Булигін С.Ю.
Вітвіцький С.В.
Буланий О.В.
Тонха О.Л.

МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ

Підручник

Київ – 2019

УДК 631.111.3(072)
ББК 40.3
Б90

Затверджено до друку Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України, протокол № від 2019 року

Р е ц е н з е н т и:

ТАРАРІКО Ю.О.– доктор сільськогосподарських наук,професор, член-кореспондент НААН України,завідувач відділу агроресурсів і використання меліорованих земель («Інститут водних проблем і меліорації НААН України»);

ТКАЧЕНКО М.А.– доктор сільськогосподарських наук,завідувач відділу агроґрунтознавства (ННЦ «Інститут землеробства НААН України»);

Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В., Буланий О.В., Тонха О.Л.
Б 90 Моніторинг якості ґрунтів . Підручник . К.: Видавництво НУБіП України, 2019.- 421с.
ISBN _____

У підручнику розкрито суть антропогенної трансформації ґрунтів, викладено методологічні принципи і порядок ведення моніторингу ґрунтів з урахуванням європейського досвіду, розглянуто фоновий (еталонний), стандартний (поточний), кризовий, спеціальний та науковий (прогностичний) типи моніторингу, підсумовано роботи з моніторингу ґрунтів в Україні.

Розглянуто перспективи розвитку моніторингу на основі геоінформаційних, геостатистичних, дистанційних технологій та педотрансферного моделювання. Подано найважливіші нормативи оцінювання стану ґрунтів.

Викладено комплексний аналіз сучасного стану, проблем та перспектив оцінки якості та охорони земель в Україні. Опрацьований існуючий зарубіжний досвід оцінки земель та окремих параметрів, що визначають їх якість. Визначені основні юридичні, фінансові та інституційні проблеми запровадження ефективного механізму охорони земель в Україні.

Висвітлено сутність основних проблем деградації земельних ресурсів та ґрунтового покриву. Розроблено новий, матричний підхід до класифікації деградаційних процесів. Запропоновано нові методики оцінки ступеня деградації ґрунтів, зокрема – їх еродованості.

Видання призначене для викладачів і студентів ВНЗ агрономічної, біологічної і екологічної спеціалізацій , науковців, що спеціалізуються на проблемах раціонального сільськогосподарського використання земельних ресурсів, співробітників системи Міністерства аграрної політики та продовольства тощо.

УДК 631.111.3(072)
ББК 40.3

ISBN
© Булигін С.Ю., Вітвіцький С.В. Буланий О.В., Тонха О.Л.
© НУБіП України, 2019

МОНІТОРИНГІ ОЦІНКА ЯКОСТІ ҐРУНТІВ ТА ЗЕМЕЛЬ

ПЕРЕДМОВА 7
ЧАСТИНА 1. МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ 10
РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПЦІЯ І МЕТОДОЛОГІЯ МОНІТОРИНГУ 10
1.1. Моніторинг ґрунтів: його мета і завдання 10
1.1.1. Поняття про моніторінг ґрунтів, причини його необхідності 10
1.1.2. Мета і завдання моніторингу 21
1.1.3. Об'єкти моніторингу ґрунтів 24
1.2. Антропогенна трансформація ґрунтового покриву 28
1.2.1. Екологічні функції ґрунтового покриву 30
1.2.2. Антропогенне забруднення ґрунтів 34
1.2.3. Деградація ґрунтів 55
1.3. Моніторинг як новий тип контролю стану ґрунтів 61
1.4. Методологія моніторингу 67
1.4.1. Організація та мережі 67
1.4.2. Програми і методи 76
1.4.3. Критерії оцінювання 80
1.4.4. Правове забезпечення, нормативи і стандартизація 82
РОЗДІЛ 2. ВИДИ МОНІТОРИНГУ 87
2.1. Фоновий (еталонний) моніторинг 87
2.2. Стандартний (поточний) моніторинг 103
2.3. Кризовий моніторинг 115
2.3.1. Моніторинг ґрунтів забруднених важкими металами. 125
2.3.2. Моніторинг ґрунтів забруднених пестицидами. 136
2.3.3. Моніторинг ґрунтів забруднених радіонуклідами 141
2.4. Спеціальний моніторинг 145
2.4.1. Радіоекологічний моніторинг 145
2.4.2. Моніторинг меліорованих ґрунтів 150
2.5. Науковий (прогностичний) моніторинг 180

2.5.1. Ґрунтово-екологічні полігони 180
2.5.2. Тривалі стаціонарні досліди 181
РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МОНІТОРИНГУ 183
3.1. Дистанційне зондування 184
3.2. Педотрансферні моделі 188
3.3. Режими вимірювання in situ та on line 190
3.4. ГІС-технології 194
3.5. Геостатистика 196
ЧАСТИНА 2. МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬ 199
РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ, ЇХ ЯКІСНА ОЦІНКА ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ 199
1.1. Критерії і показники оцінки стану земель 199
1.1.1. Землі сільськогосподарського призначення 200
1.1.2. Землі лісового фонду 209
1.1.3. Землі природно-заповідного фонду 215
1.2. Пропозиції щодо поліпшення стану земель 218
РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РОДЮЧОСТІ ЗЕМЕЛЬ 220
2.1. Родючість ґрунтів як інтегральний показник якості земель сільськогосподарського призначення 220
2.2. Природна та ефективна родючість земель України за агропотенціалом основних сільськогосподарських культур 226
2.3. Показники для контролю і прогнозування процесів деградації родючості ґрунту 228
2.3.1. Індивідуальні показники 229
2.3.2. Комплексні показники 232
2.4. Гумус 235
2.4.1. Оцінка гумусного стану земель 238
2.4.2. Аналіз гумусного стану ґрунтів України 238
2.4.3. Методика розрахунку балансу гумусу 241
2.4.4. Заходи для підтримання бездефіцитного балансу гумусу 246
2.5. Агрофізичні параметри родючості земель 248
2.5.1. Показники оцінки агрофізичного стану орних земель 248

2.5.2. Аналіз агрофізичного стану ґрунтів 253
2.5.3. Заходи, що запобігають агрофізичній деградації ґрунтів..... 258
2.6. Агрохімічні параметри родючості земель 263
2.7. Оцінка якості сільськогосподарських земель з використанням агроекологічного методу 267
2.7.1. Нормативи основних типових ознак еталонного ґрунту 277
2.7.2. Структура і зміст еколого-агрохімічного паспорта 280
2.8. Якісна оцінка ґрунтів методом спеціального бонітування 282
РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕРОЗІЇ НА СТАН ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ 286
3.1. Критерії і показники оцінки ерозійних процесів 286
3.1.1. Водна ерозія..... 286
3.1.2. Вітрова ерозія 290
3.2. Нормативи оцінки ерозії..... 296
3.2.1. Водна ерозія..... 296
3.2.2. Вітрова ерозія 299
3.3. Аналіз фактичного стану еродованих земель..... 300
3.3.1. Водна ерозія..... 300
3.3.2. Вітрова ерозія 305
3.4. Заходи щодо захисту ґрунтів від ерозії..... 308
РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ЗБИТКІВ ВІД ДЕЯКИХ ВИДІВ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ. 311
4.1. Методи та критерії екологічної оцінки ґрунтів..... 311
4.2 Застосування штрафних санкцій як засобу економічного стимулювання 313
4.3. Методика обчислення збитків від ерозії 316
4.3.1. Обчислення потенційних втрат ґрунту внаслідок ерозії 317
4.3.2. Метод обліку фактичного змиву ґрунту за обмірюванням водорівчаків 323
4.4. Методика обчислення збитків від дегуміфікації 324
4.5. Методика обчислення збитків від спалювання органічних решток 326

РОЗДІЛ 5. НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ І МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ПРИДАТНОСТІ ЗЕМЕЛЬ ДО ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР 335
5.1. Показники оцінки придатності земель 336
5.2. Система нормативів придатності земель до вирощування культурних рослин 337
РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР 341
6.1. Потужність гумусованого шару ґрунтів 341
6.2. Гранулометричний склад ґрунтів 344
6.3. Щільність ґрунтів 345
6.4. Реакція ґрунтового розчину 346
6.5. Вміст гумусу 348
6.6. Вміст поживних речовин 351
6.7. Теплозабезпеченість 353
6.8. Вологозабезпеченість 353
6.9. Гідротермічний коефіцієнт 354
6.10. Рівень і мінералізація підґрунтових вод 355
6.11. Забруднення ґрунтів важкими металами 356
РОЗДІЛ 7. ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬ ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ДЕРЖАВНОЇ ҐРУНТООХОРОННОЇ ПОЛІТИКИ 358
7.1. Правове забезпечення 370
7.2. Фінансове забезпечення 380
7.3. Інституційне забезпечення 383
РОЗДІЛ 8. ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ 386
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 402

ПЕРЕДМОВА

Закон України «Про охорону земель» визначає землю як «поверхню суші з ґрунтами, корисними копалинами та іншими природними елементами, що органічно поєднані та функціонують разом з нею» , а ґрунт - «природно-історичне органо-мінеральне тіло, що утворилося на поверхні земної кори і є осередком найбільшої концентрації поживних речовин, основою життя та розвитку людства завдяки найціннішій своїй властивості – родючості» [60]. ГОСТ 26640-85 містить дещо інше визначення: «земля - найважливіша частина навколишнього природного середовища, що характеризується простором, рельєфом, ґрунтовим покривом, надрами, водами, є основним засобом виробництва у сільському господарстві, а також просторовою базою для розміщення галузей народного господарства».

У «Земельному кодексі України» [62] прийнято таке формулювання моніторингу земель - це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів. Основними завданнями моніторингу земель є прогноз еколого-економічних наслідків деградації земельних ділянок з метою запобігання або усунення дії негативних процесів. Ґрунтовий моніторинг є найважливішою складовою частиною екологічного моніторингу (оцінювання стану навколишнього середовища в цілому), агроекологічного моніторингу (оцінювання стану навколишнього середовища та спостереження за якістю рослинницької і тваринницької продукції) і моніторингу земель (коли об’єктом спостережень є всі категорії земель – землі сільськогосподарського призначення, лісові ґрунти, рекреаційні території, заказники, рекультивовані відвали гірських порід і ін.)[117].

Деградація ґрунтів і земель - майже неминучий супутник людства протягом багатьох століть його розвитку. Розбіжності в цьому процесі, звичайно, є і залежать вони, головним чином, від рівня розвитку суспільства,

розуміння закономірностей функціонування ґрунтів, економічного становища. В найбільш розвинених країнах Світу висока культура землекористування передбачає не лише інтенсивне використання ґрунтів, а й обов'язкове вживання заходів, що попереджають їх деградацію, в той час як використання природної родючості ґрунту без намагання її відновлювати – ознака низького рівня розвитку як культури землеробства, так і суспільства в цілому.

На сьогоднішній день в світі близько 4,3 млрд. га непродуктивних земель, з яких приблизно 2,0 млрд. га - результат антропогенного впливу, а 2,5 млрд. га —природно непродуктивні землі (кліматичні пустелі, виходи скельних порід і т.п.). Отже, 2 млрд. га продуктивних земель загублені за 10 тис. років сільськогосподарської історії людства із середньорічним темпом 0,2 млн. га; з цієї загальної площі 700 млн. га втрачені за останні 300 років із середньорічним темпом 2,3 млн. га; з них 300 млн. га - протягом останніх 50 років. Таким чином, сучасні практично необоротні втрати продуктивних земель у 30 разів вище середньоісторичних і в 2,5 рази вище, ніж за останні 300 років [175].

Значна частина причин глибокої деградації ґрунтового покриву в Україні породжена галузевим підходом до використання земельних ресурсів, відсутністю усвідомлення їх глобальної, середовищеформуючої і соціальної ролі, недосконалістю державної політики щодо охорони земель. Отже, на сьогоднішній день особливої уваги в аграрному секторі України набуває питання охорони та раціонального використання ґрунтів, адекватної оцінки якості ґрунтів і контролю за їх зміною.

Важливою складовою методології оцінки якості земель є система показників, вибір яких зумовлений необхідністю адекватної характеристики основних функцій ґрунтів, ґрунтоутворювальних - або ґрунторуйнівних процесів, а також основних режимів і параметрів найважливіших для рослин. Тобто, ті властивості (характеристики) ґрунту, які визначають його здатність задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі і теплі в

достатніх кількостях для їх нормального розвитку, і є в сукупності основним показником якості ґрунту.

