним заходом підвищення родючості содових і содово-сульфатних солонців є *кислування*, яке проводять технічною сірчаною кислотою.

Значна кількість меліорантів, які використовують для окультурення засолених ґрунтів, потребує збалансованого їх застосування і проводиться лише в тих випадках, якщо інші методи не дозволяють забезпечити продуктивне використання засолених і лужних ґрунтів. Тому при вирішенні питань відтворення родючості і продуктивності засолених земель важливим етапом є етап наукового обґрунтування раціонального напряму їх подальшого використання. Враховуючи високий рівень розораності сільськогосподарських угідь Степу та Лісостепу, нестачу вологи та потребу у дорогих меліораціях – гіпсуванні та промиванні від солей, перевагу слід надавати залуженню

грунтів або вирощуванню на них солестійких сільськогосподарських культур.

### **3.5. Збалансоване використання та відтворення продуктивності техногенно забруднених земель**

Техногенно забруднені землі - це землі, ґрунтовий покрив яких містить надмірні концентрації (вище ГДК, ТДР) продуктів техногенного надходження (ВМ, радіонуклідів, нафтопродуктів залишків, пестицидів).

В залежності від ступеня техногенного забруднення слід вживати відповідних заходів з підвищення екологічної стійкості земельних ресурсів (В.В. Медведєв та ін., 1995). Ці заходи відносяться до трьох категорій: профілактичні; оперативні та перспективні.

**Профілактичні заходи** – це такі, які запобігають розвитку процесів техногенного забруднення земель, а саме:

1) заходи технічного характеру: вдосконалення очисних споруд на промислових підприємствах, модернізація знарядь по внесенню мінеральних добрив і пестицидів;

2) заходи технологічного характеру – суворе дотримання екологічних вимог до ведення промислового та сільськогосподарського виробництва.

Ці заходи найбільш доцільні на територіях із сприятливою, задовільною і передкризовою екологічною ситуацією.

**Оперативні заходи** – такі заходи, які необхідні у випадках термінового реагування на різке погіршення екологічного стану земель внаслідок порушення технологічної дисципліни на промислових підприємствах, у сільськогосподарському виробництві або в разі виникнення аварійних ситуацій. Такі заходи повинні вживатися на територіях із кризовою екологічною ситуацією з метою недопущення подальшого погіршення стану земель.

**Оперативні заходи:**

1) заходи, що застосовуються переважно на сільськогосподарських угіддях з метою підвищення буферності техногенно забруднених

ґрунтів щодо забруднювачів:

- збільшення норм застосування органічних добрив;
- обов'язкове застосування кальційвмісних сполук;
- переорієнтація характеру використання рослинницької продукції (перепризначення її із харчових цілей на технічні і т. ін.).

2) заходи, що застосовуються переважно на землях несільсько-господарського призначення із відповідним видом імпактного забруднення:

- використання радіопротекторів, кальційвмісних сполук, цеолітів, адсорбентів різних видів;
- меліорації земель (фітомеліорації, хімічні меліорації) тощо.

Для ґрунтів, які зазнали впливу різного роду аварій і містять у собі величезні кількості радіонуклідів, важких металів, нафтопродуктів та інших токсичних речовин першим оперативним заходом є виведення цих земель із категорії «сільськогосподарського призначення» до зон відчуження з подальшою консервацією без застосування заходів деконтамінації або заходів детоксикації. На землях іншого призначення терміново вживають різноманітні заходи – від детоксикації земель до евакуації населення і тварин із забрудненої території.

**Перспективні заходи** – це заходи зі створення умов екологічної рівноваги у природному середовищі, а відтак і екологічної стабілізації земель. До них належать наступні типи заходів.

1) посилення служби контролю за діяльністю атомних електростанцій, підприємств важкої індустрії, хімічних заводів і таке інше. Ця служба повинна мати право зупиняти роботу тих підприємств, діяльність яких створює загрозу навколишньому природному середовищу;

2) створення державного науково-технічного центру з розробки найсучасніших систем очисних споруд для підприємств, діяльність яких супроводжується викидами у повітря значних обсягів токсичних речовин;

3) вирішення питань, пов'язаних з проблемою комунальних відходів, впровадження сучасних технологій їх утилізації;

4) розробка суворих екологічних вимог до застосування нових



неадаптованих до умов України видів іноземних пестицидів;

5) вдосконалення правового забезпечення охорони земельних ресурсів від техногенного забруднення.

Усі перелічені вище заходи можна покласти в основу концепції збалансованого використання техногенно забруднених земель.

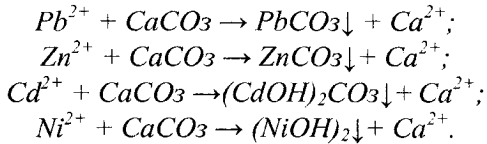
У ряді випадків, коли потрібно вживати оперативних заходів, необхідно визначити методи та способи відтворення родючості техногенно забруднених земель шляхом того чи іншого типу меліорації. Тому наводимо нижче таку інформацію для земель, котрі зазнали забруднення важкими металами та нафтопродуктами, що є досить поширеним явищем в Україні.

### **3.6. Реабілітація земель, забруднених важкими металами**

Нині найбільших масштабів набуло саме забруднення важкими металами, яке відмічається повсюди навколо промислових центрів та автомагістралей. Реабілітація земель сільськогосподарського призначення (орних) проводиться за рахунок меліорацій, котрі забезпечують зв'язування ВМ у нерозчинні сполуки чи закріплення їх ГВК і таким чином зменшують рівень переходу до сільськогосподарських культур, що дозволяє отримувати екологічно безпечну рослинницьку продукцію.

Поширеним заходом хімічної меліорації ґрунтів, забруднених ВМ, є вапнування, за якого в ґрунтах протікає комплекс хімічних, фізичних і біологічних процесів. Вапнування збільшує поглинаючу здатність ґрунтів, нейтральна реакція ґрунтового середовища активізує діяльність бактеріальної мікрофлори; прискорюються процеси коагуляції ґрунтових колоїдів, поліпшується структура ґрунтів і т. д.

Найкращі результати отримують за умов застосування підвищеної норми вапна. За внесення у ґрунт вапна знижується кислотність, а більшість ВМ, особливо Cd, Pb, Ni, Co, взаємодіючи з ґрунтовим розчином, утворюють важкорозчинні гідроксиди, які адсорбуються ґрунтом. За обробки ґрунтів карбонатом кальцію ВМ, залежно від їх властивостей, утворюють важкорозчинні осади:



Приблизно такого ж складу отримуються сполуки і внаслідок обробки ґрунтів меліорантами, що містять соду. Со і Си утворюють нерозчинні осади карбонатів за взаємодії з аніонами вугільної кислоти.

Дорожчим хімічним способом меліорації ґрунтів є обробка їх сполуками ортофосфорної кислоти, у тому числі і фосфорними добривами. Обробка ґрунтів солями фосфорної кислоти, особливо розчинними, з одного боку підвищує в них вміст поживних речовин, з іншого боку переводить практично всі ВМ в нерозчинні сполуки, які добре сорбуються ґрунтовими розчинами, затримуючи їх міграцію до кореневої системи рослин.

Істотного зниження фітотоксичності основних ВМ можна досягти утворенням в ґрунтах важкорозчинних солей шляхом обробки їх розчинними сполуками кислот або кислотами: вугільною, сірчаною, молібденовою або хромовою, залежно від вмісту домішок.

Аналогічні результати отримують за обробки техногенно забруднених земель природними цеолітами-гідроалюмосилікатами (клинтолітом), глинами або глинистими матеріалами (вермикулітом і монтморилонітом). Таку технологію обробки ґрунтів разом із добавкою сорбентів органічного походження (торфу, чорнозему) найкраще застосовувати для меліорації великих територій.

Не менш поширеним способом хімічної меліорації техногенних ґрунтів є внесення в них органічних речовин. Органічні речовини, будучи добрими адсорбентами катіонів і аніонів, підвищують буферність ґрунтів, знижують концентрацію солей в ґрунтовому розчині, що сприяє зниженню фітотоксичності ВМ зі змінною валентністю і запобігає надходженню їх в рослини. Кращі результати отримують за внесення у забруднені ґрунти гумусових речовин, гною, торфу і т.д. разом із добривами і хімічними меліорантами.

Відомий і такий спосіб зниження лабільності ВМ, як застосування іонообмінних смол, що містять карбонові і гідроксидні групи.

Смоли вносять до орного шару у вигляді порошків, в кількості, залежній від вмісту в ґрунті ВМ. Найвищий ефект досягається при застошуванні смол, насичених одночасно Са і Mg.

Родючість забруднених техногенними речовинами земель підвищують підбором культур сівозміни з урахуванням того, що одні культури вбирають з ґрунту ВМ сильніше, інші – слабше. При такому способі одні культури використовують в їжу безпосередньо, інші – після переробки, треті – зовсім не використовують.

Залежно від стану, ВМ, що знаходяться в ґрунтах, поглинаються рослинами по-різному. Загалом рослини в процесі росту і розвитку здатні засвоювати і накопичувати всі хімічні елементи. Окрім мікроелементів (Na, K, P, Ca, Mg, S), більшість рослин потребують різних мікрокількостей ВМ (Cu, Zn, Mo, Fe, Mn і т.д.), без яких не можуть нормально розвиватися. Проте надмірний вміст цих металів в ґрунтах або присутність деяких токсичних елементів (F, U, V, Pb, Cd) вище ГДК можуть викликати захворювання або загибель рослин.

В деякій мірі знизити в ґрунтах вміст ВМ можна шляхом застошування фітосанації, основою якої є поглинання рослинами токсичних елементів із подальшим захороненням отриманих при їх спалюванні продуктів.

Якщо всі вживані заходи не покращують стану ґрунтів, то проводиться повна рекультивация забрудненої території шляхом заміни забрудненого родючого шару ґрунту новим, вміст в якому техногенних речовин відповідає нормативам з наступним окультуренням (див. розд. 4). При цьому обґрунтовується необхідність такої рекультивации, тому що часто більш доцільним способом використання таких земель може бути і консервація (див. розд.3.1.3).

### **3.7. Реабілітація земель, забруднених нафтопродуктами**

Швидкість процесів біодеградації нафтопродуктів у ґрунті та їх вплив на екосистеми залежить від трьох груп екологічних чинників:

1) складність, унікальна полікомпонентність складу нафти, яка знаходиться в процесі постійних змін;

2) складність, гетерогенність складу і структури будь-якої екосистеми, яка також знаходиться в процесі постійного розвитку і змін;

3) різноманіття та мінливість зовнішніх чинників, під впливом яких знаходиться екосистема: температура, тиск, вологість, стан атмосфери, гідросфери і т.п.

Цілоком очевидно, що оцінювати наслідки забруднення екосистем нафтою і намічати шляхи ліквідації цих наслідків необхідно з урахуванням конкретного поєднання цих трьох груп чинників (Кузнецов Ф. М., 2003).

Загалом очистка ґрунту від нафтопродуктів відбувається як шляхом самоочищення, так і шляхом рекультивациі із наступною активизацією процесів самоочищення. Донедавна, а іноді й нині, в якості методу очищення ґрунту від нафти та її продуктів застосовують спосіб випалювання, в процесі якого локалізують ділянку розливу земляним валом і спалюють розливу нафту. Але вчені дослідили, що такий спосіб лише уповільнює природні процеси самоочищення і період самоочищення ґрунту збільшується у 3-5 разів. Так, середня тривалість періоду самоочищення помірно забруднених нафтопродуктами ґрунтів складає 6 років, тоді як для ґрунтів, де спалювали розливу нафту – більше 20 років (Іларіонов С.А., 2004).

У процесі рекультивациі важливо зменшити концентрацію нафтопродуктів у ґрунті для того, щоб створити умови для максимальної швидкості процесів самоочищення.

Процес видалення розливої нафти і нафтопродуктів вимагає досить складної технології як при підготовці забрудненої ділянки до рекультивациі, так і при проведенні самого процесу.

При рекультивациі ґрунтів застосовують наступні методи:

- механічні;
- фізико-хімічні;
- агротехнічні;
- мікробіологічні;
- фітомеліоративні.

*Механічне очищення* передбачає збір нафти і нафтопродуктів вручну, або за допомогою звичайних чи спеціальних машин і механі-

змів. Як правило, на першому етапі проводять локалізацію розлитої нафти шляхом створення навколо розливу за допомогою бульдозера земляного валу близько 1 м заввишки. Після цього, якщо дозволяють місцеві умови, поряд із місцем розливу нафти обладнують котлован-відстійник, який вистилають нефтонепроникною плівкою. Потім з місця локалізації нафту перекачують у котлован (який, як правило, облаштовують нижче рівня місця розливу), а з нього її відправляють на товарний склад для подальшої переробки. Ступінь очищення ґрунту механічним способом може сягати 80 %.

*Фізико-хімічні методи* застосовуються як самостійно, так і у поєднанні з іншими методами. Фізико-хімічне очищення проводять за допомогою сорбентів або поверхнево активних речовин (перші сорбують нафту, другі – розчиняють і відділяють від ґрунтових часток).

У якості сорбентів застосовують природні та синтетичні адсорбційні матеріали органічної та неорганічної природи: торф, торфовий мох, буре вугілля, кокс, рисове лушпиння, кукурудзяне лушпиння, деревний попіл, діатомова земля, солома, сіно, пісок, гумова крихта, активоване вугілля, перліт, пемза, лігнін, тальк, сніг (лід), крейдяний порошок, відходи текстильної промисловості, вермікуліт, пінополістирол, ізопреновий каучук та інші матеріали.

Найбільш широке застосування на практиці одержали торф і різні його модифікації, деревний попіл, перліт та різні марки активованого вугілля зважаючи на їх велике поширення та невисоку вартість.

Проте найбільш ефективними для видалення із поверхні органічних забруднювачів є штучні сорбенти багаторазового користування із високорозвинутою відкритопористою структурою. До таких матеріалів відноситься, наприклад, сорбент, створений на основі карбамідного олігомеру, спеціальним способом спіненого і перетвореного на поропласт із високо розвинутою міжфазною поверхнею. Він володіє відмінними олеофільними властивостями і високою сорбційною здатністю: 1 г такого сорбенту може поглинати до 60 г нафти і нафтопродуктів залежно від щільності сорбенту; швидкість сорбування складає від кількох хвилин до 1-2 год залежно від в'язкості нафтопродукту. Сорбент дозволяє здійснювати подальше просте ви-

далення зібраного нафтопродукту (до 97%) методом віджимання з метою його подальшої утилізації.

Добрими сорбційними властивостями володіють такі полімерні матеріали, як спінені гранули полістиролів або фенолформальдегідна стружка. Одним з кращих матеріалів в сорбції нафти опинився "пламілод", який є спеціально виготовленою пластмасою. Даний матеріал може ввібрати в себе до 1 т нафти на 40-130 кг власної ваги (Кагарманов Н. Ф., 1978).