З точки зору сільськогосподарського виробництва висока якість ґрунту означає забезпечення високої продуктивності виробництва без істотної його деградації і забруднення навколишнього середовища. Нормативами якісного стану ґрунтів українське законодавство визначає рівень забруднення, оптимальний вміст поживних речовин, фізико-хімічні властивості тощо.

Оцінка якості земель має як теоретичне, так і практичне значення. По-перше, характеристики якості земель використовуються в системі моніторингу земель для прогнозу і своєчасного запобігання деградаційним процесам, охорони і раціонального використання земель. По-друге, облік кількості та якості земель, бонітування ґрунтів є складовими Державного земельного кадастру, відомості з якого використовуються для регулювання земельних відносин, визначення розміру плати за землю і цінності земель у складі природних ресурсів.

Отже, незважаючи на високий рівень наукових розробок та майже достатній рівень законодавчого забезпечення охорони ґрунтів в Україні проблема деградації ґрунтів та опустелювання все більше загострюється, стан ґрунтів щорічно погіршується, що пов’язано з недостатнім рівнем фінансування програм з охорони та підвищення родючості ґрунтів та недосконалою системою контролю за якістю землекористування.

ЧАСТИНА 1. МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ҐРУНТІВ

РОЗДІЛ 1. КОНЦЕПЦІЯ І МЕТОДОЛОГІЯ МОНІТОРИНГУ

1.1. Моніторинг ґрунтів: його мета і завдання

1.1.1. Поняття про моніторинг ґрунтів, причини його необхідності

Ґрунти України зазнали значної деградації в процесі їх використання. Їх деградація пов'язана не тільки із сільськогосподарським виробництвом. Негативні зміни також зафіксовані при розвідці та добуванні корисних копалин; використанні у військовій галузі, будівництві; внаслідок експлуатації ґрунтів у міському господарстві. Відсутність обліку особливостей продуктивного шару, складу та властивостей ґрунтотвірних порід і підґрунтя при відведенні їх під забудову, в сучасних умовах часто призводить до розвитку геологічно-деградаційних процесів: підтоплення, затоплення, зсуви, провали, селі, тощо. Вивченню, прогнозуванню та попередженню цих катастрофічних явищ надається недостатньо уваги. Це і є однією із першопричин змін стану ґрунтового вкриття.

Ось чому весь продуктивний шар ґрунтів України має контролюватися, задля недопущення негативних змін при використанні у тій чи іншій галузі народного господарства. Це завдання якраз і стоїть перед службою моніторингу ґрунтів [35].

Моніторинг ґрунтів - це організація кількісної і якісної оцінки змін ґрунтів у часі, контролю за надходженням та вмістом у ґрунтах усіх різновидів шкідливих речовин (важких металів, радіонуклідів, нітратів, залишків пестицидів, інших хімічних забруднювачів неорганічного і органічного походження).

Близьким до моніторингу ґрунтів є **моніторинг земель.** У процесі здійснення моніторингу має проводиться робота щодо збирання, опрацювання, передачі та збереження, аналізу інформації про стан земель, прогнозування їх змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень щодо запобігання негативним змінам стану земель та

дотримання вимог екологічної безпеки.

Таким чином можна зробити висновок, що моніторинг земель є дещо ширшим поняттям, ніж моніторинг ґрунтів, позаяк перший базується на другому. При проведенні моніторингу земель оцінюють стан та зміни не тільки певних ґрунтових відмін, а й певних земельних ділянок загалом, що включають більше, ніж за одну ґрунтову відміну. Тобто спостереження проводяться за певними виробничими одиницями землеволодіння чи землекористування. Наприклад, за земельними паями, виділеними в натурі; полями та угіддями фермерських чи крупних реформованих господарств приватного типу; землями під лісами; зайнятими залізницями, будівлями тощо.

Поняття «земля» дещо об'ємніше, ніж поняття ґрунт, що і відображає різницю між моніторингом ґрунтів і моніторингом земель.

Моніторинг земель, як і моніторинг ґрунтів, є складовою частиною державної системи моніторингу довкілля. Залежно від цілей, спостережень і охоплення територій, моніторинг земель та ґрунтів може бути національним, регіональним і локальним.

Згідно Положення, затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України [156], державна система моніторингу довкілля - це система спостережень, накопичення, опрацювання, передачі та збереження, аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам у довкіллі та дотримання вимог екологічної безпеки. Це Положення визначає порядок становлення та функціонування такої системи в Україні. Вона є складовою частиною національної інформаційної інфраструктури, сумісної з аналогічними системами інших країн.

Необхідність запровадження моніторингу ґрунтів полягає в нагальній потребі отримання своєчасної інформації про стан ґрунтового вкриття. Це дасть можливість прогнозувати подальший розвиток цих змін у майбутньому і розробити комплекс заходів щодо недопущення подальшого погіршення стану ґрунтів.

Таким чином причинами створення системи моніторингу ґрунтів стали:

- необхідність збереження в ґрунтах регулювання циклів біофільних елементів, як основи життєдіяльності людини і біосфери у цілому;
- потреба контролю та попередження негативного розвитку процесів ґрунтоутворення, таких як дегуміфікація, декальцинація, агрофізична деградація ґрунтів, вторинне засолення та осолонцювання, водна ерозія, дефляція;
- необхідність істотного підвищення родючості ґрунтів, росту окупності коштів, засобів на застосування меліорації та інших виробничих витрат, спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, продуктивності сіножатей, пасовищ, лісів та інших типів земельних угідь;
- неможливість узагальненої оцінки теперішнього стану ґрунтового вкриття України за існуючою розрізненою інформацією;
- неможливість залучення та раціонального використання інвестицій через відсутність адекватної оцінки теперішнього стану земельних ресурсів України, що не сприяє виправленню недоліків.

Виходячи з наведеного, можна зробити висновок, що основним завданням системи моніторингу ґрунтів є накопичення інформації з метою відображення загальної картини стану ґрунтового вкриття. Однак на цьому шляху є низка проблем, суть яких полягає в наступному:

- неповнота даних, їх орієнтація на вузького споживача;
- застарілість даних по великообмірювальних обстеженнях ґрунтів;
- різноманітність методик, за якими визначаються показники складу та властивостей ґрунтів та незведеність в одне ціле отриманих даних.

У минулому (та й тепер), досліджували ґрунти різні організації: Інститут землеустрою УААН та його обласні філії; загальні та галузеві науково-дослідні установи УААН; вузи, дослідні станції, ґрунтово-гідрологічні експедиції Міністерства (пізніше - Державного комітету) меліорації та водного господарства; підприємства Укргеології та ін. Всі вони вивчали тільки ті показники ґрунтів, які їх цікавили. Тобто підхід був вузьковідомчий. Напри-

клад, Державний комітет водного господарства України більше цікавився водними властивостями ґрунтів і меншою мірою вторинним засоленням, осолонцюванням, дегуміфікацією та агрофізичною деградацією ґрунтів.

Визначення вмісту гумусу проводило багато організацій. Але одні використовували метод Тюріна, інші - метод Тюріна у модифікації Нікітіна, ще інші - метод Кнопа-Сабаніна тощо. До того ж відбір зразків кожна організація проводила у різних місцях та в неоднакові терміни. Не бралася до уваги значна сезонна динаміка вмісту органічної речовини в ґрунтах [35].

Зараз система моніторингу в Україні тільки формується. Але деякі елементи моніторингу ґрунтів мали місце і раніше.

Службами хімізації проведено 4 тури агрохімічних обстежень ґрунтів України: виявлено зменшення вмісту гумусу, зміну актуальної та обмінної кислотності. Визначався також вміст рухомого фосфору та обмінного калію. Ця робота проводилась на рівні землекористувань окремих господарств, а потім дані згруповувались по районах, областях, країні в цілому.

Гідромеліоративні експедиції водногосподарської галузі проводили роботи за такими напрямками:

- контроль стану ґрунтів меліоративного фонду;
- оцінка рівнів прояву та наслідків ерозії;
- збір кліматичної інформації;
- оцінка наслідків злив та пилових бур;
- збір даних про зміни ґрунтів під впливом меліорації.

Внесок геологічної служби щодо моніторингу ґрунтів полягає в тому, що нею здійснювався контроль за:

- геологічною (нормальною) ерозією;
- технологічною ерозією;
- забрудненням гірських порід та ґрунтових вод;
- розвитком антропогенних геологічних процесів (затоплення, зсуви, селі, провалини тощо).

Контролем стану ґрунтів України займалися також деякі установи

Національної академії наук України, що дає змогу використати результати цих досліджень для з'ясування змін стану та структури земельних угідь та ґрунтового вкриття, поширення ерозійних процесів та рівень екологічної стійкості ландшафтів.

Зараз система моніторингу ґрунтів в Україні продовжує формуватись. До основних її завдань належить контроль ґрунтотворних процесів в природних умовах і наслідків від антропогенного використання ґрунтів у різних галузях народного господарства.

Зміст моніторингу ґрунтів

Моніторинг ґрунтів охоплює велику кількість польових, лабораторних та камеральних досліджень. Сюди відносять періодичний відбір зразків ґрунту в певних точках, проведення згідно із змістом діагностики ґрунтів лабораторних аналізів зразків. Сюди також належить організація моніторингу ґрунтів. Загалом до змісту моніторингу ґрунтів належить:

- визначення обсягів польових та лабораторних досліджень ґрунтів;
- визначення періодичності досліджень;
- використання засобів дослідження (наземних і дистанційних та відлагодження кореляційних зв'язків між ними;
- здійснення техніко-економічного обґрунтування моніторингу;
- математичне забезпечення (створення банку даних, автоматизація системи обробки і надання інформації, розробка методів поточного і довгострокового прогнозування);
- визначення процесів і показників, що підлягають контролю.

Згідно із Положенням про державну систему моніторингу довкілля, затвердженого урядом України [156], обов'язки щодо ведення моніторингу ґрунтів покладено на різні Міністерства і відомства.

Так, Міністерство аграрної політики має здійснювати моніторинг ґрунтів сільськогосподарського використання (радіологічні, агрохімічні та токсикологічні визначення, визначення залишкової кількості пестицидів, агрохімікатів і важких металів).

Функції моніторингу ґрунтів земель лісового фонду (радіологічні визначення, залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів) покладено на Держкомлісгосп України.

На Держводгосп України, що стосується моніторингу ґрунтів, покладено функції контролю стану зрошуваних та осушуваних земель (глибина залягання та мінералізація ґрунтових вод, ступінь засоленості та солонцюватості ґрунтів), підтоплення сільських населених пунктів, прибережних зон водосховищ (переформування берегів і підтоплення територій).

Значну частину робіт, пов'язаних із моніторингом ґрунтів та ландшафтів, покладено на Державний комітет України по земельних ресурсах. Ця організація має здійснювати спостереження за вмістом забруднюючих речовин у ґрунтах, проявами ерозійних та інших екзогенних процесів, просторовим забрудненням земель об'єктами промислового і сільськогосподарського виробництва. Також Держкомзем України має слідкувати за розвитком рослинного покриву земель (видовий склад, показники розвитку та ураження рослин), стан зрошуваних і осушених земель (вторинне підтоплення і засолення, тощо), берегових ліній річок, морів, озер, водосховищ, лиманів, заток, гідротехнічних споруд (динаміка змін, ушкодження земельних ресурсів).

Деяку участь у проведенні моніторингу ґрунтів повинні брати інші державні інституції. Так, на Мінприроди та Міністерство надзвичайних ситуацій, покладені завдання контролювати стан ґрунтів різного призначення, у тому числі на природоохоронних територіях. Це - вміст забруднюючих речовин, у тому числі радіонуклідів; геохімічного стану ландшафтів (вміст і поширення природних і техногенних хімічних елементів та сполук). Подібні функції також покладені на Міністерство охорони здоров'я, яке має піклуватися про спостереження за вмістом пестицидів, важких металів у ґрунтах, бактеріологічними, вірусологічними визначеннями, контролювати наявність яєць геогельмінтів, тощо).

З метою організації системи моніторингу ґрунтів, створено спеціальні

структури в рамках міністерств та відомств. Так, при Мінагрополітики діє Центр Держродючості, а при Держкомземі - управління моніторингу земель, що координує відповідну діяльність різних міністерств і відомств. Методичне забезпечення моніторингу ґрунтів та земель здійснюють такі організації як, Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського » та Інститут землеустрою УААН.

Зупинимось більш детально на характеристиці параметрів ґрунту, що мають періодично контролюватися. Медведєв В.В. [117] запропонував у системі моніторингу ґрунтів передбачити комплекс контрольних процесів і показників, що були б згруповані за п'ятьма напрямками:

- зміна структури ґрунтового вкриття і структури земельних угідь;
- оцінка темпів зміни основних процесів ґрунтоутворення;
- оцінка інтенсивності виявлення ерозії;
- додаткові показники контролю стану ґрунтів меліоративного фонду;
- оцінка ефективної родючості ґрунтів.

Зміну структури ґрунтового вкриття пропонується визначати за такими показниками:

- змитість;
- дефльованість;
- ступінь осолонцювання;
- ступінь засолення;
- мочарність;
- оглеєння тощо.

Трансформацію земельних угідь визначають за площею земель, що відчужується для несільськогосподарських потреб, з урахуванням структури їх ґрунтового вкриття та бальної оцінки. Контроль оптимальності землекористування можна здійснювати на основі співставлення у часі рекомендованої та фактичної структури земельних угідь у господарстві чи іншого землекористувача.

До принципів контролю зміни структури ґрунтового вкриття та контролю

землекористування належить також контроль за:

- оптимальністю технологій (внесення удобрення, обробіток ґрунту, використання пестицидів, протиерозійні заходи і т.ін.);
- комплексною охороною ґрунтів (організація території, наявність та стан складових частин КМОТ).

До показників контролю основних процесів ґрунтоутворення відносять:

- вміст гумусу та рухомих гумусових речовин;
- активна, обмінна та гідролітична кислотність;
- ємність катіонного обміну;
- вміст рухомих форм елементів живлення;
- забрудненість ґрунтів, води та рослин важкими металами, радіонуклідами, пестицидами, нітратами;
- рівноважна щільність, водопроникність та структурно-агрегатний склад;
- біологічна активність (азотфіксація, нітрифікація, денітрифікація тощо).

Оцінку інтенсивності ерозійних процесів В.В. Медведєв [118] пропонує проводити за наступними критеріями:

- площі угідь, пошкоджених водною і вітровою ерозією;
- ділянки й ареали поширення пилових бур;
- облік характеру пошкоджень поверхні ґрунту при вітровій ерозії;
- кількість та інтенсивність зливових опадів;
- весняний рідкий і твердий стоки;
- швидкість вітру при виникненні пилових бурь і локальному виявленні вітрової ерозії;
- динаміка проективного покриття ґрунту рослинами;
- зміна глибини гумусових горизонтів;
- зміна властивостей ґрунтів, що зазнають ерозії;
- визначення втрат ґрунту і води на стічних майданчиках;
- визначення втрат ґрунту на контрольованих ділянках;
- визначення прогнозованих втрат стоку дрібнозему при ерозійних процесах залежно від господарського використання і стану ґрунтів.

Для здійснення моніторингу меліорованих земель важливо контролювати в ґрунтах такі показники:

- рівень і склад підґрунтової води;
- засоленість ґрунтів через вміст водорозчинних солей;
- вторинне осолонцювання;
- темпи спрацювання органогенних горизонтів (глибина, щільність, зольність торфу);
- ступінь трансформації торфу (розкладу, гуміфікованості);
- вторинне озалізнення.

Важливими показниками для контролю стану ґрунтів є оцінка ефективної родючості ґрунтів. Тут головними є показники кількості та якості продукції, а також вміст токсичних елементів у харчових продуктах.

Система моніторингу ґрунтів в Україні

Система моніторингу ґрунтів в Україні ще не створена, хоча робиться останнім часом немало кроків щодо її формування. Очевидно, що така система має бути створена на базі існуючих установ і організацій, що мають відношення до моніторингу ґрунтів. Це пов'язано з тим, що для організації моніторингу ґрунтів потрібні значні кошти. Ця система має бути єдиною, уніфікованою для усієї країни, мати чіткі ієрархічні рівні, взаємозв'язану систему управління та виконання.

Медведєв В.В. [119] запропонував систему моніторингу ґрунтів, що складається з 5 взаємопідпорядкованих рівнів. Найвищий рівень, згідно цієї структури, це головна станція з інформаційно-обчислювальним комплексом, що має бути сформована при ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н.Соколовського» в м. Харкові.

До її функцій повинне належати:

- методичне керівництво;
- створення інформаційних баз даних;
- автоматизована обробка даних;
- видача інформації споживачам.

На наступному, регіональному рівні, запропоновано сформувати три так званих базових спостережних станції згідно із трьома основними ґрунтово-кліматичними зонами на території України (Поліська - створюється при Інституті землеробства УААН), Лісостепова (при ІГА ім. О.Н.Соколовського) та Степова (при Луганському дослідному Інституті агропромислового виробництва). Ці станції функціонально та методично підпорядковані головній станції, а їх функції є такими:

- методичне керівництво для локальних станцій та пунктів спостереження;
- автоматизована обробка даних;
- видача інформації споживачам.

На наступному рівні системи моніторингу ґрунтів в межах кожної ґрунтової провінції виділяють локальні станції (всього 13). Їх передбачається сформувати на основі обласних центрів Держродючості. До їх компетенції належить проведення експедиційних, польових та аналітичних робіт. Локальні станції здійснюють контроль за станом ґрунтів, використовуючи пункти спостереження, природні біоценози, поля господарств усіх форм власності і організації праці, поля держсортодільниць та варіанти стаціонарних дослідів з різними рівнями удобрення та антропогенного навантаження. Ґрунти природних біоценозів - це, наприклад, нескошувані луки заповідників «Михайлівська цілина» (Сумська область), цілинний степ заповідника «Асканія Нова» у Херсонській області тощо. Ґрунти цих заповідників - еталон, модель для спрямування ґрунтотворних процесів в ґрунтах, що використовуються в сільському господарстві. Для цього показники отримані на цілинному ґрунті порівнюють з показниками, отриманими на сусідніх сільгоспугіддях. Так само використовують показники, отримані для ґрунтів держсортодільниць, де завжди культура землеробства і рівень удобрення були вищими, ніж у сусідніх господарствах. Спостереження за ґрунтами різних варіантів дослідної мережі дає можливість проконтролювати напрямок змін ґрунтових процесів і режимів при різних рівнях удобрення, різній насиченості сівозмін культурами і багаторічними травами тощо. Таким

чином можна промоделювати всі можливі рівні антропогенного навантаження, що можуть зустрічатись у виробничих умовах, на полях господарств даного регіону. На основі цього розробляються рекомендації для господарств, які б не дозволили погіршити стан ґрунтового вкриття.

Для проведення робіт з моніторингу ґрунтів залучаються не тільки установи Мінагрополітики, а й гідромеліоративні експедиції Державного комітету водного господарства, метеостанції, гідрометеослужба України, Інститут землеустрою та його обласні філії. Методичне керівництво всіма цими роботами могла б здійснювати служба охорони ґрунтів, яка створена в системі Мінагрополітики на базі Державного центру родючості. Вона б координувала всю роботу щодо моніторингу ґрунтів не тільки з установами та організаціями сільськогосподарського профілю, але й організаціями інших міністерств і відомств, у підпорядкуванні яких теж перебуває значна кількість земель, що теж зазнають негативної дії деградаційних процесів. Мова йде про Державний комітет лісового господарства, Міністерство оборони, землі міст та міських населених пунктів, енергетики тощо.

Не дивлячись на значні успіхи у створенні системи моніторингу ґрунтів, все ж залишаються невирішеними багато аспектів, пов’язаних з цією проблемою:

1. Неузгодженість методик і системи моніторингу ґрунтів з прийнятими в країнах Європейського Союзу і країнах-партнерах цього міжнародного співтовариства.

2. Все ще відсутній безпосередній моніторинг динаміки ґрунтотворних процесів у часі, а контроль здійснюється опосередковано, наприклад, інтенсивність ерозії прогнозується виходячи з безпосередніх метеорологічних даних, хоча методика цих спостережень на метеостанціях не відповідає вимогам ґрунтозахисного моніторингу.

3. Часто в інших країнах (наприклад, США) оцінку інтенсивності ерозійних процесів здійснюють використовуючи інші опосередковані дані, як структуру земельних угідь та посівних площ, так і за універсальним

рівнянням ерозії в умовах впровадження тих чи інших ґрунтозахисних заходів. Але такі показники можуть бути не достатньо точними. Необхідні прямі спостереження. Особливо це актуально у зв'язку з тим, що відповідно до ерозійних втрат дрібнозему і інтенсивності ерозійних процесів, фермер може у майбутньому обкладатися податками. Потрібні подібні дані для практичного їх використання з економічною і фінансовою метою.

1.1.2. Мета і завдання моніторингу

Медведєв В.В. у своїй праці «Моніторинг ґрунтів (цикл лекцій)» [117] вказує, що ґрунтовий моніторинг є найважливішою складовою частиною екологічного моніторингу (оцінювання стану навколишнього середовища в цілому), агроекологічного моніторингу (те саме плюс спостереження за якістю рослинницької й тваринницької продукції) і моніторингу земель (коли об'єктом спостережень є всі категорії земель - землі сільськогосподарського призначення, лісові ґрунти, рекреаційні території, заповідники, заказники, рекультивовані відвали гірських порід і ін.).

Серед екологічних типів моніторингу поряд з моніторингом ґрунтів розрізнюють моніторинг літо-, атмо- та аквасфер, моніторинг фауни, флори, біорізноманітгя й у цілому моніторинг навколишнього природного середовища. Систематичні спостереження за параметрами клімату, які здійснюють уже сотні років, практично також є моніторингом.

В останні десятиліття границі моніторингу істотно розширилися. Моніторинг став розповсюдженим видом діяльності. Моніторинг став необхідним у будь-якому виробничому процесі, діяльності підприємств, функціонуванні окремих територій. Без моніторингу сьогодні не може функціонувати жодна господарська одиниця, не може бути налагоджена ефективна й, головне, безпечна робота виробництва, галузі, та й усього господарського комплексу країни. Постійне відстеження ситуації, обробка отриманої інформації й вироблення своєчасних коригувальних впливів - неодмінна умова нормальної діяльності.

Рівною мірою сказане відноситься до всіх сторін соціального життя населення, його різних вікових шарів, їхньої матеріальної забезпеченості, зайнятості й правової захищеності. Саме ці питання охоплюють демографічний і соціальний типи моніторингу.

Тому моніторинг повинен стати невід'ємною складовою частиною економіки країни, всіх сторін її життєдіяльності. Оцінювання ефективності функціонування за кінцевими результатами року, кварталу, місяця не може замінити відстеження ситуації за більш короткі цикли.

Мета моніторингу ґрунтів - одержання інформації для вироблення рішень, спрямованих на стабілізацію і поліпшення якості ґрунтів, екологізацію землеробської діяльності й досягнення кінцевого результату у вигляді розширеного відтворення родючості.

Зазначена мета досягається за рахунок вирішення трьох завдань моніторингу ґрунтів.

Інформаційне завдання включає два етапи.

Етап перший - збирання наявної інформації. Моніторинг розвивається на базі ґрунтово-картографічних матеріалів (карта ґрунтів, ґрунтовий нарис, різні види районування, рекомендації з раціонального використання ґрунтового покриву), на матеріалах землевпорядного проектування (організація території, сільськогосподарських угідь, і сівозмін, рекомендації з боротьби з ерозією ґрунтів, земельно-оцінні дані земельний кадастр і бонітування ґрунтів, матеріали аерофотознімання), на аналітичних матеріалах і картограмах періодичного агрохімічного обстеження (рекомендації із застосування органічних і мінеральних добрив, мікродобрив, інших засобів хімізації, матеріали радіологічного й токсикологічного контролю), на агрокліматичній інформації з характеристикою елементів погоди й імовірністю катастрофічних явищ - злив, зсувів, затоплення, ураганів, смерчів та ін., на наявній і гідрогеологічній інформації, інформації про можливі джерела забруднення, спрямованості й інтенсивності використання і сільськогосподарських угідь.

Етап другий - налагодження поточних спостережень.

Саме тут , В.В. Медведєв, вважає за необхідне сформулювати вимоги до інформації, які значною мірою визначають методи її збирання. Інформація повинна бути отримана за єдиними методиками, бути об'єктивною, систематичною, повною, оперативною, охоплювати всі види землекористування, бути зручною для наступної переробки, забезпечувати необхідну деталізацію і можливість подання у вигляді карт, забезпечувати одержання балансових оцінок і контроль поведінки забрудника у системі «джерело-ґрунт-порода-води-рослинність-тварини-людина». Інформація повинна бути придатною для кодування й експресної передачі, уніфікованого автоматичного збирання на машинних носіях і автоматичного аналізу. У програмі її обробки повинні бути ключі (нормативи), що оперативно сигналізуватимуть про критичну ситуацію та її масштаби, неблагополуччя у поводженні елементів контролю.