Для очищення нафтозабрудненого ґрунту використовують також поверхнево активні речовини. Вони змінюють поверхневий натяг нафтової плівки, що сприяє її диспергуванню і кращому відділенню сирової нафти і нафтопродуктів від частинок ґрунту. В даний час з цією метою використовують детергенти штучного і природного походження. Піщаний ґрунт, забруднений нафтопродуктами, може бути очищений за допомогою підігрітої води, в яку введені поверхнево-активні речовини.

*Мікробіологічні методи.* Здатність окисляти вуглеводи нафти виявлена у численних видів бактерій *Acinetobacter*, *Acremonium*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Mycobacterium*, *Micrococcus*, *Achromobacter*, *Aeromonas*, *Proteus*, *Nocardia*, *Rhodococcus*, *Serratia*, *Spirillum* та ін., і грибів - *Aspergillus*, *Candida*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Aureobasidium* і ін.

Мікроорганізми, котрі використовують вуглеводи нафти, є головним чином аеробами. Окислення вуглеводнів здійснюється оксигеназами. Проміжними продуктами при розпаді вуглеводнів є спирти, альдегіди, жирні кислоти, які потім окислюються до вуглекислого газу і води.

Для прискорення процесів мікробної деструкції в ґрунті вуглеводнів нафти нині застосовують два підходи:

- 1) стимуляція аборигенної ґрунтової вуглеводневоокислюючої мікрофлори;
- 2) інтродукція у нафтозабруднений ґрунт вуглеводневоокислюючих мікроорганізмів та їхніх асоціацій (бактеріального препарату).

Стимуляція природної вуглеводневоокислюючої мікрофлори

заснована на створенні в ґрунті оптимальних умов для її розвитку, зокрема нейтралізації змін, викликаних попаданням у ґрунт нафти. Так, для поліпшення водно-повітряного режиму нафтозабрудненого ґрунту рекомендуються його розпушення, часта оранка, дискування, додавання композицій, що поліпшують промивний режим і пористість забрудненого ґрунту, перемішування із незабрудненим ґрунтом.

Внесення до ґрунту бактеріального препарату різко прискорює процеси біодеградації нафти. Причому високою ефективністю дії препарат володіє як при самостійному застосуванні, так і у поєднанні з повним мінеральним удобренням. За два з половиною місяці спостереження на дослідних ділянках із застосуванням біопрепарату (Борзенков., 1994) розклалося 52 - 56 % нафти по відношенню до контрольного необробленого нафтозабрудненого ґрунту. Зважаючи на високий ступінь забруднення досліджуваного об'єкту (10 мас. %), мікробіологічний метод можна віднести до дуже перспективних напрямів біовідновлення ґрунту.

Для ефективної деградації нафтопродуктів як шляхом стимулювання місцевого ґрунтового мікроценозу, так і з використанням бактеріальних препаратів у ґрунт необхідно вносити комплексне добриво, що містить основні макро- і мікроелементи або безпосередньо у вигляді порошку, або з яким-небудь сорбційним матеріалом, який перед використанням просочується мінеральними сполуками та вуглеводнеокислюючими культурами бактерій. Внесення такого сорбенту до забрудненого ґрунту сприяє активізації розкладання нафти за рахунок органо-мінеральних компонентів сорбенту та мікрофлори, котра входить до його складу.

Швидкість деструкції нафти при використанні сорбенту прискорюється у 3-5 разів у порівнянні з відомими способами рекультивациі, коли мікробіологічні препарати, мінеральні добрива і сорбенти вносяться в ґрунт окремо.

*Агротехнічні методи.* Природний процес мінералізації нафти достатньо тривалий, тому необхідні заходи, котрі могли б прискорити даний процес. Оскільки процеси мінералізації нафти проходять за допомогою аеробної мікрофлори, то необхідно створити умови для її

розвитку – підтримувати високий рівень аерації ґрунту та достатній рівень зволоження.

Агротехнічні методи рекультивації передбачають комплекс заходів, який включає: оранку і періодичне розпушення нафтозабрудненого ґрунту, внесення мінеральних добрив та проведення меліоративних робіт на забрудненій території, а також посів сидеральних культур. У разі потреби можлива заміна забрудненого верхнього шару ґрунту родючим субстратом. Весь комплекс агротехнічних заходів - розпушення ґрунтових шарів, створення нормального співвідношення між вуглецем і азотом, вапнування і гіпсування, внесення необхідних макро- і мікроелементів - направлений на активізацію природних процесів, що відбуваються в ґрунті, оптимізацію умов життєдіяльності ґрунтової мікробіоти.

Підтримка ґрунту у вологому стані - один із агротехнічних заходів управління біологічною активністю, який ефективно впливає на темпи розкладання нафти і нафтопродуктів.

При низькому ступені забруднення ґрунту (10 л на 1 м<sup>2</sup>) для відновлення земель було достатньо багаторазового механічного обробітку ґрунту плугами, культиваторами, обладнаними пасивною або активною робочою частиною. Повна рекультивація досягалася протягом року.

Якщо ступінь забруднення сягав 24 л на 1 м<sup>2</sup>, рекультивацію проводили протягом двох років. До механічних заходів дії додавали агрохімічні: проводили вапнування, гіпсування, вносили мінеральні і органічні добрива, застосовували емульгатори.

При високому ступені забруднення для відновлення ґрунтів застосовують комплекс механічних, агротехнічних і хімічних заходів. Разом із механічною обробкою ґрунту і внесенням добрив, забруднений ґрунт обробляють хімічними речовинами, які, вступаючи в реакцію із шкідливими елементами нафтопродуктів, утворюють сполуки, котрі видаляються з ґрунту під впливом сонця, дощів, снігу. Повна рекультивація досягається протягом трьох років.

*Фітомеліоративний метод* використовується зазвичай на завершальному етапі процесу рекультивації забруднених нафтою ґрунтів.



Суть його полягає в посіві багаторічних трав нафтодолерантних сортів. Трави, використовувані для рекультивациі, повинні бути апробованих сортів і місцевих популяциі. Процес фіто меліораціі відбувається за рахунок того, що зростання корневих систем призводить до розпушення ґрунту, завдяки чому збільшується доступ кисню в глибші шари забрудненого ґрунту. Бобові рослини збагачують забруднений ґрунт азотом, що стимулює розвиток вуглеводневоокислюючої мікрофлори та самоочищення ґрунту від нафти.

Таким чином відразу після забруднення ґрунту нафтою або нафтопродуктами основну роль відіграють фізико-хімічні процеси. Їх можна інтенсифікувати різними методами. Після видалення з ґрунту найбільш токсичних легких фракцій нафти істотну роль в очищенні ґрунтів починають відігравати мікроорганізми. Тому потрібно створити умови для їхнього максимального розвитку і активності за рахунок агротехнічних та фітомеліоративних методів.

### *Питання для самоконтролю:*

1. Які заходи зменшення ерозійних втрат ґрунту на сьогодні існують?
2. Які наукові принципи лежать в основі лукомеліоративних та лісомеліоративних протиерозійних заходів?
3. Що являють собою водорегулюючі лісові смуги та яких параметрів конструкції водорегулюючих лісових смуг потрібно дотримуватися, щоб забезпечити ерозійно захисні функції?
4. Що таке «консервація земель» і з якою метою та у яких випадках вона проводиться?
5. Які характеристики кризового стану зрощуваних ґрунтів?
6. Назвіть основні заходи з відтворення родючості деградованих ґрунтів меліорованих земель.
7. Які агрохімічні методи лежать в основі хімічних меліорацій ґрунтів та на основі яких показників встановлюється доцільність таких меліорацій?
8. Охарактеризуйте основні заходи з реабілітація земель, забруднених важкими металами та нафтопродуктами.

## Розділ 4.

# ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ В ПРОЦЕСІ РОЗВІДКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАДР

### 4.1. Рекультивация земель: мета, суть, основні поняття

Рекультивацию проводять на землях, котрі використовувалися для розробок корисних копалин, геолого-розвідувальних, будівельних чи ін. робіт і залишилися без ґрунтового покриву або на землях із неглибокими, низькопродуктивними чи кам'янистими ґрунтами чи тих, котрі сильно еродовані. Землі, що зазнали порушення в процесі геолого-розвідувальних, будівельних робіт та розробок корисних копалин піддаються рекультивации у обов'язковому порядку за рахунок фізичних та юридичних осіб, з ініціативи або вини яких порушено ґрунтовий покрив. Інші землі підлягають рекультивации (за показниками) – за бажанням власників чи землекористувачів, у тому числі орендарів, цих земельних ділянок, за їхній рахунок.

**Рекультивация земель** – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених земель, а також на поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства.

**Мета рекультивации** – повернення народногосподарської цінності порушеним і непродуктивним землям (відновлення їхньої продуктивності).

**Основне завдання рекультивации** – виконання комплексу спеціальних робіт і заходів, спрямованих на доведення порушених земель до стану, придатного для їх використання у народному господарстві (сільському, лісовому, рибному господарстві, промисловому та комунальному будівництві, створенні тепличних господарств і рекреаційних зон).

Розробка проектів рекультивации порушених земель повинна

проводитися з урахуванням наступних чинників:

- 1) природних умов району (кліматичних, ґрунтових, геологічних, гідрологічних, вегетаційних);
- 2) місця розташування порушеної ділянки;
- 3) перспективи розвитку району розробок;
- 4) фактичного або прогнозованого стану порушених земель до моменту рекультивациі (площа, форми техногенного рельєфу, ступінь природного заростання, напрям сучасного і перспективного використання порушених земель, наявність родючого шару ґрунту і потенційно родючих порід, прогноз рівня ґрунтових вод та розвитку процесів підтоплення, переосушення ґрунтів, ерозії, техногенного забруднення ґрунтів);
- 5) показників хімічного і гранулометричного складу, агрохімічних і агрофізичних властивостей, інженерно-геологічної характеристики розкривних і сировиномістких порід та їх сумішей у відвалах;
- 6) господарських, соціально-економічних і санітарно-гігієнічних умов району розміщення порушених земель;
- 7) терміну використання рекультивованих земель з урахуванням можливості повторних порушень;
- 8) охорона навколишнього середовища від забруднення його пилом, газовими викидами і стічними водами відповідно до ГДК;
- 9) охорона флори і фауни.

Загалом процес рекультивациі відбувається у три послідовні етапи: підготовчий, гірничо-технічний та біологічний. Напрямок цих етапів визначається цілями рекультивациі та залежить від типу порушень земної поверхні, складу розкривних порід і ґрунтів.

#### **4.2. Класифікація порушених земель та розкривних порід**

За зовнішніми ознаками порушені території поділяють на два типи:

- 1) землі з насипним ґрунтом – відвали, терикони;
- 2) території, пошкоджені виїмкою ґрунту, – кар'єри відкритих гірських розробок, провали на місці підземних робіт.

Кожен із цих типів поділяється на ряд категорій залежно від глибини і методу розробки, гірничо-геологічних умов, потужності пласта покрівельних робіт, виду корисних копалини та інших показників.

В Україні застосовується класифікація розкривних порід та ґрунтів на три групи (залежно від фізико-хімічних властивостей та придатності до біологічного освоєння):

I група – потенційно-родючі ґрунти, цілком придатні для вирощування рослин.

II група – малопридатні для вирощування рослин ґрунти (індиферентні ґрунти), які можна використовувати під лісонасадження.

III група – фітотоксичні ґрунти, непридатні для освоєння без хімічної меліорації.

Кожна із цих груп ділиться, у свою чергу, на підгрупи за фізико-хімічними властивостями і придатністю до різних видів освоєння. Кожна група і підгрупа придатності виділяється за такими оціночними показниками: "сумарним ефектом" токсичних іонів, рН, вмістом рухомого алюмінію, натрію, гумусу і фізичної глини. На підставі цих показників для кожної групи і підгрупи придатності встановлюють напрям використання порушених земель у процесі їх біологічної рекультивації (див. табл. 4.1).

Окрім кислотності у освоєнні відвалів велике значення мають їхні фізичні властивості, котрі залежать від переважаючих порід. Часто саме водно-фізичні параметри освоєваних територій є лімітуючим чинником розвитку рослин в умовах рекультивації. Зазвичай відвали характеризуються безструктурністю та неоднорідністю будови і складу. Щільність будови порід відвалів коливається від 1,3 до 1,6 г/см<sup>3</sup>, пористість – невисока (37-47%). Високою неоднорідністю відрізняється величина найменшої вологоємності та водопроникності - від 8 до 29%.

Таблиця 4.1

Класифікація розкривних порід та ґрунтів за придатністю до біологічної рекультивациі  
(Л. В. Моторіна, В. А. Овчінніков, 1975)

Група придатності	Гірнична порода (ґрунт)	Сухий залишок, %	Додаткові оціночні показники						Необхідні заходи на етапі біологічної рекультивациі
			Сумарний ефект токсичних іонів	pH водне	Рухомий алюміній, мг/100г ґрунту	Na, % смності катіонного обміну	Вміст фізичної глини, %	Гумус, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>I. Придатні</b>									
1.1. Родючі	Гумусовий шар повнопрофільних ґрунтів і їх слабоеродованих різновидностей	<0,2	<0,3	5,5-8,0	<3	<10	>20	>2	Створення ріллі та інших сільськогосподарських угідь
1.2. Потенційно родючі	ґрунтоутворюючі та інші рихлі породи: незасолені, сприятливого гранулометричного складу (леси, лесовидні суглинки), верхня гумусова частина профілю середньо-і сильноеродованих ґрунтів	<0,2	<0,3	5,5-8,0	<3	<5	20-75	<2	Сільськогосподарське використання: а) як підстилаючі породи для створення ріллі із нанесеним ґрунтовим шаром; б) безпосередньо під посіви багаторічних трав; в) лісова рекультивация.
<b>II. Малопродатні</b>									
2.1. За фізичними властивостями	ґрунти та породи: піщані та супіщані, важкоглинисті	<0,2	<0,3	5,5-8,0	<3	<5	<20	<2	Глинування або піскування для створення сільськогосподарських угідь

2.2. За хімічними властивостями	Кислі, середньозасолені, солонцюваті ґрунти і породи. Рихлі крейда і мергель	0,2-0,5	1,0-3,0	3,5-9,0	3,0-18	<15	20-75	<2 1. Меліорація: вапнування, промивки, гіпсування. 2. Лісопосадки після меліорації і необхідних агротехнічних заходів. 2. Для використання у якості ріллі можуть бути використані як підстиляючі породи після проведення меліорації та нанесення ґрунтового шару
<b>III. Непридатні</b>								
3.1. За фізичними властивостями	Породи скельні, тверді сланці, конгломерати							Покриття порід, непридатних для безпосередньої рекультивації, шаром придатних порід товщиною не менше 2 м
3.2. За хімічними властивостями	Солончаки, солонці, сульфідвмісні сильнозасолені породи	>0,5	>3,0	3,5	>18	>15	Різний гранулометричний склад	<2 b. Для використання у якості ріллі ізолюються шаром придатних порід. c. За безпосереднього використання порід у якості ріллі потрібна хімічна меліорація (промивка, гіпсування, вапнування високими нормами)

### 4.3. Напрями рекультивації земель та вимоги щодо їхнього здійснення

У процесі вибору напрямку рекультивації потрібно керуватися тим, що рекультивовані землі і прилеглі до них території повинні стати елементом екологічно збалансованого ландшафту.