Прогнозне завдання - завдання найближчого й віддаленого прогнозування стану ґрунтів. Для цього використовуються різні методи прогнозування (нормативний, трендів, моделювання, Бокса-Дженкінса). Однак надійне прогнозування, принаймні, на перших етапах впровадження моніторингу, важко здійснити через недолік інформації (основна вимога до інформації, щоб вона стала придатною для розробки прогнозу, — довгий ряд рівновіддалених спостережень). Тому важливо розвивати імітаційне й математичне моделювання на ЕОМ.

Управлінське завдання. Це завдання полягає у видачі рішень, рекомендацій, консультацій у вигляді попередження про джерела й причини неблагополуччя в ґрунтовому покриві, небажаність тієї або іншої діяльності, зміну її спрямованості, шляхи підвищення ефективності, попередження про екстремальні ситуації й шляхи виходу з них, а також пропозиції про розміри й місце найбільш раціонального вкладення інвестицій. Служба моніторингу повинна систематично давати оцінку стану ґрунтового покриву, родючості,

прогноз їхнього розвитку, особливо, оперативний матеріал для попередження необоротних змін у ґрунтових процесах.

Моніторинг повинен:

- бути незалежним від впливу відомств;
- мати просту 2-ланкову організаційну структуру (обласна лабораторія - центральний інформаційно-аналітичний центр);
- обов'язково включати проведення фонового, виробничого й наукового типів;
- проводитися за широкою програмою спостережень;
- мати погоджену й затверджену нормативну оцінювальну базу;
- проводитися на постійних майданчиках зі спеціальним статусом;
- координуватися зі спостереженнями за іншими компонентами навколишнього середовища;
- фінансуватися з державного бюджету;
- систематично інформувати про результати владні структури й громадськість.

Кінцевими результатами моніторингу повинні бути картографо-аналітичні матеріали про сучасний стан земель (ґрунтів), автоматизована інформаційна система, прогноз стану земель у часі й техніко-економічне обґрунтування заходів з охорони земель.

1.1.3.Об'єкти моніторингу ґрунтів

Дуже важливою проблемою в організації моніторингу ґрунтів є вибір об’єктів, тобто ключових ділянок, де здійснюється контроль періодичними вимірюваннями, відбором зразків ґрунтів та рослин і їх аналіз. В якості об’єктів моніторингу ґрунтів слід використовувати такі [35]:

- основні типи, підтипи, роди, види та різновидності ґрунтів в межах однієї ґрунтової провінції; вони повинні відображати строкатість ґрунтового вкриття даної провінції та всі різновиди і рівні антропогенних навантажень;
- природні об’єкти, на які не вплинуто антропогенною діяльністю (лісові

та степові заповідники);

- еталонні об’єкти на ґрунтах із сільськогосподарським їх використанням в умовах високої культури землеробства: поля держсортодільниць, варіанти стаціонарних дослідів з високими нормами внесення добрив, досліди у яких порівнюються системи традиційного, екологічно-збалансованого (інтегрованого), органічного, низькозатратного та інші види агровиробництва; поля господарств, де впроваджено контурно-меліоративну організацію території або систему ґрунтозахисного чи органічного землеробства; поля, які розміщені поруч вказаних еталонних об’єктів;
- параметри клімату: опади та їх розподіл впродовж року; температура повітря; кількість днів із сильними вітрами; середня швидкість вітру під час пилових бур та їх тривалість протягом року;
- ґрунтотворні породи - їх стан та рівень забруднення, що впливає на ступінь забруднення в цілому всього ґрунту;
- підґрунтові та підземні води - їх стан відображає спрямованість та інтенсивність ґрунтотворних процесів, що відбуваються при формуванні ґрунту;
- кількість та якість продукції рослинництва - оскільки це відображає рівень родючості ґрунтів, ступінь їх деградації чи забруднення.

Зараз в літературі все частіше мова йде про загальний моніторинг біосфери, фауни, флори та людини. Такий моніторинг означає поєднання моніторингу ґрунтів з моніторингом інших об’єктів навколишнього середовища. Він спрямований на контроль біосфери в цілому, щоб не допустити негативного розвитку всіх її компонентів, створити оптимальні умови для існування всього живого на планеті і в тому числі - екологічно-безпечні умови життєдіяльності людини. Ключову роль у цьому відіграє проблема моніторингу ґрунтів, через те що ґрунтова оболонка - педосфера, все частіше розглядається як найважливіший компонент біосфери [80,81].

Моніторинг ґрунтів здійснюється шляхом періодичного контролю певних параметрів ґрунту, що відображають його склад, властивості, спрямованість ґрунтотворних процесів. Названі показники складають **зміст діагностики**

стану ґрунтів і служать базою для проведення їх моніторингу. До показників належать [35]:

- структура земельних угідь;
- структура ґрунтового вкриття;
- інтенсивність ерозійних процесів;
- меліоративний стан ґрунтів;
- фізико-хімічні властивості ґрунтів (вміст гумусу, кислотність, ємність катіонного обміну);
- повітряний режим ґрунтів;
- вміст рухомих форм елементів живлення (N, P, K);
- вміст у ґрунтах важких металів, радіонуклідів, залишків пестицидів, нітратів, інших токсичних речовин;
- біологічна активність ґрунтів;
- ефективність родючості ґрунтів (урожайність культур).

Дуже важливо здійснювати моніторинг ґрунтів, що зазнали меліоративного впливу - осушення та зрошення. Чисельні дослідження свідчать, що внаслідок меліорації, часто відбуваються негативні зміни ґрунтового покриву. Ґрунти зазнають дії деградаційних процесів, таких як вторинне засолення і осолонцювання, підтоплення, заболочення, дегуміфікація, біологічне згорання торфів тощо. Контроль за меліоративним станом слід проводити за наступними показниками:

- якість зрошувальної води;
- рівень та мінералізація підґрунтової води у зоні спостереження;
- вміст обмінного натрію та його динаміка після зрошення;
- темпи мінералізації осушених торфовищ;
- зміна вмісту та якісного складу органічної речовини;
- показники вторинного озалізнення осушених земель.

Моніторинг ґрунтів логічно пов’язаний із земельним кадастром. Згідно із Земельним кодексом України, **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.

Таким чином земельний кадастр містить достовірні і необхідні дані щодо природно-господарського і правового перебування земель. Виходячи із призначення, завдань та складових частин державного земельного кадастру, що буде викладено у наступному розділі цього посібника, можна зробити висновок про тісний зв'язок кадастру з моніторингом ґрунтів і земель.

Запровадження земельного кадастру передбачає комплекс земельно-облікових і земельно-оцінюючих робіт, що спрямовані на отримання і підтримання на сучасному рівні всіх необхідних даних, а також матеріалів правового характеру. Так само як і моніторинг ґрунтів, земельний кадастр передбачає збирання даних про стан ґрунтів. Якщо ці дані періодично порівнювати, тоді теж можна виявляти певні негативні зміни ґрунтотворних процесів та стану ґрунтового покриву в того чи іншого землекористувача. Таким чином моніторинг ґрунтів має бути складовою частиною Державного земельного кадастру, оскільки спрямований на отримання більш детальної інформації про стан ґрунтів України. Так само як і для моніторингу ґрунтів, для ведення земельного кадастру мають бути обов'язковими певні принципи отримання даних [35]:

- порівняльність і можливість зведення в одне ціле;
- достовірність;
- об'єктивність.

З цією метою кількісний і якісний облік земель в Україні має здійснюватись за такими принципами:

- проведення по єдиній для всієї країни системі;
- єдине для країни методичне керівництво;
- обов'язковість земельного кадастру та моніторингу ґрунтів для всіх

землекористувачів: держгоспів, організацій, установ, реформованих господарств приватного типу, фермерських та особистих селянських господарств;

- обов'язкове охоплення обліком усіх земель державного і недержавного фонду.

1.2. Антропогенна трансформація ґрунтового покриву

Наявні результати досліджень цілинних ґрунтів із часів В.В. Докучаєва до сьогодення дозволяють констатувати досить високу стабільність природних аналогів ґрунтів в останні 110-120 років. У той же час зістівлення природних (цілинних) еталонів ґрунтів з еталонами ґрунтів , що розорюються, 60-х років (екстенсивний тип використання) і далі з результатами спостережень, за трансформацією ґрунтів в останні 40-50 років (умовно інтенсивний тип використання) дозволяє константувати, що за відносно короткий проміжок часу ґрунти втратили властиві їм генетичні риси й трансформувалися в інші тіла - антропогенно перетворені ґрунти. На користь цього твердження свідчать:

- глибокі зміни в структурі й будові, формування специфічних орних і підорних шарів, окремих прошарків, принципово іншого типу структур і порового простору, скорочення потужності профілю;
- істотне зростання рівноважної щільності і її виражена сезонна динаміка, інший тип перетворення речовин і енергії (дефіцитний баланс гумусу, азоту, фосфору, калію, кальцію, зміна pH [106,117,119].

Найбільш характерними процесами в останні десятиліття є [117]:

- дегуміфікація розораних ґрунтів зі швидкістю 0,5-1,5 т/га за рік з тенденцією гальмування втрат до кінця 80-х рр. З 2005 до 2009 р. дегуміфікація протікала зі швидкістю 0,4-0,5 т/га в рік;
- зростання дефіцитності балансу рухомих поживних речовин, особливо азоту й (відповідно до -42-56 кг/га в 2001 р. і -34-64 в 2009 р.
- підкислення чорноземних ґрунтів, особливо помітне в Черкаській і Сумській областях (ΔpH - 0,3-0,5) ;

- переущільнення, особливо помітне в західному Лісостепу й уцілому розповсюджене на 40 % ріллі, руйнування структури, брилистість і кіркоутворення;
- ерозійне зменшення потужності верхнього шару ґрунтів, що досягає декількох сантиметрів у чорноземних ґрунтах (розрахункові дані) і в осушених ґрунтах Полісся;
- вторинне осолонцювання й засолення зрошуваних ґрунтів, спрацювання торфовищ.

З інших негативних процесів, розвиток яких відзначається локально, вкажемо на забруднення (радіонуклідами й важкими металами), заболочування, підтоплення, озалізнення, окарбоначування, алюмінізацію, аридизацію, підлуговування й утворення соди.

Опираючись на отримані дані, можна стверджувати, що зміни привнесені сільськогосподарським використанням, носять необоротний характер. Такого роду зміни можна **трактувати як морфологічну й функціональну деградацію.**

Найбільш характерними й найпоширенішими типами деградації в Україні є дегуміфікація, зменшення вмісту рухомих поживних речовин, переущільнення, втрата структури, запливання й кіркоутворення. Ерозія, підкислення, заболочування, забруднення радіонуклідами й інші. Найпоширеніші типи деградації, пов'язані із втратою ґрунтової родючості, відбито на рис. 1. Це переважно якісні оцінки еродованості, переущільнення, втрат гумусу, вторинних процесів заболочування , засолення, осолонцювання, підкислення й інших. Продемонстровані матеріали показують, наскільки поширені й різноманітні процеси деградацій ґрунтів в Україні.