Найбільш поширеними напрямками рекультивації порушених земель є наступні.

1. **Сільськогосподарський** – найбільш поширений у сільськогосподарських районах із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами, в густонаселених районах із низькою часткою ріллі на душу населення за умов наявності родючих ґрунтів або потенційно родючих розкритих порід.

2. **Лісогосподарський** – найбільш поширений у лісовій зоні з метою збільшення лісового фонду або в умовах складного технологічного рельєфу, де неможлива сільськогосподарська рекультивація.

3. **Водогосподарський** – передбачає використання кар'єрних виїмок та інших техногенних понижень для різноманітних водоймищ, у тому числі рибницьких, а також для плавальних басейнів та ін.

4. **Рекреаційний** – доцільний поблизу великих населених пунктів у поєднанні із водогосподарськими заходами. Для цієї мети можуть бути використані внутрішні та зовнішні відвали розкритих порід, які малопридатні для сільськогосподарської рекультивації.

5. **Санітарно-гігієнічний напрям** – здійснюється поблизу населених пунктів і промислових підприємств у випадку необхідності біологічної або технічної консервації порушених земель, які негативно впливають на навколишнє природне середовище чи якщо інші природногосподарські напрямки рекультивації неефективні.

6. **Будівельний** – передбачає доведення порушених земель до стану, придатного для промислового і цивільного будівництва. Його можна використати поблизу населених пунктів будь-якої зони на породах, які за своїми фізико-механічними властивостями відповідають будівельним нормам і правилам (БНП).

Вибір напрямку рекультивації визначається природно-

економічними умовами і у більшості випадків диктується тим, які землі були порушені в процесі розробки корисних копалин та як вони раніше використовувалися. Перевага надається сільськогосподарському напрямку рекультивації, якщо дозволяють гідрологічні та ґрунтово-екологічні умови порушеної території. Вибір напрямів рекультивації визначається відповідно до вимог ГОСТ 17.5.1.02-85.

Ефективність рекультивації значною мірою залежить від строків та якості її проведення. При цьому треба врахувати, що відповідальність за своєчасну гірничотехнічну рекультивацію покладається на керівників гірничодобувних підприємств, а за своєчасне і раціональне використання – на землекористувачів, яким передаються рекультивовані землі.

#### **4.4. Підготовчий та гірничо-технічний етапи рекультивації: вимоги до їх проведення**

У виборі напрямку рекультивації перевага надається ріллі та іншим сільськогосподарським угіддям. Якщо рекультивація земель у сільськогосподарському напрямку недоцільна, створюються лісонасадження з метою збільшення лісового фонду, оздоровлення навколишнього середовища або захисту земель від ерозії; за необхідності – створюються рекреаційні зони.

Процес рекультивації відбувається у три послідовні етапи: підготовчий, гірничо-технічний та біологічний.

**Підготовчий етап** – перший етап рекультивації, в ході якого оцінюються природно-кліматичні та соціально-економічні умови регіону рекультивації, а також гідрологічні, гідрогеологічні, агроґрунтові та ін. умови порушеної та прилеглих до неї територій, властивості та склад розкритих порід та ґрунтів, порівнюються найбільш доцільні варіанти рекультивації та обирається напрям рекультивації. Обраний напрям рекультивації буде суттєво обумовлювати методи та способи проведення гірничих робіт.

З метою раціонального використання порід і порушених земель та створення сприятливих умов для їхньої рекультивації до техноло-



гічних схем виконання гірничих робіт ставляться наступні вимоги:

- 1) формування верхніх шарів відвалів з порід, придатних для біологічної рекультивації;
- 2) зняття і транспортування родючого шару ґрунту, його складування і зберігання або нанесення на рекультивовані поверхні відповідно до ГОСТ 17.4.3.02-85;
- 3) селективна розробка потенційно родючих порід та їх селективне відвалоутворення;
- 4) формування оптимальних за формою і структурою відвалів шахт, кар'єрів і відходів промислових підприємств, які не піддаються горінню і є стійкими проти зсувів та ерозії;
- 5) осушення відвалів, утворених виїмок засобами гідромеханізації.

**Гірничо-технічний етап рекультивації** – другий етап, в ході якого проводиться комплекс робіт із технічної підготовки та організації території для біологічного етапу та забезпечення цільового напрямку рекультивації. Залежно від регіональних умов другий етап може включати проміжну стадію – хімічну меліорацію ґрунтів та порід.

Гірничо-технічний етап рекультивації забезпечують підприємства, які ведуть розробку корисних копалини. Необхідність рекультивації земель, порушених розробками, суттєво впливає на технологію та економічні показники розробки родовища, вибір системи розробки, способу відвалоутворення, засобів механізації розкривних і відвальних робіт та способу транспортування порід на відвали.

Під час гірничо-технічного етапу, залежно від цільового напрямку рекультивації, повинні бути виконані наступні основні роботи:

- 1) грубе і чистове планування поверхні відвалів, засипка нагірних каналів, що відводять воду; виполажування або терасування відкосів; засипка і планування шахтних провалів;
- 2) звільнення рекультивованої поверхні від крупних уламків порід, виробничих конструкцій і будівельного сміття із подальшим їх похованням або організованим складуванням;
- 3) будівництво під'їзних шляхів до рекультивованих ділянок,

влаштування в'їздів і доріг на них з урахуванням проходу сільськогосподарської, лісгосподарської та іншої техніки;

4) влаштування, за необхідності, дренажної, водовідвідної, зрошувальної мережі та будівництво інших гідротехнічних споруд;

5) влаштування дна і бортів кар'єрів, оформлення залишкових траншей, зміцнення відкосів;

6) ліквідація або використання дамб, гребель, насипів, засипка техногенних озер та протоків, впорядкування русел річок;

7) поліпшення структури рекультивованого шару, меліорація токсичних порід і забруднених ґрунтів, якщо неможлива їх засипка шаром потенційно родючих порід;

8) створення, за необхідності, екрануючого шару;

9) покриття поверхні потенційно родючими і (або) родючими шарами ґрунту;

10) протиерозійна організація території.

Етап гірничо-технічної рекультивації повинен проходити в процесі експлуатації кар'єру. Це дозволяє, по-перше, економити витрати на розрівнювання відвалів, оскільки роботи ведуться з рихлими свіжоукладеними породами, які вимагають менших зусиль на різання і переміщення ґрунту; по-друге, скорочує період освоєння рекультивованих площ, оскільки перше розрівнювання відбувається в період формування відвалів, а друге – після часткового самоушільнення в період рекультивації.

Етап гірничо-технічної рекультивації має кілька стадій і передбачає цілу серію необхідних робіт із формування рельєфу місцевості.

**Перша стадія** – селективна виїмка і складування гумусового шару ґрунту і нетоксичних порід для подальшого їх використання в процесі рекультивації.

**Друга стадія** – формування і планування поверхні відвалів. Під відвали в першу чергу необхідно використовувати вироблений прос-тір кар'єрів, яри і балки. Розкривна порода насипається в провали на 2-3 м вище рівня поверхні з тим, щоб після усадки створювалися зручні для використання угіддя.

В процесі лісгосподарської рекультивації відвалів, якщо поро-

ди відвалів містять менше 20% токсичних порід, досить провести формування відвалів і їх розрівнювання, що забезпечує механічну посадку і подальшу обробку лісонасаджень.

В процесі сільськогосподарської рекультивації необхідно проводити планування бульдозерами, виположувати кути відвалів, що забезпечить їхню стійкість. Не можна допускати просторового розчленовування відвалів, яке призводить до неможливості їх господарського використання або до значних витрат на рекультивацію.

**Третя стадія** – формування потенційно родючого кореневмісного шару для подальшого етапу біологічної рекультивації. Якщо розкривні породи нетоксичні або містять не більше 20% токсичних порід, то на цій стадії у верхній частині відвалів укладається родючий гумусовий шар ґрунту, який був заздалегідь виїнятий і складований.

Якщо ж породи відвалів токсичні або містять більше 20% токсичних порід, то на них не можна безпосередньо наносити шар ґрунту, а потрібно спершу покрити шаром потенційно родючих порід – лесів чи лесовидних суглинків.

### **Факти**

*Дослідження, проведені у ФРН, показали, що при шарі насипного лесу до 1 м врожайність сільськогосподарських культур різко підвищується; при збільшенні потужності шару лесу від 1 до 2 м - підвищення врожайності незначне; при подальшому збільшенні насипного шару лесу врожайність не підвищується.*

На даний час для покриття відвалів лесами широко застосовується гідроспосіб. Спочатку планують поверхню відвалу. На поверхні відвалів, що спланована і складається із хаотичної суміші розкривних порід, оконтурюють ділянки площею 3-5 га, по межах яких споруджують насипи з лесу заввишки 1,2-1,5 м і шириною по верху 2-2,5 м, які називають *польдерами*. На насипі укладаються труби діаметром 250 мм, по яких в польдери подається пульпа із суміші води і лесу (лес: вода = 1 : 1,5). Намивання лесу ведеться пошарово. Перші 20-30 см змішують з підстилаючою породою відвалу, завдяки чому після висихання утворюється водопідпір і в подальшому вода гідронамиву

не просочується всередину відвалу, а стікає і випаровується з поверхні. Вода, що збирається із польдерів, системою трубопроводів подається назад в установку змішувача. Польдер площею 3-5 га і потужністю лесу 1 м наливається протягом одного тижня.

Для поліпшення водно-повітряних властивостей шар насипного лесу піддають глибокому розпушенню (до 80 см) навісними вібророзрихлювачами. Наміті леси відрізняються від насипних більшою пористістю (48-50%), але меншою гумусованістю і збідненням поживними речовинами. Тому на них рекомендують застосовувати норми добрив, які перевищують розрахункові на 30-40%.

Етап гірничо-технічної рекультивації включає також і такі роботи, як будівництво під'їзних шляхів, дренажно-осушувальних і водозахисних споруд для захисту рекультивованих площ від зливових і паводкових вод, водної і вітрової ерозії.

#### **4.5. Біологічний етап та вимоги до його проведення за основними напрямками рекультивації**

*Біологічний етап рекультивації* – останній етап, на якому впроваджується комплекс заходів, спрямованих на відновлення *родючості* порушених земель з метою вирощування на них сільськогосподарських та лісових культур.

Біологічний етап проводиться в повному або частковому обсязі залежно від напрямку рекультивації. В повному обсязі (на всій площі рекультивованої території) біологічний етап проводиться за таких напрямів рекультивації: сільськогосподарський, лісгосподарський, санітарно-гігієнічний. За будівельного, водогосподарського та рекреаційного напрямів рекультивації біологічний етап проводиться частково (на площі, яка не буде зайнята будівлями, спорудами, комунікаціями і водоймами, та потребує впорядкування).

Біологічний етап спрямований на відновлення родючості підготовлених в процесі гірничо-технічної рекультивації земель і перетворення їх у повноцінні сільськогосподарські та лісові угіддя різного призначення. Це тривалий і різноманітний процес. Згідно Земельного

кодексу України, перевага повинна надаватися сільськогосподарській рекультивациї. Проте для неї потрібне обов'язкове нанесення на сплановану поверхню відвалів родючого шару ґрунту або потенційно родючих порід.

Так, згідно з існуючими рекомендаціями, у випадку сільськогосподарської рекультивациї товщина кореневмісного шару має бути не меншою 1 м, він повинен мати такі фізичні та агрохімічні властивості: щільність складення – не більше 1,5 г/см<sup>3</sup>; вміст гумусу – не менше 2 %; вміст водорозчинних сульфатів натрію і магнію – не більше 5%, хлоридів – не більше 0,01 %, рН-6-8.

Вибираючи культури для вирощування на рекультивованих землях, необхідно орієнтуватися на рослинність, яка росла на території родовища або росте на відпрацьованих відвалах і сусідніх староорних землях. У тих випадках, коли на території відпрацьованих відвалів розкривних порід можливе осідання, у перші роки не можна висівати багаторічні трави, а доцільніше замінювати їх однорічними бобовозлаковими сумішками.

***Практична мета біологічної рекультивациї*** – скорочення розриву між початком відчуження земель та їх наступним використанням. Процес рекультивациї у сільськогосподарському напрямі закінчується лише тоді, коли вміст гумусу в новоствореному шарі технозему буде на рівні сусідніх староорних земель. Оптимальною є тривалість біологічного етапу до 5 років – час за який відбувається усадка основної маси порід і можливе повне відновлення родючості ґрунту. Але на практиці тривалість біологічної рекультивациї може сягати 10-15 років і більше.

Розглянемо особливості проведення біологічного етапу за основними цільовими напрямками рекультивациї.

### **Лісгосподарський напрям рекультивациї**

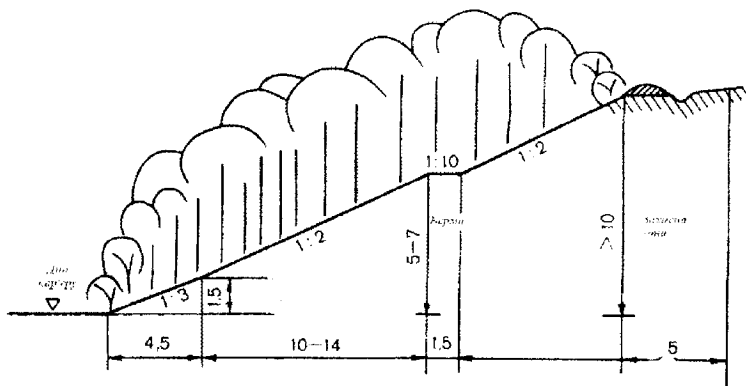
***Лісгосподарська рекультивация*** – напрям рекультивациї, в результаті якого на порушених землях створюються відповідні насадження лісових культур, які пізніше можна використовувати як промислові чи паркові лісонасадження, спортивно-оздоровчі та декоративно-захисні зони.

Лісогосподарська рекультивация є найбільш зручним і дешевим видом освоєння рекультивованих територій та домінує у більшості країн.

Насадженню дерев за 1-2 роки передують протиерозійні заходи:

- 1) терасування схилів;
- 2) вербові плоти, покриття схилів дерном, підбір стійких до осипання порід;
- 3) укріплення ґрунтово-породного матеріалу схилів за допомогою синтетичних полімерів.

Метод терасування застосовують у освоєнні крутих схилів. Приклад рекультивации відкосу борту кар'єру із м'яких гірських порід із терасуванням схилу наведено на рис. 4.1.



*Рис. 4.1. Оформлення відкосу борту необхідного кар'єру із м'яких гірських порід*

Використання синтетичних полімерів, бітумних емульсій для укріплення схилів ставить ряд вимог щодо оструктурення ґрунтів: вони повинні бути пористими, проникними для коріння рослин, не містити токсичних речовин.