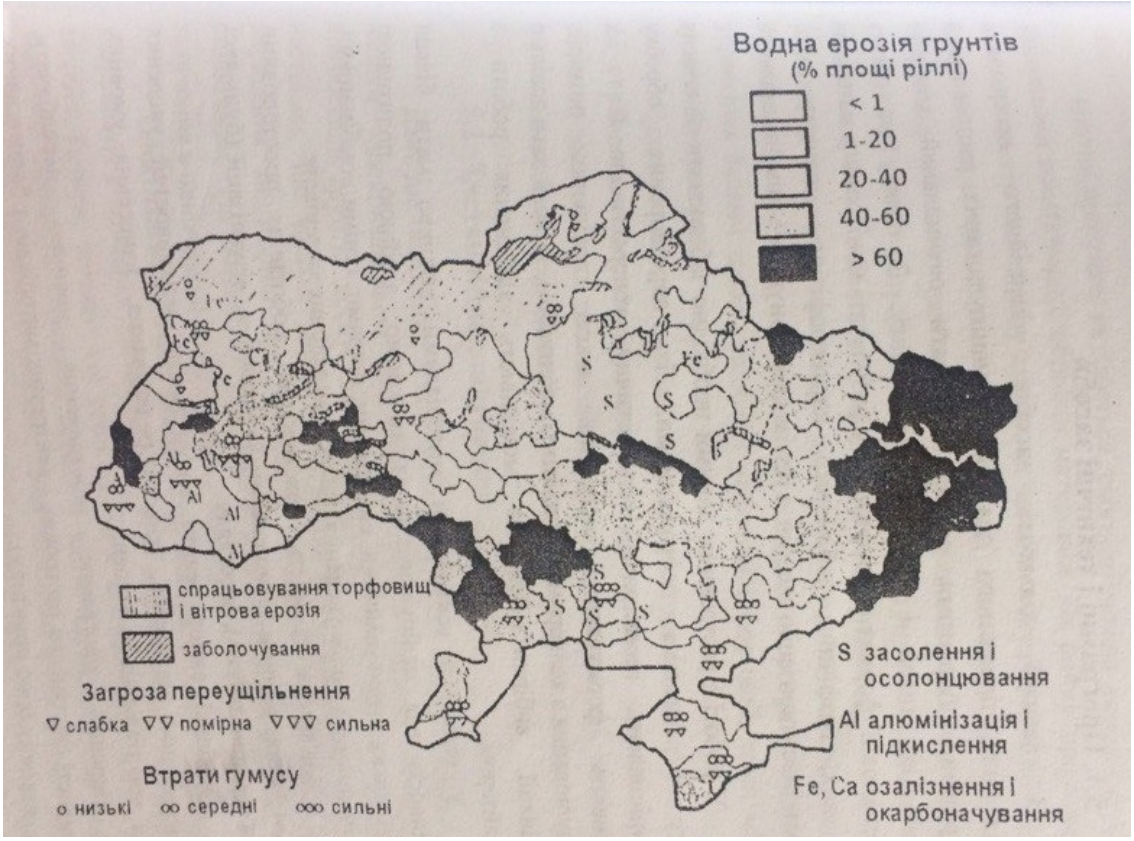

Рис. 1. Деградація ґрунтів України

1.2.1. Екологічні функції ґрунтового покриву

Ґрунтовий покрив, як макроекосистема відіграє велику роль у біосфері. В цілому він виступає , як регулювальний механізм на межі взаємодії між біотою, літосферою і атмосферою [167]. Будучи одним із компонентів біосфери, він виконує біосферні та екосистемні функції, які мають виключно важливе екологічне значення для рослин , мікроорганізмів, тваринного світу і людини.

Оскільки ґрунт з одного боку розглядається як структурний компонент біосфети, а з іншого – як самостійна екосистема, то його функції поділяють на дві групи: біосферні (глобальні) та біогеоценотичні (екосистемні) [48].

Біосферні функції ґрунту

Біосферні функції ґрунту є загальними і характеризують його взаємозв’язки та взаємодію з іншими компонентами біосфери – атмосферою, гідросферою, літосферою. Екосистемні функції ґрунту більш специфічні і диференційовані, часто прив’язані до його конкретних властивостей і

характеризують роль ґрунтових процесів у забезпеченні стабільності і стійкості екосистем ґрунту.

Серед основних глобальних функцій ґрунтового покриву розрізняють: загальнобіосферні , гідросферні, атмосферні та літосферні функції. Загальнобіосферна функція ґрунту полягає в тому, що він є середовищем існування більшості видів тварин і забезпечує утворення основної маси живої речовини планети. Ґрунт концентрує необхідні для живих організмів біофільні елементи у формі доступних для засвоєння хімічних сполук, та акумулювати необхідний запас води для первинних продуцентів наземних екосистем у доступних для них формах.

Важлива загальнобіосферна функція ґрунту полягає і в тому , що він бере участь у диференціації географічної оболонки і біосфери , оскільки саме у комплексі з кліматичними факторами ґрунт безпосередньо впливає на відособлення природних зон.

Загальнобіосферна функція ґрунтового покриву – забезпечення постійної взаємодії великого геологічного та малого біологічного колообігів речовин. Усі біогеохімічні цикли головних біофільних елементів та потокоутворювальні цикли вологи відбуваються тільки за участю ґрунту.

Ґрунтовий покрив виступає і як важливий фактор біологічної еволюції, оскільки забезпечив поступовий перехід від водного до наземного способу життя без різких змін організації живого.

Ще одна функція ґрунтового покриву полягає у нагромадженні на земній поверхні специфічної органічної речовини – гумусу і пов’язаної з ним хімічної енергії. Головним чином гумус, завдяки функції родючості, забезпечує стійкість процесу «продукція-деструкція біомаси».

Для людини ґрунт, як один із найважливіших природних ресурсів виконує специфічну функцію – є фізичним місцем для проживання людей, є основним засобом сільськогосподарського виробництва і забезпечує їх засобами існування (продукти харчування, одяг, будівельні матеріали , сировина та ін.).

Завдяки гідросферним функціям ґрунтового покриву формується річковий стік і водний баланс, атмосферні опади трансформуються у ґрунтові води, забезпечується біопродуктивність водойм та створюється захисний біофізичний бар'єр для акваторій. Формування річкового стоку і водного балансу відбувається через водно-фізичні властивості ґрунту, а саме – щільності складення, водопроникності, водотривкості, водоутримуючої здатності.

Атмосферні функції ґрунту реалізуються через поглинання і відбивання сонячної радіації , регулюванні вологообміну атмосфери, потраплянні твердої речовини і мікроорганізмів, що потрапляють в атмосферу і поглинання окремих газів з неї. Ґрунт прямо і опосередковано впливає на газовий склад атмосфери. Прямий вплив ґрунтового покриву обумовлений газообміном між ґрунтовим і атмосферним повітрям. Опосередкований вплив ґрунту, як фактора формування і еволюції складу атмосфери визначається тим, що функціонування наземних біоценозів контролює багато її параметрів: вміст кисню, вуглекислого газу, мікроагрегатів, тощо) і залежить від властивостей ґрунту.

Біоценотичні функції ґрунту

Як багатокомпонентна і складна система ґрунт виконує багато різноманітних функцій стосовно живих організмів.

Функції, пов'язані з фізичними властивостями ґрунту полягають у тому , що останні визначають особливості утримання і трансформації речовин і енергії і характеризують його агрофізичне значення як основу біопродуктивності.

Гідрофізичні властивості визначають водний режим ґрунтів і значною мірою визначаються їх іншими особливостями – структурою, водорозчинними сполуками (коагулянтами або не коагулянтами), вологістю , щільністю твердої фази та ін.

Теплові властивості ґрунтів (темлоємність та теплопровідність), за рахунок яких відбувається поглинання та передача теплової енергії в ґрунтах, визначають інтенсивність та умови протікання процесів ґрунтоутворення і формують тепловий режим ґрунтів.

Агрофізичні властивості ґрунтів визначають повітряний режим ґрунтів , який значно впливає на інші ґрунтові властивості і процеси. Постійний газообмін між ґрунтовим та атмосферним повітрям особливо важливий для анаеробних мікроорганізмів , оскільки в ґрунтовому повітрі при його відсутності кількість кисню може зменшуватись до десятих часток відсотка, а вуглекислого газу – збільшуватися до десяти і більше об’ємних відсотків.

Фізико-хімічні та агрохімічні властивості ґрунтів виконують цілий ряд важливих функцій – сорбція ґрунтовими часточками тонкодисперсних речовин, забезпечення рослин елементами живлення, вологою та енергією, стимуляція або гальмування біохімічних процесів.

Інформаційні функції ґрунту полягають у тому, що він, як важлива складова екосистеми, містить пам'ять , виконує функції регулювання кількісного складу та структури біоценозу, подає сигнали для сезонних та інших біологічних процесів.

Цілісні функції ґрунту обумовлені тим, що більшість екологічних функцій ґрунтового покриву визначається сукупною дією багатьох його властивостей і режимів. Ґрунт при цьому виступає як єдине природне тіло з наступними найважливішими функціями: буферна, санітарна і трансформаційна щодо речовин та енергії, що находиться в екосистемі, чи надходить до неї. Буферна функція проявляється у відставанні сезонних і добових змін гідротермічних показників ґрунту від відповідних змін в атмосфері, в нівелюванні різних коливань вхідних потоків речовин та енергії (врівноваження різких перепадів вологості, зниження концентрації водневих і гідроксильних іонів, адсорбція з ґрунтового розчину солей при їх надмірній концентрації та ін.). Санітарна функція полягає у здатності переробляти і нейтралізувати відходи життєдіяльності мікроорганізмів, решток рослин, тварин, а також

антропогенні забруднювачі, які щорічно потрапляють в ґрунт та на його поверхню.

1.2.2. Антропогенне забруднення ґрунтів

За А.І. Фатеєвим, вибір і обґрунтування критеріїв оцінки стану земельних ресурсів відносно забруднення є складовою частиною глобальної проблеми –проблеми нормування антропогенних навантажень на екосистеми [142]. За об'єктивними еколого-токсикологічними критеріями можна не тільки визначати екологічну ситуацію на конкретній території, але й оцінювати характер антропогенного впливу на навколишнє середовище. Наприклад, екологічно чисті території можна розглядати як еталон розумного впливу людини на ґрунтовий покрив, у той час як забруднені сільськогосподарські угіддя – це наслідок незбалансованого антропогенного впливу на довкілля.

Відомо, що в останній час процеси деградації ґрунтового покриву, обумовлені техногенним забрудненням, посилилися. Найбільшу небезпеку для навколишнього середовища являє собою забруднення ґрунтів радіонуклідами, важкими металами та пестицидами. Рівень забруднення ними ґрунтів може істотно різнитися. Наприклад, найбільш інтенсивне забруднення ґрунтів важкими металами відмічається поблизу джерела забруднення. З віддаленням від нього рівень забруднення ґрунтів зменшується. Рівень забруднення ґрунтів залишковими кількостями пестицидів та радіонуклідами у різних регіонах країни також має специфічні відміни. Численними дослідженнями встановлено, що в ґрунтах діють механізми, які призводять до трансформації техногенних потоків, зв'язування ксенобіотиків в малорухомі і недоступні для рослин форми. Проте діють ці механізми в певних межах. Тому екологічна ситуація, що обумовлена техногенним впливом на ґрунти, може змінюватися від сприятливої до катастрофічної.

Дослідниками ННЦ ІГА [75] пропонуються такі критерії оцінки екологічного стану земельних ресурсів:

- вміст залишкової кількості пестицидів у ґрунтах, мг/кг;
- вміст залишкової кількості пестицидів у рослинній масі, мг/кг;
- вміст валових форм важких металів у ґрунтах, мг/кг;
- вміст валових форм важких металів у рослинній масі, мг/кг;
- вміст рухомих форм важких металів у ґрунтах, мг/кг;
- щільність забруднення ґрунтів цезієм-137 і стронцієм-90, Кі/км^2.

Як критерій оцінки радіаційного фону обрана щільність забруднення земель Cs^{137} та Sr^{90}. Небезпечність пестицидного забруднення оцінюється величинами пестицидного навантаження та залишкових кількостей біоцидів у ґрунті й рослинах. Забруднення ґрунтів важкими металами контролюється за вмістом у ґрунті та рослинах валових форм важких металів. Крім цього, обов'язково треба визначати в ґрунті рухомі форми елементів-забруднювачів.

Слід мати на увазі, що оцінити екологічний стан ґрунтів, обумовлений техногенним впливом, досить складно. Особливо важко встановити початок техногенної деградації, тому що в цьому випадку у ґрунтах суттєвих зовнішніх змін не відбувається. Саме тому, що наслідки техногенного впливу у більшості випадків візуально не простежуються, пропонується, по-перше, використовувати для діагностики такого процесу переважно кількісні показники і, по-друге, проводити разом з ґрунтовими дослідженнями аналіз хімічного складу рослин, які вирощуються на таких територіях. У даному випадку ці рослини розглядаються як тест-культури.

Найбільші складності виникають при інтерпретації даних щодо забруднення ґрунтів важкими металами, оскільки погіршення властивостей ґрунтів, забруднених важкими металами, відбувається не відразу, а після досить тривалого часу. У першу чергу це відноситься до чорноземних ґрунтів, які мають порівняно з дерново-підзолистими ґрунтами піщаного та супіщаного гранулометричного складу, значно більше органічної речовини і високу вбирну здатність. Експериментальне визначення коефіцієнтів дифузії

важких металів у чорноземах показало, що вони у два-три рази нижчі, ніж у дерново-підзолистих ґрунтах.