Для поліпшення властивостей верхнього шару відвалів, для накопичення у ньому органічної речовини і азоту перед посадкою дерев проводять сидерацію: висівають люпин із подальшим його заорюванням – у північних та західних областях, у південних областях

ефективні буркун і люцерна, яка дає глибоку кореневу систему і за 3-4 роки сприяє накопиченню у кореневмісному шарі органічної речовини і азоту та відновленню біологічної активності орного шару ґрунту.

У лісовій рекультивациі на перших етапах використовують швидкорослі породи: тополі і верби. Досвід створення лісонасаджень на відвалах у США узагальнив Лімстром (1960). На його думку, для лісонасаджень є придатними більшість потенційно родючих розкритих порід. Лише породи з піритом, легкорозчинними солями і щільні надвугільні глини є несприятливими для лісонасаджень. Оптимальне значення рН: 4,5-6 – для хвойних порід і 6-7,5 – для листяних. За гранулометричним складом Лімстром розташовує породи у наступний ряд за зменшенням родючості : суглинки>глини>піски.

Найбільш раціонально проводити посадку листяних порід однорічними саджанцями, а хвойних порід – дворічними. Підбір видів порід повинен проводитися експериментально – за оцінкою приживання та швидкості зростання. Приживання більше 60% – задовільне, 40-60% – достатнє, менше 40% – незадовільне. Підбирати породи для посадок потрібно із місцевих видів – саме вони найбільш сприятливі для місцевих умов.

За своїм значенням усі використовувані породи можна розділити на три групи:

1) породи меліоративного, підготовчого характеру, які швидко укорінюються на відвалах, у короткий час дають густе покриття, накопичують азот у ґрунті. До цієї групи порід можна віднести акацію жовту, черемху, осику, горобину, верби, жимолость.

2) породи підготовчого і частково господарського значення, такі як вільха чорна, береза, дика яблуня, дика груша, клен польовий, липа.

Це вимогливіші породи. Частина з них у перші роки може рости лише під захисною дією покривних порід першої групи.

3) породи господарського призначення, такі як тополя, дуб літній, дуб зимовий, дуб червоний, ясен, клен, модрина, сосна.

Породи зазвичай підбирають з урахуванням кліматичних умов.

В освоєнні відвалів приймають до уваги також їх висоту та експозицію схилів. Верхні рівні відвалів рекомендують під хвойні породи, а нижче 4,5 м – під листяні. На південних і західних схилах краще ростуть сосна і акація, а на північних і східних – тополя, ясен, клен.

На Поліссі у якості лісоутворюючої породи рекомендується використовувати сосну, а в районах із близьким розташуванням промислових підприємств – березу.

На марганцевих відвалах на нетоксичних породах в умовах сприятливого клімату і штучного зрошення успішно вирощують каштан, грушу, яблуню, виноград. На відвалах бурого вугілля Кіровоградської області проведені посадки дуба, берези, сосни, тополі, акації білої. У Підмосковному вугільному басейні найбільш стійкими породами виявилися береза і сосна.

Для прискорення гумусоутворення рекомендується застосовувати спосіб, суть якого полягає у використанні активних штамів мікроорганізмів, які мобілізують потенційну родючість субстрату і сприяють накопиченню у ньому органічних речовин та елементів живлення у доступній для вищих рослин формі. Рекультивация здійснюється шляхом суцільного нанесення мікроорганізмів на відновлювану поверхню ґрунтового шару.

На відвалах допускаються перепади висотних відміток 0,2...0,5 м і нерівності, орієнтовані вздовж рядів створюваних лісонасаджень. До змикання насаджень поверхню відвалів необхідно підтримувати у рихлому стані. Тривалість біологічного етапу рекультивации у лісогосподарському напрямку дорівнює часу, за який відбувається змикання зелених насаджень.

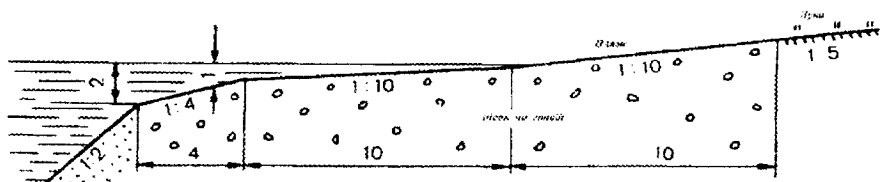
### **Водогосподарський напрям рекультивации**

*Водогосподарський напрям рекультивации* – напрям, який передбачає використання кар'єрних виїмок та інших техногенних понижень для різноманітних водоймищ, зокрема рибницьких, рекреаційних та ін.

При створенні водоймища важливе значення має виділення за профілем високого укосу декількох зон: нересту риб, очерету (підводні частини відкосу), лісопосадки м'яколистяних і твердолистяних порід,



узлися яких засаджуються чагарником. Вздовж верхньої бровки кар'єру влаштовуються нагірні канали та вали для перехоплення поверхневого стоку і запобігання розвитку ерозійних процесів бортів рекультивованої території. При незначній (до 3–5 м) висоті надводної частини борту кар'єру укіс оформлюється аналогічно до описаної вище схеми, але зони м'яколистяних і твердолистяних лісових культур об'єднуються в одну, а вздовж верхньої бровки кар'єру не влаштовуються нагірні канали або вали. Типовий поперечний переріз рекультивованого кар'єру у водогосподарському напрямі наведено на рис.4.2.



**Рис. 4.2. Оформлення пляжної зони при створенні водойми у відпрацьованому кар'єрі**

Для влаштування пляжу (якщо берегова смуга водоймища призначена для купання) підводна частина відкосу планується з ухилом 1:10 до глибини водоймища 1 м, потім до глибини 2 м укіс має ухил 1:4 і далі - не крутіше 1:1 (див. рис. 4.2). Надводна частина відкосу у пляжній зоні на відстані не менше 10 м по горизонталі також планується із ухилом 1:10. Далі закладання відкосу приймається 1:5, і укіс в цій зоні залужується.

Для запобігання розвитку ерозії при використанні кар'єрів великої площі з бортами, складеними з рихлих порід, для сільськогосподарських або інших цілей на укосах також створюються суцільні лісонасадження. Якщо борт кар'єру складений скельними або напівскельними породами, кут закладання відкосу окремих уступів приймається значно крутіше, але не більше  $60^\circ$ . Увесь борт кар'єру ділиться бермами на уступи заввишки до 12 м. Ширина берм (майданчиків) – не менше 2 м. Для озеленення на берми насипають шар ґрунту або потенційно родючих порід, якими засипається і дно кар'єру, якщо він

не призначений для обводнення. Забудова відвалів проводиться після їх усадки (опісля не менше 10 років після відсипання), в основному одно- або двоповерховими будівлями.

### **Сільськогосподарський напрям рекультивації**

*Сільськогосподарський напрям рекультивації* – напрям, який передбачає вирощування на порушених землях відповідного асортименту сільськогосподарських культур і в подальшому переведення цих земель у ріллю, кормові та інші види сільськогосподарських угідь.

В областях з розповсюдженням родючих ґрунтів і нетоксичних розкритих порід сільськогосподарська рекультивація доцільна під ріллю, сади, пасовища. При цьому на біологічному етапі рекультивації продуктивність рекультивованих земель має бути доведена до рівня староорних земель прилеглих територій.

Підготовка порушених територій після етапу гірничотехнічної рекультивації проходить в кілька стадій:

- 1) вапнування порід в нормах, встановлених за величиною гідролітичної кислотності;
  - 2) розпушення до глибини 60 см;
  - 3) застосування органічних (40-60 т/га) та мінеральних добрив (до 500 кг/га);
- г) посів злаково-бобової суміші.

При цьому ведуться спостереження і обстеження просідання ґрунту.

Перед внесенням добрив рекультивовані ділянки слід дослідити за сіткою 50x50 м або 100x100 м на вміст основних елементів живлення та гумусу. Добрива вносять з урахуванням одержаних відомостей. Техніка внесення добрив наступна: перші норми вносять після закінчення робіт з гірничо-технічної рекультивації перед посівом сидерату, який у перший же рік на стадії цвітіння заорюється. Друга норма добрив вноситься перед посівом люцерни, що культивується протягом двох років, а третя норма повного мінерального добрива – після люцерни. Всього за три етапи вносять 20–25 ц/га мінеральних добрив у такому співвідношенні:  $K_2O$  – 50%,  $P_2O_5$  – 30%,  $P_2O_5$  – 20%.

Після попередніх стадій на рекультивованій території вводять спеціальну меліоративну сівозміну. Прикладом може бути сівозміна такого типу:

1–й рік – покривна культура із підсівом бобових (наприклад, жито з люцерною);

2–4–й роки – багаторічні трави, що покращують ґрунт (люцерна, конюшина, остер та ін.);

5–й рік – просапна культура або кукурудза;

6–й рік – хлібні злаки із підсівом бобових;

7–й рік – злаково-бобова суміш;

8–й рік – просапна культура;

9–й рік – пшениця озима.

#### *Приклад*

*У Німеччині у період рекультивації застосовують такі схеми сівозмін: I: 1–2–й роки – буркун або люцерна, 3–й – жито, 4–й – пшениця, 5–й рік – цукровий буряк.*

*II: 1–2–й роки – люцерна, 3–й – пшениця, 4–й – цукровий буряк, 5–й – ячмінь, 6–й рік – жито.*

Після такої сівозміни на рекультивованих територіях можуть впроваджуватися зональні польові або кормові сівозміни. Показниками завершення біологічного етапу рекультивації є зазначені у проєкті строки, а показниками якості рекультивації – продуктивність рекультивованих земель та родючість їхнього ґрунтового покриву.

#### **Питання для самоконтролю:**

1. Розкрийте суть поняття та мету рекультивації земель?
2. Які етапи та напрями рекультивації земель існують?
3. Назвіть основні передумови вибору напрямку рекультивації земель.
4. Що розуміють під «біологічною рекультивацією»?
5. Які основні вимоги ставляться до порід та ґрунтів для сільськогосподарського напрямку рекультивації?

6. Які вимоги до планування територій ставляться при проведенні рекультивації у водогосподарському напрямі комплексного призначення?
7. Які породи дерев та кущів доцільно насаджувати під час лісогосподарської рекультивації земель і якими критеріями користуються при їх виборі?
8. Які типи протиерозійних заходів передують насадженню дерев на рекультивованій території?
9. Назвіть основні протиерозійні заходи на рекультивованих територіях із крутими відкосами.
10. Яким чином проводиться підготовка порушених територій до біологічного етапу сільськогосподарської рекультивації після етапу гірничо-технічної рекультивації?
11. Наведіть приклади меліоративних сівозмін, котрі впроваджують на етапі біологічної рекультивації у сільськогосподарському напрямі.

## СЛОВНИК НАЙБІЛЬШ ВЖИВАНИХ ТЕРМІНІВ

**Агровиробниче групування ґрунтів** – це процес об'єднання окремих контурів видів та різновидностей ґрунтів у більші групи (масиви) з близькими агрономічними властивостями і рівнем родючості, для яких можна запропонувати однакоє сільськогосподарське використання і відносно однакові прийоми агротехніки, заходи підвищення роючості. За масштабом узагальнення агровиробничі групування ґрунтів бувають загальнодержавними, регіональними і господарськими.

**Агроекологічний моніторинг** – система спостережень, оцінки і прогнозу стану ґрунтів, продукції рослинництва та тваринництва з метою управління станом агроecosистем господарства чи певного регіону.

**Агроекологічний стан ґрунтового покриву** – інтегральний показник екологічної стійкості, рівня родючості та санітарно-гігієнічного стану (або рівня забруднення) ґрунту.

**Агроекологічний стан земель** – комплекс характеристик земель, що відображають умови стабільного високопродуктивного функціонування агроecosистем.

**Актуальна (ефективна) родючість** – родючість, виявлена у врожаї, сильно варіює залежно від різних умов (метеорологічних, рівня обробітку, удобрення ґрунту, виду і сорту, умов захисту рослин від хвороб та шкідників, тощо); характеризує як окультурені, антропогенно перетворені, еродовані ґрунти, так і цілині.

**Амоніфікація** – біохімічний процес розкладання органічних речовин ґрунту під впливом різних мікроорганізмів (бактерій, актиноміцетів, плісєневих грибів) до аміаку.

**Антропогенна родючість** - здатність ґрунту забезпечувати необхідні для росту і розвитку рослин умови, зумовлена виключно властивостями, набутими в процесі антропогенного перетворення (меліорацій, обробітку, застосування добрив і т.п.). В чистому вигляді антропогенна родючість виявляється в штучно створених ґрунтових субстратах, тобто сумішах матеріалів, що набули ознак ґрунту виключно під впливом людини.

**Атмосферна посуха** – атмосферне явище, яке виникає в результаті тривалого періоду спеки без опадів з високою температурою і низь-

кою відносною вологістю повітря - менше 30- 35 %.

**Багатовимірні моделі** – моделі, які описують поведінку більш як одного результативного показника внаслідок дії кількох факторіальних.

**Баланс біогенних елементів у ґрунті** – різниця між величиною надходження та виносу поживних елементів з ґрунту.

**Баланс гумусу** – різниця між кількістю гумусу, що утворився внаслідок гуміфікації органічних речовин у ґрунті та тою кількістю гумусу, яка витратилася на мінералізацію.

**Баланс елементів живлення** - це математичний вираз їх колообігу в землеробстві й біосфері (різниця між величиною виносу елемента живлення з ґрунту та його надходження у ґрунт).

**Баластна речовина добрива** - складова речовина добрива, що не призначена для поліпшення живлення рослин і підвищення родючості ґрунту, але міститься в добриві як невідділена домішка сировини, з якої вироблено добриво.

**Біокоридор** - видовжений ареал, представлений геотопами під природною або близькою до неї рослинністю, вздовж якого відбуваються біотичні міграції між окремими біоцентрами.

**Біологічне землеробство** – група систем землеробства, в агроекосистемах яких головною метою є досягнення максимальної адаптації рослинних угруповань (сівозмін) умовам навколишнього середовища, мінімалізація використання синтетичних сполук мінеральних добрив та пестицидів з метою стабільного отримання екологічно безпечної сільськогосподарської продукції.

**Біологічний етап рекультивації** – останній етап, на якому впроваджується комплекс заходів, спрямованих на відновлення продуктивності порушених земель та родючості ґрунтового покриву з метою вирощування на них сільськогосподарських та лісових культур.

**Біосферні заповідники** – природоохоронні, науково-дослідні установи міжнародного значення, що створюються з метою збереження в природному стані найбільш типових природних комплексів Біосфери, здійснення фонових екологічного моніторингу, вивчення навколишнього природного середовища, його змін під дією антропогенних факторів.

**Біоцентр** – це група суміжних геотопів з природною рослинніс-

тю, які виконують функції збереження генофонду ландшафту, оптимізації впливу на прилеглі геотопи з культурною рослинністю або без неї, естетичної привабливості території.

**Болото** – частина земної поверхні, що характеризується сильним застійним або слабкопроточним режимом зволоження верхніх горизонтів ґрунту, на якій виростає типова болотна рослинність, відбувається процес торфонакопичення, а потужність торфу становить понад 50 см.

**Бонітування ґрунтів** – це порівняльна оцінка якості ґрунтів за їх основними природними властивостями, які мають сталий характер та суттєво впливають на врожайність сільськогосподарських культур, вирощуваних у конкретних природно-кліматичних умовах.

**Ботанічні сади** – природно-заповідні об'єкти, котрі створюються з метою збереження, вивчення, акліматизації, розмноження в спеціально створених умовах та ефективного господарського використання рідкісних і типових видів місцевої і світової флори шляхом створення, поповнення та збереження ботанічних колекцій, ведення наукової, навчальної і освітньої роботи. Можуть бути загальнодержавного та місцевого значення. В ботанічних садах проводиться зонування з виділенням експозиційної, наукової, заповідної та адміністративно-господарської зон.

**Важкі метали** – в хімії – це усі метали, питома маса яких перевищує  $5 \text{ г/см}^3$ , або атомний номер більше 20. У екології важкі метали – понад 40 хімічних елементів із атомною масою вище 50 ат.од., які токсичні для живих організмів.

**Великий геологічний кругообіг** – геологічні процеси перетворення і переміщення маси гірської породи, які здійснюються протягом геологічних епох.

**Вермикомпост (біогумус)** – високомолекулярна органічна сполука, яка утворилася внаслідок переробки дощовими червами органічних речовин (гною, соломи, листя, решток силосу, сіна, відходів харчової, м'ясної, плодоовочевої промисловості, комунального господарства, пташиного посліду) і виділилась у навколишнє середовище з травного каналу червів.

**Виробничий (базовий, стандартний, поточний) моніторинг** – систематичний моніторинг об'єктів у просторі та часі.

**Високопродуктивні землі** – землі, збалансоване цільове викорис-

**Гумінові кислоти (ГК)** – лужнорозчинна фракція гумусу, яка складається із вуглецю (50-62 %), азоту (2-6 %) і незначної кількості зольних елементів. Розчиняючись у слабких лугах, вони утворюють гумати, які слабо розчинені у воді. ГК надають ґрунтові чорного або темно-коричневого забарвлення.

**Гуміфікація ОРГ** – поетапні процеси перетворення органічних речовин в ґрунті до специфічних гумусових речовин з наступних їх закріпленням мінеральною частиною ґрунту.

**Гумусовий стан ґрунту** – узагальнююча назва комплексу показників, які визначають морфологічні ознаки, загальні запаси, властивості органічної речовини ґрунту, а також напрям і величину процесів накопичення, мінералізації, міграції та трансформації гумусу в ґрунті.

**Дендрологічні парки** створюються з метою збереження і вивчення у спеціально створених умовах різноманітних видів дерев і чагарників та їх композицій для найбільш ефективного наукового, культурного, рекреаційного та іншого призначення. Можуть бути загальнодержавного та місцевого значення.

**Денітрифікація** – біохімічні процеси відновлення нітратного азоту до молекулярного  $N_2$  або до оксидів  $NO$ ,  $N_2O$  під впливом денітрифікуючих бактерій.

**Державний земельний кадастр** – це єдина державна система земельно-кадастрових робіт, яка встановлює процедуру визнання факту виникнення або припинення права власності і права користування земельними ділянками та містить сукупність відомостей і документів про місце розташування та правовий режим цих ділянок, їх оцінку, класифікацію земель, кількісну та якісну характеристику, розподіл серед власників землі та землекористувачів.

**Детрит** – передгумусова фракція неживої ОРГ, до складу якої входять слабогуміфіковані органічні рештки, які втратили свою анатомічну будову і погано відділяються від основної маси ґрунту.

**Динамічні моделі** – моделі, які ґрунтуються на теорії сервомеханізмів і описують процеси за допомогою складних математичних залежностей, які допускають однозначність причини і наслідків у досліджуваному процесі.

**Діюча речовина добрива** – основний елемент живлення, що



міститься в добриві.

**Добриво** – речовина, призначена для покращання живлення рослин і підвищення родючості ґрунту.

**Евтрофікація** – підвищення біологічної продуктивності водойми внаслідок її забруднення сполуками азоту та фосфору за рахунок промислових стоків.

**Еколого-агрохімічний паспорт поля** – це документ, у якому зосереджена інформація про родючість ґрунтів поля та їх агроекологічний стан.

**Еколого-технологічна група земель** – група, яка об'єднує землі з подібними умовами рельєфу чи агроґрунтовими умовами, ґрунтовий покрив яких має певний рівень стабільності до розвитку ерозійних процесів.

**Ерозія** – процеси зменшення потужності ґрунтового профілю за рахунок перенесення його водою чи вітром.

**Смисль балансу** – це сума виносу та надходження елементів живлення в ґрунт незалежно від того, включаються вони у колообіг уперше чи використовуються повторно.

**Заболочені землі** – частина земної поверхні, що характеризується слабкопроточним режимом, зволоженням верхніх горизонтів ґрунту, на якій виростає типова болотна рослинність, відбувається процес торфонакопичення, а потужність торфу становить не більше 50 см.

**Заказники** – це природні території і акваторії, де охороняються окремі види рослин і тварин або природні комплекси (озера, болота, ділянки лісу чи степу з рідкісними видами рослин або тварин, печери, території з унікальними геологічними утвореннями тощо). Заказники можуть бути загальнодержавного і місцевого значення.

**Заповідні урочища** – об'єкти ПЗФ, якими оголошуються лісові, степові, болотні та інші відокремлені цілісні ландшафти, що мають важливе наукове, природоохоронне і естетичне значення, з метою збереження їх у природному стані.

**Засолення ґрунтів** – процес накопичення у кореневмісному шарі ґрунту легкорозчинних солей (карбонату натрію, хлоридів, сульфатів).

**Збалансована ландшафтно-екологічна організація територій** – такий тип організації, за якого природні потенціали геосистем повністю

реалізуються, виключені конфліктні ситуації між її природними особливостями та функціональним використанням і забезпечується стійкість як окремих геосистем, так і ЛТС в цілому.

**Збалансоване використання земельних ресурсів** – така система використання земельних ресурсів, за якої реалізуються принципи повного відновлення усіх їхніх функцій і забезпечує стабільне підтримання високої продуктивності земель на засадах оптимального співвідношення між економічним зростанням, нормалізації якісного стану природного середовища, росту матеріальних і духовних потреб населення.

**Збалансоване використання земельних ресурсів** – порядок, умови та форма такого використання земель в різних господарських цілях, яке передбачає підтримання вихідного рівня або підвищення їх народногосподарської цінності.

**Збалансоване природокористування** – така система використання природних ресурсів, за якої реалізуються принципи повного відтворення використаного природного ресурсу або заміна його рівноцінним на засадах оптимального співвідношення між економічним зростанням, нормалізації якісного стану природного середовища, росту матеріальних і духовних потреб населення.

**Земельно-ресурсний потенціал** території – міра здатності наземних природних систем без шкоди для себе (а, отже, і для людей) віддавати необхідну для людства продукцію або виконувати корисну роботу в рамках господарства даного історичного типу.

**Зелене добриво (сидерат)** – зелена маса рослин, яку заорюють у ґрунт для підвищення його родючості.

**Зелені книги** – офіційні документи неурядових міжнародних і національних адміністративних організацій, що містять перелік та відомості про рідкісні екосистем і такі, що зникають або потребують особливої охорони.

**Земельні ресурси** – це біосферне чи природно-соціальне утворення, яке характеризується ознакам просторового та інтегрального характеру – протяжністю, рельєфом, ґрунтовим покривом, біотою, а також є об'єктом господарської діяльності та визначає екологічні умови життя людей.

**Земельний фонд** – сукупність земель різних цільових категорій у

межах певної території.

**Зоологічні парки** – об'єкти ПЗФ, котрі створюються з метою організації екологічної освітньо-виховної роботи, експозицій рідкісних, екзотичних та місцевих видів тварин, збереження їх генофонду, вивчення дикої фауни і розробки наукових основ її розведення в неволі.

**Зрошення** – це гідромеліоративний захід штучного зволоження ґрунту для одержання високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур.

**Зрошувальна норма** – кількість води, яку необхідно подати на 1 га поля за весь період вегетації для відновлення дефіциту вологи у розрахунковому шарі ґрунту і забезпечення проектного врожаю культури в умовах розрахункового року.

**Зрошувальні меліорації** – комплекс господарських, інженерних, організаційних та агротехнічних заходів, спрямованих на постачання і рівномірний розподіл води на сільськогосподарських угіддях, де в природних умовах води не вистачає.

**Індекс самоочищення** – відносний показник, котрий визначає рівень самоочисної здатності ґрунту від токсикантів (зокрема, пестицидів).

**Інтегрована система землеробства** – такий вид збалансованої системи землеробства, яка поєднує новітні розробки з інтенсифікації землеробства та основні принципи систем альтернативного землеробства.

**Інтенсивність балансу біогенного елемента** – відносний балансовий показник, котрий виражається відношенням надходження елемента живлення в ґрунт (Н) до виносу (В) його з урожаєм (%) і показує, на скільки відсотків винос елемента живлення урожаєм відшкодовується за рахунок надходження його з добривами.

**Інтерактивний елемент** – лінійний ареал, зайняти геотопами з природною або близькою до неї рослинністю; який відгалужується від біоцентру або біокоридору і виконує функції поширення їх дії на прилеглі агро- або урбоугіддя.

**Іригаційна ерозія** – процеси змиву і розмиву ґрунту поливними водами, що виникають в умовах нерационально організованого зрошення на схилі землях, коли по лінії течії поливної води є схили, здатні

до розмивання.

**КМОТ** – така організація території сільгоспугідь в межах водозбору (басейну річки), яка забезпечує диференційоване використання території в залежності від її ґрунтово-ландшафтних умов та ґрунтозахисної здатності сільськогосподарських культур з метою запобігання чи припинення прискореної ерозії ґрунтового покриву.

**Коефіцієнт гуміфікації** – та кількість органічної речовини (у % від її надходження у ґрунт (або долях від одиниці)), яка залишається у ґрунті у вигляді гумусу (гуміфікується).

**Комплексна (інтегральна) ресурсна група** – група природних ресурсів, які походять в результаті взаємодії одночасно декількох або усіх відразу оболонок Землі та частини Всесвіту, що в найближчому майбутньому може бути освоєна людством, і відображають та регулюють екологічну рівновагу в природі.

**Комплексна посуха** – явище поєднання атмосферної посухи із ґрунтовою, в результаті якого при надмірній і одночасній сухості повітря і ґрунту рослини випаровують води більше, ніж засвоюють через кореневу систему. Комплексні посухи є найстрашнішими за наслідками впливу на врожайність сільськогосподарських культур і за силою відносяться до «дуже сильних».

**Консервація земель** – процес вилучення із обробітку сильно- та середньородованих земельних ділянок в комплексі із слабоородованими ґрунтами із наступним їх залуження або залісненням, котрий за тривалістю може бути тимчасовим або постійним.

**Кризовий моніторинг** – тип моніторингу, котрий призначений для особливого оперативного контролю гранично допустимих рівнів у аварійних ситуаціях з метою швидкого реагування і попередження катастрофічних явищ.

**Ландшафти** – природно-господарські територіальні системи, які складаються з географічної оболонки, що в свою чергу є сукупністю природних елементів з різним ступенем антропогенного навантаження: ріллі, сіножатей, пасовищ, багаторічних насаджень, ареалів лісів, чагарників, природних луків, боліт, торфовищ, урбанізованих та селітебних територій, а також доріг, комунікацій і споруд.

**Лісовий фонд** – це сукупність лісових та нелісових земельних

площ, призначених для ведення лісового господарства.

**Малий біологічний кругообіг** – частина великого біогеохімічного колообігу, яка здійснюється з рахунок діяльності організмів в результаті синтезу та руйнування органічної речовини, наслідком чого є продукування біомаси та утворення ґрунту.

**Математичне моделювання** – процес опису природного об'єкту і його поведінки за допомогою математичних символів.

**Матричні моделі** – моделі, які описують процес чи явище за допомогою певної таблиці чисел (матриці).

**Меліорація** (у широкому розумінні) – процес цілеспрямованого поліпшення земель, підвищення родючості ґрунтів, їх стійкості до несприятливих умов і антропогенних факторів.

**Мінералізація ОРГ** – поетапні процеси окислення органічних речовин в ґрунті до  $\text{CO}_2$  та  $\text{H}_2\text{O}$ .

**Моделі, що ґрунтуються на теорії катастроф** – моделі, які описують процеси і явища (системи), що мають властивості бімодальності, перервності, гістерезису і дивергенції та характеризуються дисипативністю енергетичних та матеріальних потоків (Дж. Джеферс, 1991).

**Моделювання** – реальна чи абстрактна інтерпретація процесу чи явища за допомогою словесних, графічних чи математичних виразів.

**Моніторинг ґрунтового покриття** (ґрунтів) – система спостережень, оцінки і прогнозу стану ґрунтів з метою ефективного управління та відтворення родючості.

**Моніторинг земель** – система спостережень, оцінки і прогнозу стану всіх категорій земель: сільськогосподарського призначення, лісовкритих територій, урбанізованих, рекреаційних та природоохоронних територій, рекультивованих земель та ін. з метою управління.

**Морфологічні процеси деградації ґрунтового покриття (ПДГП)** – чітко виражені зміни у будові і структурі ґрунтового профілю.

**Науковий моніторинг** – моніторинг підвищеної точності і ємності, за допомогою якого можна істотно збагатити виробничий моніторинг, в значній мірі уточнити зміст управлінських рішень і створити суттєво більш надійні прогностичні моделі.

**Національні природні парки** – це природоохоронні, рекреаційні,

культурно-освітні, науково-дослідні установи загальнодержавного значення, що створюються з метою збереження, відтворення і ефективного використання природних комплексів та об'єктів, які мають особливу природоохоронну, оздоровчу, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність.

**Нітрифікація** – біохімічні процеси окислення аміаку до азотної кислоти та її солей, є показником культурного стану ґрунту і родючості.

**Нормальна (геологічна), ерозія** – така, яка виявляється у природних умовах (без втручання людини) і відбувається повільніше, ніж формування профілю ґрунту під час процесів ґрунтоутворення.

**Обводнення земель** – комплекс гідротехнічних споруд і заходів, призначених для забезпечення водою безводних і маловодних районів. Яскравим прикладом обводнення в Україні є Північно-кримський канал.

**Оптимізаційні моделі** – моделі, які здійснюють пошук оптимальних комбінацій ключових змінних, які визначають протікання процесу.

**Органічна речовина ґрунту** – це сукупність живої біомаси та органічних решток рослин, тварин, мікроорганізмів, продуктів їх метаболізму і специфічно утворених темнозабарвлених гумусових речовин, що пронизують ґрунтовий профіль.

**Освоєна сівозміна** – це та, у якій дотримуються межі полів, а розміщення культур по полях і попередниках відповідає прийнятій схемі.