На підставі цього А.І. Обухов дійшов висновку, що чорноземи страждають від наслідків забруднення значно менше, ніж підзолисті піщані та супіщані ґрунти. Отже, у зоні чорноземних ґрунтів під впливом важких металів значно менше зменшується рівень продукції культур та погіршується її якість, ніж на інших ґрунтах. Водночас накопичення важких металів у ґрунтах небезпечне лише до певного рівня, поки рослина має можливість протидіяти їм. Подальше збільшення вмісту у ґрунті того чи іншого елемента різко негативно (інколи летально) впливає на розвиток рослини. Межу нетоксичної дії на рослини конкретного забруднювача встановити важко, оскільки у реальних умовах майже завжди має місце поліелементне забруднення ґрунтів. Такий характер забруднення ускладнює прогноз реакції різних сільськогосподарських культур на забруднення ґрунтів важкими металами. Треба відмітити, що розробити єдиний критерій, за яким однозначно для конкретної культури можна було б оцінити токсичні або нетоксичні ґрунти, що забруднені важкими металами, на наш погляд, неможливо.

Запропонований рядом авторів такий критерій, як показник сумарного накопичення у ґрунтах важких металів, характеризує більше структуру забруднення, ніж його небезпеку для окремих сільськогосподарських культур. До того ж рослини засвоюють не абстрактну суму елементів, а кожний з них індивідуально. Ось чому використовувати цей показник щодо оцінки фітотоксичності ґрунту слід досить обережно. Неадекватно відносно рослин оцінюють токсичність ґрунтів, що забруднені важкими металами, біохімічні і мікробіологічні показники.

Щоб прогнозувати реакцію конкретної культури на забруднення ґрунтів важкими металами, передусім необхідно враховувати фізіолого-біохімічні особливості поглинання рослинами різних елементів. Ільїн В.Б. вказує, що дуже часто, коли ґрунт містить велику кількість важких металів, в

рослини вони не надходять або надходять у невеликих кількостях. Очевидно, що цьому перешкоджають захисні механізми кореневої системи рослин. Найбільша кількість важких металів в умовах техногенного впливу на ґрунт накопичується у коренях, менше – в стеблах та листях і мало (або зовсім не накопичується) – в репродуктивних органах. До того ж на останніх етапах онтогенезу рослин важкі метали транспортуються з вегетативних органів у кореневу систему. Однак мають місце і факти негативного й навіть летального впливу важких металів на рослини, тобто такого впливу, при якому захисний механізм рослин деформується або руйнується. Зрозуміло, що основою негативного впливу на рослину того чи іншого елемента є не сам елемент, а його кількість. Ільїн В.Б. справедливо вважає, що в природі немає токсичних елементів, але є їх токсичні концентрації. Логічно припустити, що при поліелементному забрудненні ґрунтів найбільшу небезпеку для рослин буде викликати елемент, концентрація якого в ґрунтовому розчині буде найвищою. Як рівень продуктивності рослин обмежується елементом, що знаходиться в поживному розчині в мінімумі, так і рівень захисних можливостей рослин до дії токсикантів не може бути вище його «запасу міцності» відносно елемента, який домінує серед забруднювачів. Таким чином, параметри вектора впливу на рослину важких металів визначає не алгебраїчна сума впливу кожного, окремо взятого елемента, а рівень адаптивних можливостей культурної рослини до негативного пресу елемента-токсиканта, домінуючого в структурі забруднювачів. У відповідь на фізіологічний прес важких металів, рослини знижують до певної межі рівень адаптивного потенціалу, і, тим самим, можуть нормально функціонувати – нарощувати вегетативну масу та формувати генеративні органи. Це відбувається в тому разі, коли концентрації елементів-забруднювачів у ґрунтовому розчині незначні. У цьому випадку, на помірно забруднених ґрунтах отримують урожай або такого ж рівня, як і на незабруднених, або на 5-10 % нижчий. Якщо у ґрунтовому розчині концентрація важких металів (кожного із забруднювачів або одного – домінуючого) такі, що рослини

фізіологічно не можуть протидіяти їм - вони гинуть або розвиваються неповноцінно, що є наслідком деформації або руйнування адаптивного потенціалу рослини до важких металів. Рівень урожаю сільськогосподарських культур на середньо- і сильнозабруднених ґрунтах може бути нижчий, ніж на незабруднених на 30-35 і більше відсотків.

Саме з урахуванням відповідних реакцій рослин на важкі метали пропонується для оцінки стану земель відносно забруднення використовувати не тільки дані щодо вмісту у ґрунтах валових і рухомих форм елементів-забруднювачів, але і дані щодо їх вмісту у сільськогосподарських культурах.

Нормативи оцінки забруднення ґрунтів

Існуюча система регламентації антропогенного навантаження на екосистеми базується на санітарно-гігієнічних нормативах окремих показників. Проте така система неефективна відносно захисту продукційних функцій ґрунту. Багатокомпонентність викидів виробництва робить також неефективним контроль за дотриманням регламентів по кожному окремому інгредієнту. До того ж при такому підході не можливо врахувати ефекти акумуляції забруднювачів в екосистемах і дуже складно диференціювати нормативи за природно-кліматичними зонами. Усе це визначає необхідність розробки інших підходів до регламентації техногенних навантажень на екосистеми.

Проблеми нормування навантажень на екосистеми обговорюються в Україні вже більше двох десятиріч. Незважаючи на значну різноманітність підходів і досить успішний досвід визначення екологічних нормативів забруднення, жодна з концепцій не дозволяє відповісти на основні питання, які виникають на практиці. Відсутня достатньо розроблена методологічна база, яка дає можливість коректно одержати екологічні нормативи. Така база, що необхідна для оцінки екологічного стану земель, повинна включати відомості про [142]:

1) нормативи рівнів радіаційного фону;

2) екологобезпечні та критичні рівні пестицидного навантаження та ГДК пестицидів;

3) кларки важких металів, ГДК і гранично допустимі рівні у ґрунті забруднювачів.

Саме за такою комплексною системою і слід давати оцінку стану земель відносно забруднення. Наприклад, щодо пестицидів цілком придатну оцінку екологічного стану земель можна отримати за допомогою даних, що характеризують рівень пестицидного навантаження. Однак для більшої об'єктивності необхідно мати інформацію про залишкові кількості пестицидів у ґрунтах і рослинах. Рівень забруднення ґрунтів і рослинної маси залишками пестицидів визначають шляхом порівняння фактичного вмісту пестицидів у ґрунті або у сільськогосподарській продукції з гранично допустимими концентраціями. У табл. 1 наведено ГДК деяких пестицидів. Перевищення фактичного вмісту залишкової кількості пестицидів відносно ГДК є показником небезпечної екологічної ситуації.

З урахуванням наведеного типи екологічних ситуацій відносно пестицидного забруднення земель можна ранжувати за табл. 2

Таблиця 1

ГДК деяких пестицидів

Назва пестицидів	Культура, на якій він застосовувався	ГДК, мг/кг	
		у ґрунті	У рослинах
Амбуш	кукурудза, ячмінь	0,05 0,25	0,1 0,2
Бетанал	цукровий буряк	0,25	0,2
ГХЦГ (сума ізомерів)	соняшник	0,5	0,1
2,4 Д (солі та ефіри)	просо, гречка	0,25–0,1	не дозволяється
Децис	картопля	0,01	0,01
Суміцидін	картопля	0,02	0,02
Ептам	соняшник	0,9	0,05
Раундап	плодові	0,5	0,1
Тілт	пшениця, жито, ячмінь	0,2	0,1

Таблиця 2

Нормативи оцінок пестицидного забруднення ґрунтів

Типи екологічної ситуації	Нормативи оцінок		
	Пестицидне навантаження, кг/га д.р.	Залишкові кількості пестицидів	
		у ґрунті	У рослинах
Сприятлива	<3	не виявляються	не виявляються
Задовільна	3-4	<ГДК	<ГДК
Передкризова	4-5	<ГДК	<ГДК
Кризова	5-6	1,1-1,5 ГДК	1,1-1,5 ГДК
Катастрофічна	>6	1,6-10 ГДК	1,6-10 ГДК

У табл. 3 наведено нормативи оцінок екологічної ситуації щодо радіоактивного забруднення.

Таблиця 3

Нормативи оцінок щільності радіоактивного забруднення земель, Кі/км^2

Типи екологічної ситуації	Cs-137	Sr-90
Сприятлива	на рівні природного фону	на рівні природного фону
Задовільна	0,1-1,0	<0,02
Передкризова	1-5	0,02-1,0
Кризова	5-15	1-3
Катастрофічна	>15	>3

Більш складним є визначення ситуації щодо забруднення ґрунтів важкими металами. Оскільки техногенне забруднення ґрунту майже завжди є поліелементним, дослідників цікавило питання щодо сукупної негативної дії на ґрунт надлишкових іонів. Однак існуючі пропозиції носять загальний характер. У роботах співробітників ІМГРЕ використовується так званий сумарний показник концентрації (Zc), який являє собою сукупне перевищення вмісту надлишкових хімічних елементів над їх фоновим рівнем. Виходячи із величини Zc, автори розробили орієнтовну шкалу оцінки рівня забруднення ґрунтового покриву, яка може знайти лише обмежене застосування. Теоретичні розробки і накопичений фактичний матеріал дозволяють запропонувати систему показників для екологічної оцінки накопичення важких металів у забруднених ґрунтах, створену на інших підходах. Вона заснована на відповідних реакціях рослин на дію важких металів.

Розроблено параметри вмісту в орному шарі важких металів, при яких умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур можуть змінюватися від сприятливих (оптимальних) до незадовільних (недопустимих). У системі оцінки агроекологічних умов стосовно елементів-забруднювачів використано такі показники, як кларки і ГДК важких металів (табл. 4, 5, 6).

Таблиця 4

Валовий фоновий вміст і ГДК важких металів

Елемент	Кларк, мг/кг	ГДК, мг/кг
Ванадій	100	150
Марганець	850	1500
Хром	75	100
Кобальт	8	50
Нікель	40	85
Мідь	20	55
Цинк	50	100
Селен	0,01	10
Кадмій	0,5	3
Ртуть	0,02	2,1
Свинець	10	32
Стронцій	300	1000

Таблиця5

ГДК рухомих форм важких металів в ґрунтах

Елемент	ГДК, мг/кг
Цинк	23
Кадмій	0,7
Нікель	4
Кобальт	5
Марганець	50
Свинець	2
Мідь	3
Хром	6

Таблиця 6

ГДК важких металів у рослинницькій продукції

Елемент	ГДК, мг/кг
Цинк	23
Кадмій	0,7
Нікель	4
Кобальт	5
Марганець	50
Свинець	2
Мідь	3
Хром	6

Оскільки ГДК розроблено не для всіх елементів, запропонована система має подвійний характер. Якщо для конкретного елемента показник ГДК розроблено, то він передусім і використовується, якщо не розроблено – використовується кларк його вмісту в ґрунті (табл. 7).

Таблиця 7

Вплив вмісту в ґрунтах важких металів на врожай і якість сільськогосподарської продукції

Клас оцінки	Вміст елементів		Урожай на забруднених ґрунтах відносно до незабруднених, %	Прогнозована оцінка якості врожаю
	відносно кларків	відносно ГДК		
1	1-2	<0,5	100	Можливе вирощування продукції для дитячого харчування
2	2-3	0,5-1,0	100-95	Якість урожаю сільськогосподарських культур, що вирощуються, відповідає санітарно-гігієнічним вимогам
3	3-4	1,0-1,5	95-90	Забороняється вирощувати у відкритому ґрунті кормові й овочеві (зелені і листові) культури
4	4-5	1,5-2,0	90-85	Якість урожаю кукурудзи, цукрового буряку, соняшнику, картоплі нижча санітарно-гігієнічних вимог
5	5-6	2,0-2,5	85-70	Допускається вирощування окремих сільськогосподарських культур для їх використання як технічної продукції
6	>6	>2,5	<70	Сільськогосподарські культури вирощувати не рекомендується

Нормативи оцінок екологічного стану земель відносно їх забруднення важкими металами наведено в табл. 8.

Таблиця 8.

Вплив вмісту в ґрунтах важких металів на врожай і якість сільськогосподарської продукції

Типи екологічної ситуації	Відносно кларків	Відносно ГДК		
		Валові форми		Рухомі форми у ґрунті
	Валові форми у ґрунті	У ґрунті	у рослинах	
Сприятлива	1-2	<0,5	<1	<1
Задовільна	2-4	0,5-1,5	<1	<1
Передкризова	4-5	1,5-2,0	<1	1,1-2,0
Кризова	5-6	2,0-2,5	1,1-1,5	2,1-10
Катастрофічна	>6	>2,5	>1,5	>10

Узагальнені дані стосовно нормативів оцінок екологічного стану земель, обумовленого техногенним впливом, наведено в табл.9.