**Особливо цінні землі** – землі, які мають найвищий потенціал продуктивності в якості сільськогосподарських угідь чи використовуються у наукових цілях або належать до земель природно-заповідного фонду чи історико-культурного призначення.

**Оцінка стану земель** – комплекс робіт зі збору та аналізу інформації про стан земель з метою їх порівняння з визначеними нормативами та встановлення величини оціночного показника (балу, індексу, тощо).

**Пам'ятка природи** – об'єкт ПЗФ, котрий являє собою окремі невідновні природні об'єкти, які мають наукове, історичне чи культурно-естетичне значення, наприклад: водоспад, печера, дуже старе дерево, джерело. Можуть бути загальнодержавного і місцевого значення.

**Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва** – об'єкт ПЗФ, котрий являє собою найбільш визначні та цінні зразки паркового будівництва, які оголошуються такими з метою охорони їх і використання у естетичних, виховних, наукових, природоохоронних та оздоровчих цілях. Можуть бути загальнодержавного і місцевого значення.

**Переосушення ґрунтів** – процес пониження РГВ у межах осушеної чи прилеглої території, який призводить до порушення водно-повітряного режиму кореневмісного шару ґрунту, розриву капілярної кайми, погіршення умов водоспоживання рослин, а в окремих випадках – до пересихання орного шару та посилення його дефляції.

**Пестициди** – узагальнююча назва групи токсичних речовини хімічного чи біологічного походження, які призначені для знищення, регуляції та припинення розвитку шкідливих організмів, унаслідок діяльності яких уражуються рослини, тварини, люди, завдається шкода матеріальним цінностям.

**Підготовчий етап рекультивації** – перший етап рекультивації, в ході якого оцінюються природно-кліматичні та соціально-економічні умови регіону рекультивації, а також гідрологічні, гідрогеологічні, агроґрунтові та ін. умови порушеної та прилеглих до неї територій, властивості та склад розкритих порід та ґрунтів, порівнюються найбільш доцільні варіанти рекультивації та обирається напрям рекультивації.

**Підземна ерозія** – хімічні процеси розчинення і вимивання порід і ґрунтів, що мають у своєму складі велику частку легкорозчинних солей (гіпсу, карбонатів), в результаті чого під поверхнею ґрунту утворюються пустоти і, як наслідок, відбувається посідання поверхні ґрунту, утворення блюдцець, обвалів.

**Підтоплення територій** – процес утворення зони підтоплення внаслідок виникнення підпору ґрунтових вод, який є результатом підйому рівня води у поверхневих водних об'єктах.

**Плантажна оранка** – це оранка на глибину 50-60 см (часто цей тип оранки проводять в комплексі самомеліорації солонців з таким розрахунком, щоб перемістити на поверхню 5-10-сантиметровий шар ґрунту, який містить карбонати кальцію і гіпсу).

**Планування збалансованої структури земельних угідь** – це комплексний процес розподілу земель басейну річки на різні угіддя з до-

триманням вимог біоцентрично-сітьової моделі ЛТС, який об'єднує фізичні, соціальні та економічні аспекти землекористування з урахуванням потенційних майбутніх потреб суспільства, метою якого є забезпечення стабільного функціонування басейну річки як цілісного біогеохімічного комплексу.

**Поверхнева ерозія** – механічний процес поступового руйнування і переміщення верхніх, найбільш родючих шарів ґрунту і порід, що його підстилають;

**Поживний режим ґрунту** – сукупність фізико-хімічних та біологічних показників, що визначають багаторічно усталену здатність ґрунту задовольняти вимоги рослин щодо елементів мінерального живлення.

**Показник стійкості гумусового комплексу (ПСГК)** – безрозмірна відносна величина, яка є відношенням маси вуглецю гуміну до маси вуглецю фульвокислот в ґрунті.

**Показник урбанізованості території** – частка населення, що проживає в містах та селищах міського типу на даній території.

**Поливна норма** – об'єм води, який подається на 1 га поля за один полив для підтримання оптимального водно-повітряного режиму в розрахунковому шарі ґрунту.

**Посуха** – бездощовий період достатньої тривалості, що супроводжується підвищеною температурою і суховіями, які посилюють транспірацію і утруднюють засвоєння рослинами вологи у кореневмісному шарі ґрунту, послаблюють темпи їх росту і розвитку.

**Потенціальна родючість** – потенціал здатності ґрунту забезпечувати необхідні для росту і розвитку рослин умови, що може виявлятися під впливом різних факторів, а найкраще – в умовах екстремальних метеорологічних чи антропогенних навантажень. Розрізняють ґрунти з високим (ті, що мають високі запаси елементів живлення, гумусу, сприятливий для розвитку рослин мінералогічний і гранулометричний склад, потужний ґрунтовий профіль, тощо) і низьким рівнем потенціальної родючості. Певний рівень потенціальної родючості характерний як для ґрунтів у природному стані (цілинних), так і антропогенно перетворених (орних, меліорованих, тощо).

**Потенційна біологічна продуктивність території** – відносний



показник, котрий враховує спільний вплив тепло- і вологозабезпеченості території на продуктивність рослин і являє собою *біокліматичний потенціал (БКП)* території,

**Природна родючість** – здатність ґрунту забезпечувати необхідні для росту і розвитку рослин умови, зумовлена виключно його властивостями, набутими в процесі природної еволюції без втручання людини), виявляється у всіх ґрунтах, але в чистому вигляді природна родючість реалізується в цілинних ґрунтах.

**Природні заповідники** – це природоохоронні території та акваторії, що виділяються державою з метою збереження в природному стані типових і унікальних природних комплексів, у межах яких охороняються природні об'єкти та ресурси, що становлять особливу екологічну, генетичну, наукову чи культурну цінність: типові чи рідкісні ландшафти, рідкісні геологічні утворення, угруповання рослин і тварин із характерним ґенофондом, тощо.

**Природні ресурси (ПР)** – це природні об'єкти і явища, які використовуються в минулому, теперішньому і майбутньому для прямого і непрямого споживання та сприяють створенню матеріального багатства та відтворенню трудових ресурсів.

**Прискорена (антропогенна) ерозія** – ерозія ґрунту, яка виникає внаслідок нераціональної господарської діяльності людини і відбувається інтенсивніше, ніж процеси ґрунтоутворення. Вона призводить до утворення еродованих ґрунтів.

**Процеси деградації ґрунтового покриву** – процеси, викликані дією антропогенних і природних факторів, які спрямовують ґрунтоутворення у бік погіршення якості ґрунтового покриву, що супроводжується зменшенням вмісту гумусу, руйнуванням структури, зменшенням родючості ґрунту.

**Регіональні ландшафтні парки** – це території, які створюються з метою збереження у природному стані типових або унікальних природних комплексів та об'єктів, а також забезпечення умов для організованого відпочинку населення.

**Рекультивация земель** – це комплекс робіт, спрямованих на відновлення продуктивності та господарської цінності порушених земель,

а також на поліпшення умов довкілля відповідно до інтересів суспільства.

**Родючість ґрунтів** – здатність задовільняти потреби рослин у елементах живлення та воді, забезпечувати їх кореневі системи повітрям, теплом, іншими умовами росту і розвитку. Отже, родючість – головний показник якості та основа нормативної ціни земель сільськогосподарського призначення.

**Самомеліорація** – агротехнічний захід меліорації солонців, який полягає у перемішуванні сильнозасоленого шару ґрунту із нижче розміщеним 5-10 см шаром, який містить карбонати кальцію і гіпс за допомогою плантажної або ярусної оранки.

**Санітарно-гігієнічний напрям рекультивації** – напрям рекультивації земель, котрий доцільно здійснювати поблизу населених пунктів і промислових підприємств у випадку необхідності біологічної або технічної консервації порушених земель, які негативно впливають на навколишнє природне середовище чи якщо інші народногосподарські напрямки рекультивації неефективні.

**Сапропель** – це донні відклади прісноводних водоймищ, які є органічно-мінеральними комплексами речовин, які утворилися внаслідок перебігу біохімічних, мікробіологічних і фізико-механічних процесів із решток рослинних і тваринних організмів, що заселяли водоймище, а також принесених водою і вітром органічних і мінеральних сумішей.

**Селі** – грязе-кам'яні потоки, які рухаються вздовж схилу чи русла гірського водотоку і після зупинки не розпадаються, а повільно застигають.

**Сівозміна** – це агробіоценоз, в якому здійснюється чергування сільськогосподарських культур і парів у часі і на території, або тільки у часі з метою збереження і відтворення родючості ґрунту, отримання високих і сталих врожаїв з доброю якістю продукції, економія енергетичних і трудових ресурсів, охорона навколишнього середовища.

**Сільськогосподарський напрям рекультивації** – напрям рекультивації, який передбачає вирощування на порушених землях відповідного асортименту сільськогосподарських культур і в подальшому переведення цих земель у рілля, кормові та інші види сільськогосподарських угідь.

**Спеціальний моніторинг** – моніторинг одного або кількох процесів у сучасних ґрунтах, при інтенсивному використанні яких відмічаються помітні зміни.

**Стабільність агроєкосистеми** – це здатність агроєкосистеми безмежно тривалий час зберігати стійкість за існуючих умов.

**Стійкість агроєкосистеми** – це її здатність відновлювати запрограмовану еволюцією продуктивність на одиницю сукупного енергоресурсу.

**Стохастичні моделі** – моделі, які в процесі моделювання використовують апарат теорії ймовірностей.

**Структура посівних площ** – склад посівних площ у відсотках, який займають культури кожної агробіологічної групи в загальній площі посівів (ріллі).

**Техногенна ерозія** – процеси руйнування і переміщення ґрунтового покриву внаслідок техногенної діяльності людини.

**Торф** – де органічна маса, що утворюється в результаті відмирання і неповного розкладу рослинних решток у анаеробних умовах.

**Точна система землеробства** – така система землеробства, яка ґрунтується на оптимізації потреб рослини передусім у елементах живлення та волозі за рахунок точних агротехнологій.

**Урбанізовані території** – території, зайняті безпосередньо місцями та селищами міського типу, що являють собою специфічне середовище існування людини, яке містить природні і штучні компоненти, а також людей, поєднаних у різні соціальні групи.

**Урбоєкосистема** – природна підсистема урбосистеми, за допомогою якої місто здійснює зв'язок з Біосферою.

**Фіологічно кисле добриво** – добриво, котре підкислює ґрунтовий розчин внаслідок переважного засвоєння рослинами катіонів.

**Фіологічно лужне добриво** – добриво, що підлужнює ґрунтовий розчин внаслідок переважного засвоєння рослинами аніонів.

**Фітомеліорація ґрунтів** – процес поліпшення властивостей ґрунтів за рахунок вирощування на них рослин-фітомеліорантів.

**Фоновий (еталонний) моніторинг** – моніторинг, в процесі якого проводиться вихідна (базова) оцінка об'єкту спостережень (ґрунтової відміни), яка умовно приймається за точку відліку, по відношенню до

якої проводяться порівняння отриманих даних поточних спостережень.

**Фракційний склад гумусу** – відсотковий вміст різних фракцій гумусових речовин, виділених в межах групи (ГК чи ФК) з використанням різних способів екстракції.

**Фульвокислоти (ФК)** – кислоторозчинна фракція гумусу, котра містить менше, ніж гумінові кислоти, вуглецю (41-46%), але, натомість, більше водню (4-5 %), азоту (3-4 %) і кисню (44-48 %). Вони надають ґрунтові ясно-жовтого, ясно-бурого забарвлення. Розчиняючись у воді й лугах, утворюють фульвати. Водні розчини фульвокислот сильно кислі (рН=2,6-2,8).

**Функціональні процеси деградації ґрунтового покриву (ПДГП)** – чітко виражені зміни однієї чи кількох функціональних властивостей ґрунту або ґрунтового режиму в цілому. До таких властивостей відносяться: водно-повітряно-фізичні, теплові, фізико-хімічні, хімічні, мінералогічні, біологічні.

**Хімічна ерозія** – процеси хімічного перетворення мінеральної частини ґрунту, що виявляються у дисоціації заліза і глин з перерозподілом в профілі ґрунту, а також вермикулітазації силікатів; є найменш дослідженим типом деградації та різновидом ерозії ґрунтів;

**Червона книга** – офіційний документ неурядової міжнародної чи національної адміністративної організації, що містить систематизовані відомості про рослини і тварин Світу чи окремих регіонів, стан яких викликає стурбованість за їхнє майбутнє.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Агроекологія: Навч. посібник / М.М. Городній, М.К. Шикула, І.М. Гудков та ін. – К.: Вища школа. – 1993. – 416 с.
2. Агроекологія: Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін.. – К.: Вища освіта. – 2006. – 671 с.
3. Агрохімія: Підручник / М.М. Городній та ін. – К.: ТОВ «Алефа» - 2003. – 778 с.
4. Алексеевский В. Е., Власюк Н. П, Мостовой М. Н., Скрипник О. В. Мелиорация и использование осушенных земель. — Киев: Урожай, 1988. — 180 с.
5. Бабич А.О. Світові земельні, продовольчі і кормові ресурси. – К.: Аграрна наука. – 1996. – 571 с.
6. Базилевич Н. И., Панкова Е. И. Учет засоленных почв. Методические рекомендации по мелиорации солонцов и учету солонцовых почв. — М.: Колос, 1970. – С. 80–112.
7. Барсуков М.И., Барсуков И.М., Охрана земель при открытой разработке месторождений. – М. Недра. – 1998. – 256 с.
8. Бацула О.О. та ін. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунті. – К.: Урожай, 1987. – 128 с.
9. Булдей В. Р., Вознюк С. Т. Осушительные мелиорации и охрана природы. — Львов: Вища школа, 1987. — 155 с.
10. Булигін С. Ю., Формування екологічно сталих агроландшафтів.- К.: Урожай, 2005. – 116 с.
11. Булыгин С. Ю. Прогноз зростання ґрунтів для цілей проектування почвозахисно устроєних агроландшафтів в Лесостепи і северной Степи Левобережної України.: Методические указания. – Харьков: ИПА. – 40 с.
12. Генсірук С. А. Ліси України. – К.: Наукова думка, 1992. – 408 с.
13. Гнатенко О.Ф., Петренко Л.Р., Капштик М.В та ін. Деградація і моніторинг ґрунтів: Методичні вказівки. – Нац. аграр. у-т, 1998. 54 с.
14. Горлов В.Д. Рекультивация земель на карьерах. – М.: Недра, 1981.– 260 с.
15. Гродзинський Д.М. Основи ландшафтної екології. Підручник. - К.: Либідь, 1993. – 224 с

16. Грунти України: властивості, генезис, менеджмент родючості / В.І. Купчик, В.В. Іваніна, Г.І. Нестеров та ін. Навч. посібник. За ред. В.І. Купчика. – К.: Кондор. – 2007. – 414 с.
17. Гудзь В.П. та ін. Землеробство з основами ґрунтознавства/ В.П.Гудзь, А. П. Лісовал, В.О. Андрієнко /За ред. В.П. Гудзя. - К.: Вища школа, 1995.-310 с.
18. Данилишин Б.М. Екологічна складова політики сталого розвитку: Монографія. – Донецьк: ТОВ «Юго-Восток, Лтд», 2008. – 256 с.
19. Добровольский Г.В. Экологические функции почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1990. – 260 с.
20. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. — Київ: Урожай, 1994. — 333 с.
21. Екологічні критерії оцінки якості іригаційних вод України: РД 211 1.8.048-95. - К., 1996.- 14 с.
22. Енергетична оцінка агроecosystem. Навч. посібник / О.Ф. Смаглій, А.С. Малиновський, А.Т. Кардашов та ін. – Житомир: Волинь. – 2004. – 132 с.
23. Закон України про охорону навколишнього природного середовища. – К.: Україна, 1991. –59 с.
24. Земельний кодекс України /Відомості Верховної Ради України. – 2002.
25. Земельні ресурси України / За ред. В.В. Медведєва. Т.М. Лактіонової. - К.:Аграрна наука, 1998 - 150 с.
26. Інструкція з хімічної меліорації зрошуваних ґрунтів НТД 0497-055-05-93. - Харків, 1993.- 29 с.37.
27. Киреева Н.А., Вольян В.В. и др. Микробиологическая рекультивация нефтезагрязненных почв.- М.: ОАО «ВНИИОЭНХ». – 2001.- 40 с.
28. Классификация почв СССР. - М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1977.
29. Клименко М.О., Трушева С.С., Гроховська Ю.Р. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідробіологія, гідрологія, екологія, управління). Нав. Посібник. Том. III. Рівне. – 2004. - 211 с.