Таблиця 9

Зведена таблиця нормативів оцінок екологічного стану земель, обумовленого техногенним впливом

Тип екологічної ситуації	Пестициди			Важкі метали				Щільність забруднення ґрунтів радіонуклідами, Кі/км^2	
	навантаження, кг/га д.р. за рік	Залишкові кількості (відносно ГДК)		Валові форми			Рухомі форми		
				у ґрунті		у рослинах	у ґрунті		
		у ґрунті	у рослинах	кларки	відносно ГДК			Cs-137	Sr-90
Сприятлива	<3	не виявляються	не виявляються	1-2	<0,5	<1	<1	на рівні природного фонду	на рівні природного фонду
Задовільна	3-4	<1	<1	2-4	0,5-1,5	<1	<1	0,1-1,0	<0,02
Передкризова	4-5	<1	<1	4-5	1,5-2	<1	1,1-2,0	1-5	0,02-1,0
Кризова	5-7	1,1-1,5	1,1-1,5	5-6	2-2,5	1,1-1,5	2-100	5-15	1-3
Катастрофічна	>7	2-10	2-10	>6	>2,5	>1,5	>100	>15	>3

Характеристика забруднення ґрунтів України

Протягом останніх років територія України постійно піддаваласярізним видам забруднення.Це і атмосферні викиди радіонуклідів унаслідок випробовування ядерної зброї, і відходи при переробці матеріалів на підприємствах ядерно-паливного циклу, викиди промислових підприємств і

теплових електростанцій, застосування токсичних речовин у сільськогосподарському виробництві тощо.

У даному посібнику наводиться якісна та кількісна оцінка забруднення земель України, що здійснювалася фахівцями Національного наукового центру “Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського” на підставі узагальнення та аналізу матеріалів наукових звітів Інституту агроекології та біотехнології, Інституту ґрунтознавства та агрохімії, колишнього Інституту охорони ґрунтів УААН. Оцінку обсягів навантаження сільськогосподарських угідь мінеральними добривами здійснено на основі узагальнення статистичних даних про внесення мінеральних добрив на Україні в період з 1985 по 1990 рр.

Радіонуклідне забруднення

До 1986 р. радіаційна ситуація на території держави визначалася головним чином такими радіонуклідами, як калій-40, радій, торій і лише незначною мірою стронцій-90 і цезій-137. Перші три радіонукліди природногопоходження зумовлювали основний радіаційний фон, що на більшійчастині території коливавсяв межах 7-14 мкр/год. І лише в окремих регіонах, особливо там, де гранітні породи виходять на поверхню землі,вінбув у шість-вісім разів вищий.Присутність цезію і стронцію у ґрунті була зумовленаглобальними опадами в результаті випробування ядерної зброї,їх розподіл на території України був більш-менш рівномірним, а абсолютний вміст становив 0,01-0,05 Кі/км^2. Унаслідок аварії на ЧАЕС в навколишнє середовище було викинуто близько 50 МКі таких небезпечних радіонуклідів, як стронцій, цезій, плутоній та йод. У результаті цього активність ґрунтів відносно перших двох радіонуклідів збільшилася у середньому в 1,5-3,0 рази, а в окремих районах – в 5-10 і більше разів у порівнянні з доаварійним рівнем. Найбільш інтенсивне воно в Київській, Житомирській і Чернігівській областях. Відносно невеликі території з високим рівнем радіоактивного забруднення виявлено у Вінницькій

(Томашпільський, Крижопільський, Тульчинський райони), Хмельницькій (Новоушицький, Дунаєвецький, Кам'янець-Подільський райони), Чернівецькій (Заставнівський район) областях. У процесі видобування та переробки уранових руд сталося забруднення природного середовища в Кіровоградській області. У решті областей радіаційну ситуацію можна вважати задовільною.

Пестицидне забруднення

Складний характер має забруднення ґрунтів хімічними засобами захисту рослин (ХЗЗР). Відомо, що незважаючи на цілий ряд екологічних проблем, що виникають як наслідок широкого використання пестицидів, вони залишаються основними засобами боротьби зі шкідниками, хворобами культурних рослин і бур'янами у всіх розвинених країнах і лише в тих країнах, де повністю вирішена проблема харчування, спостерігається зменшення обсягів використання пестицидів і перехід на альтернативні методи захисту рослин. Зменшення інтенсивності застосування ХЗЗР в останні роки має місце і в Україні, але зумовлено воно іншими причинами – відсутністю вітчизняних підприємств з виробництва пестицидів і валюти для їх придбання за кордоном. Це призводить до того, що поставки в Україну пестицидів залежать не стільки від потреб господарств, скільки від можливості їх придбання. І все-таки в асортименті пестицидів, що використовуються, спостерігається певна позитивна зміна. Статистика застосування ХЗЗР за останні 20-25 років свідчить, що після тривалого і стійкого збільшення обсягів поставок пестицидів ще в 1987 р. з'явилася тенденція до зниження їх використання. Це, з одного боку, сприяло зменшенню забруднення земель і рослинницької продукції, а з другого – посилило загрозу різкого падіння врожаїв сільськогосподарських культур.

З метою встановлення залежності між цими процесами було визначено два базових періоди. Перший з них (1986 р.) характеризувався найбільш високими обсягами поставок пестицидів, а другий (1991 р.) – період

стабілізації обсягів застосування хімічних засобів захисту рослин. Увесь діапазон навантажень угідь пестицидами (1,5-19,5 кг/га) було розділено, як вже згадувалось, на 18 груп з інтервалом в 1 кг/га. У результаті розподілу областей за цим показником виявлено, що в 1986 р. основна їх частина (52 %) розмістилася в 4 і 5 групах (4,5- 6,5 кг/га). Третя група (3,5-4,5 кг/га) складала 16 %; 6 група (6,5-7,5 кг/га) – 12 %, на 7, 8, 11, 17, 18 групи (відповідно 7,5-19,5 кг/га) припадало по 4 %. Виходячи з того, що критичні рівні навантажень (КРН) для асортименту пестицидів, що включає гербіциди, ФОС, карбамати й препарати, до складу яких входить ртуть, становлять 3,95 кг/га. Виявлено, що в 1986 р. цей показник підвищився у 84 % областей. Якщо ж прийняти до уваги, що загальний асортимент пестицидів, крім перелічених чотирьох груп, включав ще й близько 7 % хлорорганічних сполук, які суттєво знижують критичні рівні навантажень. Можна стверджувати, що перевищення КРН хімічними засобами захисту рослин у 1986 р. мало місце у всіх областях України. У 1991 р. у зв'язку зі зменшенням обсягів використання пестицидів переважна частина областей (72 %) перемістилася у більш безпечні групи (1 і 2). На третю групу припадало 20 %, а на більш високі (8 і 9) – лише 8 %. Важливі дані одержано в результаті обробки та аналізу відомостей про залишкові кількості пестицидів у ґрунтах. Визначено, що серед багатьох показників, які використовуються для оцінки рівнів забруднення ґрунтів залишками пестицидів, найбільш об'єктивним є частота їх виявлення.

Аналіз інформації показує, що кількісні значення згаданого показника залежать не тільки від обсягів використання ХЗЗР, але і від інших обставин. Так, при порівняно низьких навантаженнях орних земель пестицидами в Луганській, Запорізькій, Сумській, Чернігівській областях частота виявлення залишків пестицидів значно перевищує цей показник в областях з більш інтенсивним їх використанням (Вінницька, Полтавська, Житомирська області). Це пов’язано з тим, що на інтенсивність забруднення істотно впливають ґрунтові та кліматичні умови, набір культур, що вирощуються,

тощо. Тому стратегія застосування пестицидів повинна обов'язково враховувати особливості їх дії. Характеризуючи динаміку забруднення ґрунтів, слід відмітити, що зменшення частоти виявлення залишків пестицидів і абсолютного їх вмісту зумовлено не лише зменшенням обсягів використання ХЗЗР, а й забороною застосування високотоксичних персистентних хлорорганічних препаратів та симтриазинових гербіцидів.

Промислове забруднення

Деструктивні процеси, які протягом тривалого часу мають місце в економіці України, призвели до зменшення обсягів виробництва продукції на 60-70 %. На межі припинення виробництва знаходяться цілі галузі промисловості. У свою чергу це сприяло значному зменшенню викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Цікавими є дані про основні джерела забруднення природного середовища на території України й основні інгредієнти шкідливих речовин, що викидаються промисловими підприємствами. Відомості про абсолютні величини кожного з токсикантів, які надходять в об'єкти навколишнього середовища, майже відсутні. Найбільш детальні дослідження із цього питання були проведені службою Укргідромету. Асортимент шкідливих речовин, що викидаються промисловими підприємствами, може бути представлений шістьма групами (тверді частинки, окисли, мінеральні кислоти, органічні речовини, важкі метали, радіонукліди). В кожну групу входить від п'яти до декількох десятків токсичних сполук.

Оскільки у великих містах здебільше зосереджені різні галузі виробництва, то і асортимент токсикантів, які потрапляють в навколишнє середовище міської зони, досить різноманітний. Концентрації ряду важких металів у пробах ґрунту, відібраних в межах міст, часто в 5-10 разів перевищують ГДК. Вважається, що з віддаленням від міста інтенсивність забруднення території швидко знижується і вже на відстані 5-20 км вміст важких металів у ґрунті досягає фонових рівнів. Однак, за даними спостережень з космосу, „факели” від багатьох промислових підприємств

тягнуться на 100-150 км. Якісні показники викидів значною мірою залежать від галузей промисловості, зосереджених у тому чи іншому місті. Як правило, у викидах усіх міст трапляються тверді частинки, окисли сірки, азоту, вуглецю, металів. У містах з високорозвиненою хімічною промисловістю – ацетон, ксилол, толуол, а металообробною, металургійною, гірничовидобувною – важкі метали, окисли сірки, вуглецю, азоту тощо. Кількісні величини шкідливих речовин, що потрапляють в агроландшафти, залишаються ще мало вивченими.

Обстеження ґрунтів навколо металургійних центрів показало, що в радіусі 10 км вміст свинцю приблизно однаковий і перевищує фон у середньому на один порядок. Найбільше перевищення (в 22 рази) спостерігалося в Дніпропетровську і Маріуполі. У районі Донецька встановлені високі рівні вмісту в ґрунті ванадію, міді, нікелю, хрому, марганцю. На відстані до 10 км від джерела забруднення їх кількість 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 марганцю, 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: кадмій – навколо Донецька, Запоріжжя, Лисичанська, Харкова; хром – навколо Донецька, Запоріжжя. Ґрунти на околицях м. Костянтинівки і на відстані 5-15 км забруднені кадмієм, цинком, свинцем, марганцем. Так, вміст масових часток цинку в цій зоні в два-чотири рази вищий фонових. Середній вміст свинцю наближається до ГДК, а максимальні рівні свинцю і марганцю перевищують цей показник. Вміст нікелю, міді, кобальту і кадмію перевищує їх кларкові значення більш ніж у два рази. На околицях міста Лисичанська ґрунти сільськогосподарського використання забруднені свинцем і цинком. Вміст останнього в 3-6 разів перевищує фон. У районі Закарпатського ртутного

комбінату 120 км^2 території забруднені ртуттю на рівні 0,46 мг/кг ґрунту. Спостерігаються випадки, коли концентрація ртуті перевищує ГДК. Дослідженнями встановлено, що вся ртуть локалізована у верхньому гумусному горизонті і лише на сильно забруднених ґрунтах високий її вміст простежується по всьому ґрунтовому профілю.

Детальний аналіз рівня забруднення земель окремими елементами на всій території України показує, що найбільш високий вміст нікелю (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 дорівнюють 50 мг/кг ґрунту. На решті території вміст нікелю значно нижчий за ГДК. Майже аналогічна картина із 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 нижчі ГДК (100 мг/100 г ґрунту). Більш напружена ситуація зі свинцем. На значній частині території України його середній вміст перебуває на рівні або перевищує ГДК (32 мг/100 г ґрунту). Ураховуючи, 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. І хоча мідь не відносять до найбільш токсичних елементів, ці дані слід ураховувати при загальній оцінці екологічного стану тієї чи іншої території.

Мінеральні добрива

Одним з важливих напрямків є визначення обсягів хімічного навантаження на агроландшафти через використання мінеральних добрив у різних природних зонах та встановлення можливих негативних наслідків їх впливу на стан ґрунтів. Відомо, що в останні роки рівень застосування мінеральних добрив на Україні істотно зменшився. Тому цей показник не використовується як домінантний при оцінці екологічного стану земельних ресурсів. Але він може бути корисним як такий показник, що уточнює характеристику екологічного стану ґрунтів. Ось чому його теж слід ураховувати.