30. Клименко Н.А., Лыко Д.В. Разработка систем земледелия на мелиорируемых землях. Игровое проектирование. Уч. Пособие. К.: УМК ВО при Минвузе. – 1988. – 148 с.
31. Клименко О.М. Управління агроекологічним станом ґрунтів та якістю сільськогосподарської продукції.- Рівне: НУВГП. – 2006. – 326 с.
32. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустошиванием, засолением орошаемых почв. - М.: Колос. - 1984. – 304 с.
33. Козаченко А.П., Камеристова О.Р., Добровольский А.Ю. Научные основы мониторинга, охраны и рекультивации земель. – Челябинск.- 2000.- 247 с.
34. Красницкий В.М. Агроекологическая оценка сельскохозяйственных агроценозов: Монография. – Омск: Узд-во ОмГАУ. – 2001. 68 с.
35. Моргу́н Ф.Т., Шикүла Н.К., Тарарико А.Г. Почвозащитное земледелие. Киев: Урожай. - 1988. – 256 с.
36. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи. Харьков: ПФ «Антиква». – 2002. – 428 с.
37. Меркулов В.А. Охрана природы на угольных шахтах. – М.: Недра. – 1981. – 183 с.
38. Методика бонитировки почв Украины. / Л. Я. Новаковский, А. П. Канаш, А. И. Розумный и др.. – К., 1992. – 102 с.
39. Методика оценки мелиоративного состояния орошаемых земель Украины и Молдавии. – К., 1991. – 185 с.
40. Методические указания по ландшафтным исследованиям для сельскохозяйственных целей / под ред. Г. И. Швевса., П. С. Шищенко. – М. – 1990. – 58 с.
41. Методические указания по оценке гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель СССР. РД 33.АД.02.01–87. – К., 1987. – 55 с.
42. Моторина Л.В., Овчинников В.А. Промышленность рекультивация земель. – М.: Мысль. -1975. – 240 с.
43. Муромцев Н. Н., Блохина Н. Н., Драчинская З. С. Оценка гидрогеолого-мелиоративного состояния земель. – К.: Урожай, 1991. – 120 с.

44. Надточій П.П., Вольвач Ф.В., Гермашенко. Екологія ґрунту та його забруднення. – К.: Аграрна наука. – 1998. – 287 с.
45. Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства / За ред. О.Г. Тараріко, М.Г. Лобаса. УААН України. – Держкомзем. Інститут агроекології і біотехнології. Аграрний інститут НВАТ «Агроінком». – Київ. – 1998. – 158 с.
46. Органические удобрения / А.А. Бацула, Э.Г. Дегодюк, В.И. Гамалей и др. – К.: Урожай. – 1988. – 184 с.
47. Основи екології. Екологічна економіка та управління природокористуванням: Підручник / За заг. редакцією д.е.н., проф. Л.Г. Мельника та к.е.н., проф. М.К. Шапочки. – Суми: ВТД «Університетська книга». – 2005. – 759 с.
48. Охорона ґрунтів: Навч. посібник / М.К.Шичула, О.Ф.Гнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капштик. – К.: Знання, 2001.– 398 с.
49. Охрана окружающей среды при подземной разработке угольных месторождений / Е.А. Ельчаников, Е.В. Белаев, М.И. Весков и др. – М.: Наука.– 1995. – 240 с.
50. Панас Р.М. Рекультивация земель: Навчальний посібник. – Львів: Новий світ. – 2005. – 224 с.
51. Патица В.П., Тараріко О.Г. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. – К.: Фітосоціоцентр. – 2002. – 196 с.
52. Перспективная сеть заповедных объектов Украины. – Киев: Наукова думка, 1987. – 292 с.
53. Підвищення родючості і охорона осушених земель // Довідник за ред. Прістера Б. С, Трускавецького Р. С. і Мостового М.М. – К.: Урожай, 1993. – 133 с.
54. Полупан М.І., Соловей В.Б., Величко В.А. Класифікація ґрунтів України / За ред. Полупана М.І. – К.: Аграрна наука. – 2005. – 300 с.
55. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України : Монографія / За ред. Б.М. Данилишина / Б.М. Данилишин, С.І. Дорогунцов, В.С. Міщенко та ін. – К. : РВПС, 1999. – 716 с.
56. Родючість ґрунтів (моніторинг та управління). За редакцією В. В. Медведєва. – К.: Урожай, 1992. – 245 с.



57. Розанов Б.Г., Розанов А.Б. Экологические последствия антропогенного изменения почв. - М. - 1990.
58. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, АА. Вакулин, А.В. Никитин и др. – М.: Колос. – 2000. – 304 с.
59. Сільськогосподарські меліорації/С.М. Гончаров, Г.С. Потоцький, С.В. Ковальов, С.М. Коробченко, М.Є. Козишкурт. Підручник. За ред. С.М. Гончарова, Г.С. Потоцького. К.: Вища школа. – 1991. – 398 с.
60. Сільченко В.І. Рациональне використання надр. – Кривий Ріг.- 2002. – 84 с.
61. Созінов О.О., Козлов М.В., Лапа М.А., Тараріко Ю.О. Агроєкологічні основи раціонального використання добрив // Зб. наук. праць Інституту агроєкології та біотехнології. — К., 1996. — С. 77–96.
62. Тараріко Ю.О. Формування сталих агроєкосистем на основі вдосконалення їх галузевої структури // Зб. наук. праць Ін-ту землеробства УААН. — Вип. 4. — 2001. — С. 9–15.
63. Трускавецький Р. С. Диагностика плодородия осушенных гидроморфных почв УССР и дифференцированные системы их окультуривания. Метод, рекомед. – Харьков:УНИИПА, 1986.– 42 с.
64. Трускавецький Р.С. Буферна здатність ґрунтів та їх основні функції. – Х.: Нове слово. – 2003.– 225 с.
65. Федоров В.М. Биосфера, земледелие, человечество. М.: Агропромиздат. – 1990. – 239 с.
66. Хвесик М.А. Інституціональна модель природокористування: пост-радянський формат/ Монографія – К.: Кондор, - 2007. – 788 с.

## ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК

- Klingebiel A.. - 99, 101  
Montgomery P. - 99, 101  
Алексієвський В.Е. - 160  
Бацула С. О. - 351, 352  
Брісс Дж. - 366  
Будико М. І. - 298  
Булигін С.Ю. - 127, 302-320, 458, 461  
Васильєв В.П. - 243  
Виноградов О.П. - 400, 414  
Вознюк С.Т. - 410  
Вольвач Ф. В. - 129  
Воробйов А.К. - 412  
Герасимов І. П. - 192, 196, 198  
Глазовська М. А. - 192, 196, 198  
Гончаров С.М. - 181, 184-185  
Городній М.М. - 365, 367, 372, 379, 406, 432  
Гофман Дж. - 348  
Гришина Л.А. - 349, 350  
Гродзинський Д.М. - 293  
Данилишин Б.М. - 48, 65, 66  
Дерев'яно Р. Г., - 346, 348  
Джеферс Дж. - 128, 129, 529  
Дроздов О.О. - 298  
Злобін Ю.А. - 320  
Іваненко О.К. -  
Іваненко П.І. - 329, 342  
Іларіонов С.А. - 495  
Ільїн В.Б. - 370  
Кагарманов Н. Ф. - 497  
Кардашов А.Т. - 329  
Кисель В.И. - 125, 126  
Ковда В. А. - 351  
Козлов М.В. - 398  
Кравченко М.С. - 320  
Кузнєцов Ф. М. - 495  
Купчик В.І. - 98  
Лактіонова Т.М. - 51, 64, 127  
Лапа М.А. - 398  
Макаренко Н.А. - 425-429  
Малиновський А.С. -  
Медведєв В.В. - 50, 64, 114, 127, 453, 454  
Медведовський О.К. - 329, 342  
Мельник Л.Г. - 39, 279  
Міклош Л. - 291  
Міневич С.М. - 483  
Міхович А.Г. - 297  
Молчанов О. О. - 296  
Моторіна Л. В. - 267  
Надточій П. П. - 129  
Нечипоренко О.С. - 362  
Новиков Ю.Ф. - 342  
Носко Б.С. - 401  
Овчинніков В. А. - 267  
Орлов Д.С. - 349, 350  
Паламарчук І.К. - 164  
Панченко В. А. - 348  
Поліщук А.К. - 271  
Потоцький Г.С. - 181, 184-185  
Прянишников Д.М. - 398  
Реймерс Н.Ф. - 5  
Розанов Б.Г. - 18, 209  
Ружічка М. - 291  
Сластихін В.В. - 233  
Смаглій О.Ф. - 329  
Смирнов Ю.А. - 445  
Созінов О. О. - 342  
Тараріко О.Г. - 311, 312  
Тараріко Ю.О. - 311-312, 339-340  
Трускавецький Р.С. - 410  
Царенко О.М. - 320  
Циганенко О.І. - 438  
Шапочка М.К. - 39, 279  
Шевцова Л. К. - 360

## ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

- Агровиробниче групування ґрунтів – 110-114  
Агроекологічний стан земель – 95, 96-109  
Спеціальне сировинне районування територій – 289-291  
Агроєкосистема – 283-289, 339-340  
Агроресурсний потенціал земель – 86  
Агрофізична деградація – 210-211, 218  
Азотний фонд ґрунту – 401-405  
Азотні добрива – 436-439  
Антагонізм – 393, 433  
Антропогенна дегуміфікація – 209-210, 218  
Антропогенна перетвореність ландшафтів – 39-40  
Аридизація – 171-177, 221  
Антропоекологічні ресурси – 7  
Атмосферна посуха – 172  
Багатомірні моделі – 128  
Баланс гумусу – 353-363  
Баланс елементів живлення – 394-399  
Біодинамічна система землеробства – 335, 338  
Біокліматичний потенціал – 141  
Біокоридор – 294, 295-300  
Біологічна деградація – 212  
Біологічне землеробство – 331-339  
Біологічний етап рекультивації – 511-519  
Біосферні заповідники – 70-71  
Біоцентр – 292, 295-300  
Болото – 147, 154  
Бонітування ґрунтів – 94-95  
Ботанічні сади – 72  
Важкі метали – 125, 252-263, 492-494  
Вермикомпост – 376-379  
Високопродуктивні землі – 82, 323  
Вичерпні природні ресурси – 8-9  
Гідротермічний коефіцієнт – 143-144, 177  
Гірничо-технічний етап рекультивації – 508-511  
Гній – 365-368  
Ґрунтовий еталон – 114, 115-123  
Ґрунтовий покрив – 10, 18-22  
Ґрунтово-земельні ресурси – 10  
Гуміни – 344  
Гумінові кислоти – 344  
Гумус – 343, 353-363  
Гумусовий стан ґрунту – 348-353  
Дендрологічний парк – 72  
Державний земельний кадастр – 31, 90-95  
Детрит – 344  
Динамічні моделі – 128  
Добриво – 432, 433-451  
Екзогенні геологічні процеси – 279-281  
Екологічна експертиза мінеральних добрив – 424-429  
Екологічна система землеробства – 337-338  
Екологічні функції лісу – 60-63  
Екологічна стабільність ландшафтів – 95-98  
Еколого-агрохімічний паспорт поля – 109  
Еколого-меліоративна концепція – 144  
Еколого-технологічна група земель – 304, 306-309, 456  
Ерозійна деградація – 212, 218-219, 223-239  
Заболочені землі – 147  
Забруднення продуктами техногенезу – 212, 218-220  
Заказник – 73

- Заповідне урочище – 72  
 Засолені ґрунти – 187-199  
 Збалансована система землеробства – 329-330, 339-343  
 Збалансована сівозміна – 313, 416-423  
 Збалансоване землекористування – 11, 282  
 Збалансована структура земельних угідь – 301  
 Землі історико-культурного призначення - 78  
 Землі лісогосподарського призначення – 53-56, 57-67  
 Землі оздоровчого призначення – 78  
 Землі рекреаційного призначення – 78  
 Земельний кодекс України – 23, 24-32  
 Земельний фонд – 10, 12, 33-35  
 Земельні відносини – 23  
 Земельні ресурси – 9, 10, 14-22  
 Земельно-ресурсний потенціал – 86  
 Землі меліоративного фонду – 137-140, 140-199  
 Землі сільськогосподарського призначення – 36  
 Зоологічні парки – 73  
 Зрошувальна норма - 183  
 Зрошувальні меліорації - 178  
 Зрошувані землі - 168-171, 186-187, 436-469  
 Індекс самоочищення - 242-243  
 Інтегрована система землеробства – 337, 338  
 Інтегрований захист рослин - 244  
 Інтенсивність балансу – 397-398  
 Інтерактивний елемент – 295, 296-300  
 Калій – 409-413  
 Калійний фонд ґрунтів – 409-413  
 Калійні добрива – 434, 441-443  
 Кислі ґрунти – 477-485  
 Кларк – 115  
 Клас придатності земель – 98-104  
 Кліматичні ресурси – 6, 7  
 Коефіцієнт водного балансу - 142, 177  
 Коефіцієнт річного зволоження – 142, 177  
 Комплексна (інтегральна) ресурсна група – 6, 7  
 Комплексні добрива – 434-435, 443-447  
 Консервація земель – 29, 462-463  
 Контурно-меліоративна організація території – 302-310  
 Корисні копалини – 264-267  
 Ландшафти – 238  
 Ландшафтно-екологічна організація території – 291-300  
 Лісомеліоративні протиерозійні заходи – 457  
 Лукомеліоративні протиерозійні заходи – 456  
 Макроелементи – 382, 383-394  
 Малопродуктивні землі – 29  
 Матричні моделі - 128  
 Меліорація – 137, 138-144  
 Мікродобрива – 435, 447-451  
 Мікроелементи – 382, 383-394  
 Мікроелементний фонд ґрунтів – 414-416  
 Мінеральні добрива – 246-249, 424-431  
 Місто – 75  
 Моделювання – 127-130  
 Моніторинг земель, ґрунтів – 31, 130-135  
 Морфологічні ознаки профілю ґрунту – 200  
 Морфологічні процеси деградації ґрунтового покриву - 200, 203-208  
 Надра – 264-267  
 Нафтопродукти - 494-500

- Національний природний парк – 71-72  
 Норма ерозії – 223  
 Нормування техногенного навантаження – 123-127  
 Обводнення земель – 178  
 Оптимізаційна модель - 128  
 Органічна речовина ґрунту – 343  
 Органічні добрива – 364-379  
 Органо-біологічна система землеробства – 336, 338  
 Осади стічних вод – 254  
 Особливо цінні землі – 82-86  
 Охорона земель – 27-29  
 Оцінка стану земель – 90  
 Пам'ятка природи – 73  
 Парк-пам'ятка садово-паркового мистецтва – 73  
 Перезволожені землі – 145-155  
 Переосушення ґрунтів – 473, 166  
 Переуціільнення ґрунту – 218  
 Пестициди – 124, 240-245  
 Підготовчий етап рекультивациі – 507-508  
 Підземна ерозія – 223  
 Підтоплення територій – 464, 167  
 Пізнавально-інформаційні ресурси – 8-9  
 Поверхнева ерозія – 223, 224-239  
 Поживний режим ґрунту – 380, 383-394, 400  
 Показник урбанізованості території – 75  
 Поливна норма – 183  
 Посуха – 171-177  
 Природний заповідник – 68, 70  
 Природно-ресурсний потенціал – 9  
 Природно-техногенний ландшафт – 267-281  
 Прогнозування – 129  
 Продуктивність кормових угідь – 52-53  
 Продуктивність орних земель – 47-52  
 Промислова ерозія – 228  
 Процеси деградації ґрунтового покриву – 200-222, 466, 473, 474-500  
 Пташиний послід – 371-372  
 Радіоактивне забруднення – 249-252  
 Регіональний ландшафтний парк – 72  
 Рекреаційні ресурси - 7, 78-80  
 Рекультивациа земель - 28, 501-519  
 Родючість ґрунтів - 10, 15-17, 40-47  
 Сапрпель – 368-370  
 Сидерат – 373-376  
 Синергізм – 393  
 Система застосування добрив – 341-343, 429-432  
 Система землеробства – 328  
 Сівозміна – 310-321, 416  
 Сільськогосподарські угіддя – 36, 37-53  
 Солоді – 196-199  
 Солонці і солонцюваті ґрунти – 193-196  
 Солончаки та солончакові ґрунти – 193-196  
 Спосіб зрошення – 180-185  
 Стабільність агроєкосистеми – 340  
 Стійкість агроєкосистеми – 340  
 Стохастичні моделі – 128  
 Структура посівних площ – 310  
 Техногенна ерозія – 228-229  
 Техногенно забруднені землі – 29  
 Торф – 147, 155  
 Точна система землеробства – 337, 339  
 Ультрамикроелементи – 382, 383-394  
 Урбанізовані території – 75  
 Фізико-хімічна деградація – 211  
 Фосфатний фонд ґрунтів – 405-409  
 Фосфор – 385  
 Фосфатні добрива – 433, 439-440  
 Фульвокислоти – 344  
 Функціональні пропеси деградації ґрунтового покриву – 202, 203-208

# ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	3
--------------------	---

## ЧАСТИНА I

### **ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ: СУЧАСНИЙ СТАН, ПРОЦЕСИ, ОЦІНКА**

<b>Розділ 1. ЗЕМЕЛЬНІ РЕСУРСИ У СКЛАДІ ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ</b> .....	5
1.1. Земельні ресурси як частина природно-ресурсного потенціалу.....	5
1.2. Сучасний стан земельних ресурсів світу.....	11
<b>Розділ 2. ФУНКЦІЇ ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ</b> .....	14
2.1. Властивості земельних ресурсів.....	14
2.2. Соціально-економічні функції земельних ресурсів.....	17
2.3. Екологічні функції ґрунтового покриву.....	18
<b>Розділ 3. ЗАКОНОДАВЧЕ РЕГУЛЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН В УКРАЇНІ</b> .....	23
3.1. Основні положення земельного законодавства України.....	23
3.2. Нормативно-правове забезпечення використання та охорони земель.....	27
3.3. Управління в галузі охорони земель.....	30
<b>Розділ 4. ЗЕМЕЛЬНИЙ ФОНД УКРАЇНИ: СТРУКТУРА, СУЧАСНИЙ СТАН</b> .....	33
4.1. Загальні відомості про земельний фонд та його структуру.....	33
4.2. Землі сільськогосподарського призначення: сучасний стан та екологічні проблеми.....	36
4.2.1. Родючість ґрунтів.....	40
4.2.2. Продуктивність орних земель.....	47
4.2.3. Природні кормові угіддя.....	52
4.3. Землі лісогосподарського призначення.....	53
4.3.1. Структура земель лісогосподарського призначення.....	56
4.3.2. Екологічні функції лісу.....	60
4.3.3. Продуктивність земель лісогосподарського призначення та фактори її формування.....	63
4.4. Землі природно-заповідного фонду.....	68

4.5. Землі житлової та громадської забудови .....	74
4.6. Землі оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення .....	78
<b>Розділ 5. ОСОБЛИВО ЦІННІ ЗЕМЛІ .....</b>	<b>82</b>
5.1. Особливо цінні землі та їх поширення на території України.....	82
5.2. Земельно-ресурсний потенціал України .....	86
<b>Розділ 6. ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЗЕМЕЛЬ ТА НОРМУВАННЯ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ .....</b>	<b>90</b>
6.1. Поняття про Державний земельний кадастр та бонітування грунтів .....	90
6.2. Оцінка агроекологічного стану земель .....	95
6.2.1. Оцінка екологічної стабільності ландшафтів.....	95
6.2.2. Оцінка обмежуючих факторів сільськогосподарського використання земель (за В.І. Купчиком та ін., 2006) .....	98
6.2.3. Оцінка агроекологічного стану ґрунтового покриву.....	105
6.2.4. Оцінка агровиробничих умов території .....	110
6.2.5. Еталони агроекологічного стану ґрунтів України (за В.В. Медведєвим, 2002) .....	114
6.3. Нормування техногенного навантаження .....	123
6.4. Моделювання та прогнозування агроекологічного стану ґрунтового покриву.....	127
6.5. Моніторинг ґрунтового покриву.....	130
<b>Розділ 7. ЗЕМЛІ МЕЛІОРАТИВНОГО ФОНДУ .....</b>	<b>137</b>
7.1. Меліорації земель: основні поняття та класифікація .....	137
7.2. Меліорації в Україні та умови їх здійснення .....	140
7.3. Перезволожені та осушувані землі України: причини та ознаки надлишкового зволоження .....	145
7.3.1. Географія поширення перезволожених та осушуваних земель на території України .....	156
7.3.2. Екологічні наслідки осушувальних гідротехнічних меліорацій .....	159
7.4. Зрошувані землі.....	168
7.4.1. Роль зрошення у землеробстві Світу .....	168
7.4.2. Зрошувані землі України: географія, продуктивність, сучасний стан.....	169
7.4.3. Передумови та причини аридизації земель .....	171

7.4.4. Умови, що визначають необхідність зрошувальних меліорацій ..	177
7.4.5. Типи та способи зрошення.....	178
7.4.6. Вплив зрошення на екологічний стан ґрунту, рослин та мікроклімат .....	186
7.5. Засолення ґрунтів .....	187
<b>Розділ 8. ПРОЦЕСИ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ.....</b>	<b>200</b>
8.1. Загальні поняття та класифікація процесів деградації ґрунтового покриву.....	200
8.2. Характеристика основних типів процесів деградації ґрунтового покриву.....	202
8.3. Причини розвитку та особливості поширення процесів деградації ґрунтового покриву у світі та Україні .....	213
<b>Розділ 9. ЕРОЗІЯ ҐРУНТІВ ЯК ГЛОБАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ДЕГРАДАЦІЇ .....</b>	<b>223</b>
9.1. Класифікація ерозійних процесів.....	223
9.2. Чинники та умови виникнення, розвитку і поширення основних ерозійних процесів ґрунтового покриву.....	230
<b>Розділ 10. ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ПРОДУКТАМИ ТЕХНОГЕНЕЗУ .....</b>	<b>240</b>
10.1. Поводження пестицидів у навколишньому середовищі та територіальний розподіл у ґрунтах України.....	240
10.2. Мінеральні добрива як екологічний фактор .....	246
10.3. Забруднення території України радіонуклідами .....	249
10.4. Важкі метали.....	252
10.4.1. Джерела надходження важких металів у ґрунт .....	252
10.4.2. Особливості поведінки важких металів у ґрунтах.....	255
10.4.3. Забруднення території України важкими металами.....	259
<b>Розділ 11. ПОРУШЕННЯ ЗЕМЕЛЬ У ПРОЦЕСІ РОЗВІДКИ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ НАДР.....</b>	<b>264</b>
11.1. Сучасний стан та особливості експлуатації родовищ в Україні ..	264
11.2. Класифікація порушених земель, що виникають у процесі гірничих розробок .....	267
11.3. Вплив гірничого виробництва на стан навколишнього природного середовища.....	274



## Частина II

### СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОСНОВИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ЗЕМЛЕКОРИСТУВАННЯ

<b>Розділ 1. ОРГАНІЗАЦІЯ ЗБАЛАНСОВАНОЇ СТРУКТУРИ ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ</b> .....	282
1.1 Загальні принципи організації збалансованої структури земельних угідь .....	287
1.2. Спеціальне сировинне районування територій .....	289
1.3. Збалансована ландшафтно-екологічна організація території.....	291
1.4. Принципи встановлення параметрів збалансованої структури земельних угідь згідно басейнового підходу .....	301
1.5. Збалансована сівозміна - основа відтворення родючості ґрунтів ..	310
<b>Розділ 2. ФУНКЦІОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ ЗБАЛАНСОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ ЗЕМЕЛЬ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ</b> .....	323
2.1. Функціональні принципи збалансованого використання високопродуктивних земель в сільськогосподарському виробництві .....	323
2.2. Концепція збалансованої системи землеробства.....	328
2.3 Типи альтернативних систем землеробства.....	334
2.4. Показники рівня збалансованості системи землеробства.....	339
2.5. Принципи стабілізації гумусового стану ґрунтів.....	343
2.5.1. Роль гумусу у формуванні родючості ґрунту .....	343
2.5.2 Основні показники гумусового стану ґрунту .....	348
2.5.3. Баланс гумусу та методи його регулювання .....	353
2.5.4. Оцінка різних видів органічних добрив як джерел гумусоутворення .....	364
2.6. Збалансування поживного режиму ґрунту .....	380
2.6.1. Умови збалансування поживного режиму ґрунту .....	380
2.6.2. Баланс елементів живлення .....	394
2.6.3. Природний потенціал поживного режиму ґрунту .....	399
2.6.4. Азотний фонд ґрунту та фактори забезпеченості рослин доступним азотом .....	401
2.6.5. Фосфатний фонд ґрунтів та фактори забезпеченості рослин доступним фосфором .....	405
2.6.6. Калійний фонд ґрунтів та фактори забезпеченості рослин доступним калієм .....	409

2.6.7. Мікроелементний фонд ґрунтів та фактори забезпеченості рослин доступними мікроелементами.....	414
2.6.8. Сівозміна та система застосування добрив як безпосередні фактори стабілізації гумусового стану та поживного режиму ґрунту .....	416
2.6.9. Оцінка мінеральних добрив як фактору впливу на стабільність агроєкосистеми .....	424
2.6.10. Наукові принципи збалансованого застосування мінеральних добрив.....	429
2.6.11. Властивості мінеральних добрив та рекомендації щодо збалансованого застосування (за М.М. Городнім та ін, 2003).....	432
2.6.12. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування азотних добрив.....	436
2.6.13. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування фосфатних добрив .....	439
2.6.14. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування калійних добрив.....	441
2.6.16. Основні рекомендації щодо збалансованого застосування мікроелементних добрив.....	447

### **Розділ 3. ВІДТВОРЕННЯ РОДІЮЧОСТІ ДЕГРАДОВАНИХ**

<b>ГРУНТІВ.....</b>	<b>453</b>
3.1. Зменшення ерозійних втрат та захист ґрунтів від ерозії.....	453
3.1.1. Лукомеліоративні протиерозійні заходи .....	456
3.1.2. Лісомеліоративні протиерозійні заходи .....	457
3.1.3. Консервація земель.....	462
3.2. Відтворення родючості деградованих ґрунтів зрошуваних земель .....	463
3.3. Збалансоване використання та відтворення родючості деградованих ґрунтів осушуваних земель .....	469
3.4. Відтворення родючості кислих і засолених ґрунтів.....	474
3.4.1. Загальні принципи .....	474
3.4.2. Агроєкологічні основи хімічних меліорацій кислих ґрунтів.....	477
3.4.3. Агроєкологічні основи хімічних меліорацій лужних та солонцюватих ґрунтів .....	485
3.5. Збалансоване використання та відтворення продуктивності техногенно забруднених земель.....	490
3.6. Реабілітація земель, забруднених важкими металами .....	492
3.7. Реабілітація земель, забруднених нафтопродуктами .....	494

<b>Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВІДНОВЛЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ В ПРОЦЕСІ РОЗВІДКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАДР</b> .....	501
4.1. Рекультивация земель: мета, суть, основні поняття.....	501
4.2. Класифікація порушених земель та розкривних порід.....	502
4.3. Напрями рекультивации земель та вимоги щодо їхнього здійснення.....	506
4.4. Підготовчий та гірничо-технічний етапи рекультивации: вимоги до їх проведення.....	507
4.5. Біологічний етап та вимоги до його проведення за основними напрямами рекультивации.....	511
<b>СЛОВНИК НАЙБІЛЬШ ВЖИВАНИХ ТЕРМІНІВ</b> .....	520
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....	537
<b>ІМЕННИЙ ПОКАЖЧИК</b> .....	542
<b>ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК</b> .....	543

**Наукове видання**

**Микола Олександрович Клименко  
Борис Васильович Борисюк  
Тетана Миколаївна Колесник**

**ЗБАЛАНСОВАНЕ  
ВИКОРИСТАННЯ  
ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ**

**Навчальний посібник**

Підп. до друку 14.11.2014.  
Формат 60x84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Папір офсет. Друк офсет.  
Ум. друк. арк. 32,09  
Наклад 300 прим.

Видавництво та друк: «ОЛДІ-ПЛЮС»  
73033, м. Херсон, а/с 15  
e-mail oldi-ks@i.ua  
Свід. ХС №2 від 16.08.2000 р.