Прийняте таке групування земель за навантаженням мінеральними добривами (кг/га) [142]:

<60 – мінімальне навантаження;

60-90 – дуже низьке навантаження;

90-120 – низьке навантаження;

120-150 – навантаження нижче середнього;

150-180 – середнє навантаження;

180-240 – високе навантаження;

>240 – дуже високе навантаження.

У період з 1985 по 1990 рр. в середньому в Україні вносили 150 кг/га діючої речовини мінеральних та 8,7 т/га органічних добрив. Найбільш високою інтенсивністю використання мінеральних добрив характеризувалася зона Полісся. Тут в 45 % адміністративних районів у цей період щорічно вносили високі та дуже високі дози NPK – від 210 до 240 кг/га. Особливо відзначається Закарпатська область, де вони становили майже 300 кг/га, а в окремих районах – і більше. У цих районах, враховуючи співвідношення $N:P_2O_5:K_2O$, яке в середньому складало 1,0:0,5:0,6 можна чекати негативних наслідків у зв'язку із забрудненням ґрунтових вод нітратами та накопиченням їх у сільськогосподарській продукції. Цей процес поглиблюється за рахунок

широкого співвідношення між органічними та мінеральними добривами, яке складає 1,0:1,29, тобто на кожну одиницю діючої речовини, внесену з органічними добривами, вносили 1,29 одиниць мінеральних.

В інших районах цієї зони використання мінеральних добрив не перевищувало середнього рівня доз і вони були в межах екологічно безпечного рівня. У лісостеповій зоні (186 адміністративних районів) високою інтенсивністю використання мінеральних добрив виділяються Київська і Чернівецька області, в них переважають високі та дуже високі дози, а в Черкаській – підвищені (150-200 кг/га). В інших областях лісостепової зони переважають середні дози (150-180 кг/га д.р.). Співвідношення органічних і мінеральних добрив тут складає 1,0:1,27.

Домінування мінеральних добрив над органічними обумовлює істотні зміни поглинального комплексу чорноземних ґрунтів. За даними стаціонарних дослідів, при такому співвідношенні збільшується рухомість гумусу, з колоїдного комплексу вилуговується кальцій, відбувається підкислення ґрунтового розчину. На фоні без внесення меліорантів на чорноземних ґрунтах при навантаженні їх мінеральними добривами більше 150-180 кг/га діючої речовини середньорічно та співвідношенням до органічних, яке перевищує 1:1,29, можна очікувати негативний вплив, перш за все підкислення ґрунтового розчину. Цей процес і відбувається, за даними держагрохімслужби в деяких областях лісостепової зони.

Диференціація використання мінеральних добрив у лісостеповій зоні тісно пов'язана із структурою посівних площ. У районах з поширенням посівів цукрових буряків дози внесення добрив значно зростають. За рахунок цього інтенсивність застосування добрив у Правобережному Лісостепу значно вища, ніж у Лівобережному. Враховуючи легкосуглинковий гранулометричний склад ґрунтів Правобережного Лісостепу можна очікувати в цій провінції вимивання за межі ґрунтового профілю азотних добрив, особливо коли вони вносяться під оранку, а не вроздріб.

У степовій зоні всього 3 % районів, де вирощуються овочеві культури при зрошенні, у Херсонській, Одеській областях та Автономній Республіці Крим використовують підвищені дози добрив; а 7 % районів – середні дози (150-180 кг/га). В усіх інших районах застосовували низькі та дуже низькі дози добрив. Негативні наслідки від використання мінеральних добрив можуть виникати при збільшенні їх доз на зрошуваних землях із фільтрацією у ґрунтові води.

Залежно від типу ґрунтів, їх гранулометричного складу та будови вбирного комплексу істотно відрізняються екологічно безпечні дози застосування добрив. За експертною оцінкою узагальнених даних польових та лізіметричних дослідів мінеральні добрива при внесенні їх у дозах, які перевищують екологічно безпечний норматив, можуть негативно впливати на навколишнє середовище. Найбільш визначені такі негативні напрямки цього впливу: 1) підкислення ґрунтового розчину; 2) забруднення ґрунтових вод у результаті фільтрації добрив (особливо азотних); 3) накопичення надлишкових запасів нітратного азоту в продукції рослинництва; 4) забруднення водосховищ залишками добрив у 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 продукцію рослинництва нітратами. На суглинкових ґрунтах чорноземного ряду при перевищенні мінеральних добрив (у діючій речовині) над органічними (співвідношення 1,0:1,2-1,5) відбуваються зміни складу катіонів поглинального комплексу, підкислюється ґрунтовий розчин.

Заходи боротьби із забрудненням та поліпшення стану забруднених ґрунтів

Аналіз існуючих даних, що характеризують забруднення земельних ресурсів свідчить: на значній частині території країни (72-75 %) екологічну ситуацію у теперішній час можна вважати задовільною. Це не пов'язано з

чіткою державною політикою щодо збереження земельних ресурсів, організацією постійного контролю за їх станом, упровадженням відповідних заходів. Усе перелічене майже відсутнє. Головна причина деякого поліпшення екологічної ситуації пов'язана, як не парадоксально, з погіршенням економічного становища, зупинкою багатьох промислових підприємств, різким зменшенням обсягів використання добрив і пестицидів. Але в той же час є значні площі забруднених земель, на яких екологічну ситуацію можна кваліфікувати як катастрофічну. Це в першу чергу території з радіоактивним забрудненням, землі навколо діючих великих промислових підприємств, теплоелектростанцій, сільськогосподарські вгіддя і сади з великим пестицидним навантаженням. Тому в залежності від ступеня техногенного забруднення слід вживати відповідні заходи підтримання або відтворення екологічної стійкості земельних ресурсів. Доцільно підрозділити ці заходи на три типи: 1) профілактичні; 2) оперативні; 3) перспективні [142].

Профілактичні заходи- це такі, які запобігають розвитку процесів техногенного забруднення земель. Вони можуть бути або технічного характеру, тобто спрямовані на вдосконалення очисних споруд на промислових підприємствах, модернізацію знарядь щодо внесення мінеральних добрив і пестицидів або технологічного плану, тобто спрямовані на суворе дотримання екологічних вимог до промислового чи сільськогосподарського виробництва. Ці заходи найбільш доцільні на територіях зі сприятливою, задовільною і передкризовою екологічною ситуацією.

Оперативні заходи необхідні у випадках термінового реагування на різке погіршення екологічного стану земель унаслідок порушення технологічної дисципліни на промислових підприємствах, у сільськогосподарському виробництві або в разі виникнення аварійних ситуацій. Взагалі такі заходи повинні вживатися на територіях із кризовою екологічною ситуацією з метою недопущення подальшого погіршення стану земель.

Оперативні заходи у свою чергу можуть бути розділені на ті, що застосовуються переважно на сільськогосподарських угіддях, і ті, що повинні вживатися на землях іншого призначення, хоча цей розподіл досить умовний. На сільськогосподарських угіддях у разі різкого погіршення їх екологічного стану слід збільшити дози внесення гною, обов'язково застосовувати кальцієвмісні сполуки, здійснити переорієнтацію характеру використання рослинницької продукції, призначення її для харчових цілей на технічні тощо.

На землях несільськогосподарського призначення з відповідним видом імпактного забруднення необхідно використовувати радіопротектори, кальцієвмісні сполуки, цеоліти, адсорбенти різних видів походження, фітомеліоранти тощо. Особливо слід відзначити ґрунти, які зазнали впливу різних аварій і містять у собі величезні кількості радіонуклідів, важких металів, нафтопродуктів та інших токсичних речовин. У тому разі, коли це стосується сільськогосподарських угідь, найпершим оперативним заходом є виведення цих земель з категорії «сільськогосподарського призначення» до зон відчуження. У подальшому ці землі підлягають або консервації без застосування заходів з деконтамінації або, коли це виправдано, із застосуванням заходів з 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 отже, і екологічної стабільності земель. Вони стосуються різних аспектів, але у загальному вигляді їх можна уявити так.

1. Зміцнення служби контролю за діяльністю атомних електростанцій, підприємств важкої індустрії, хімічних заводів тощо. Ця служба повинна мати право зупиняти роботу тих підприємств, діяльність яких створює загрозу оточуючому 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, тобто впровадження сучасних технологій їх утилізації.

4. Розробка суворих екологічних вимог до застосування нових неадаптованих до умов України видів іноземних пестицидів.

5. Удосконалення правового забезпечення охорони земельних ресурсів від техногенного забруднення.

Усі перелічені вище заходи, на нашу думку, можна покласти в основу концепції екологічної безпеки земельних ресурсів України стосовно забруднення. У загальному вигляді вона включає такі розділи, як оцінка, контроль, охорона, підтримка і відтворення екологічної стійкості земельних ресурсів. Рухаючись від оцінки екологічного стану ґрунтів через організацію контролю до заходів з охорони, підтримки і відтворення екологічної стійкості земель, ми маємо можливість створити ефективну систему управління екологічним станом земельних ресурсів України.

1.2.3. Деградація ґрунтів

У вік науково-технічного прогресу посилився вплив на ґрунт антропогенних факторів. В орних ґрунтах поряд з позитивними змінами, які забезпечують сучасний рівень ефективної родючості, відбувається ряд негативних процесів. Так, у районах інтенсивного землеробства значного поширення набули руйнівні процеси водної і вітрової ерозії. Все більші площі сільськогосподарських угідь забруднюються важкими металами, метаболітами пестицидів, а останнім часом і радіонуклідами. Значних розмірів набули процеси дегуміфікації, декальцинації, вторинного підкислення, підтоплення, засолення і осолонцювання. Багато ґрунтів мають підвищену щільність, втратили агрономічно-цінну структуру, здатність нагромаджувати і утримувати вологу. Наслідком цих негативних процесів є деградація ґрунтів і втрата ними родючості.

Екологічні наслідки деградації ґрунтів та зменшення їх якості особливо загострились в умовах перехідного періоду від державної до ринкової економіки внаслідок використання земель як єдиного засобу існування в умовах виживання за рахунок природної родючості ґрунтів, без компенсації витрат.

Під впливом деградації погіршується також якість ґрунтів. Нарада НАТО по якості ґрунтів у відношенні екологічно стійкого розвитку сільського господарства і екологічної безпеки в країнах ЦСЕ (жовтень 1997, Польща) визначила поняття «якість ґрунтів» як їх здатність забезпечувати вирощування безпечної та поживної продукції рослинництва, що безперервно підтримується тривалий час, без шкідливої дії на оточуюче середовище. Це найкраще можна зрозуміти в контексті функції ґрунту, що може розглядатись як сума продуктивності і екологічної стійкості. Останнє визначається як здатність ґрунту через дію ґрунтових процесів відновлюватись після порушень, викликаних зовнішніми або внутрішніми стресами.

Отже, під **деградацією ґрунтів** - слід розуміти погіршення властивостей і родючості ґрунту внаслідок впливу природних або антропогенних факторів. У більш широкому розумінні поняття деградація ґрунтів включає в себе, як погіршення основних якісних показників родючості без помітних ознак руйнування або зникнення генетичних ознак ґрунтів, так і фізичне руйнування ґрунтових горизонтів навіть до втрати ґрунтом не лише своїх функцій як середовища існування, а й повного фізичного зникнення як біокосного природно-історичного тіла.

Види деградації ґрунтів

Коротка характеристика основних видів антропогенної деградації ґрунтів наведена у таблиці 10 [35]. Як бачимо причин деградації багато, вони різні у різних природних і соціально-економічних умовах. Але кінцевий результат завжди однаковий: втрата гумусу або зниження родючості.

З усіх видів деградації, якщо оцінювати їх у світових масштабах найбільш поширеною і шкідливою є ерозія ґрунтів. За свідченнями М.С.Кузнєцова та Г.П.Глазунова в документах конференції ООН з оточуючого середовища і розвитку ступінь деградації ґрунтового вкриття Землі оцінювалась так [35]:

крайня ступінь деградації - 1%, сильна - 15, помірна - 46, легка - 38%. В той же час створено відношення найбільш поширених видів деградації є наступним: водна ерозія - 56, вітрова - 28, хімічна деградація - 12, фізична - 4%.

Таблиця 10

Характеристика найбільш поширених видів антропогенної деградації ґрунтів

Причина деградації	Показники погіршення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
1	2	3
Водна ерозія		
Нераціональна господарська діяльність (повсюдне розорювання земель, вирубка лісів, інтенсивний випас худоби, промислове будівництво та ін.); прямолінійна організація території, застосування на схилових землях рівнинної агротехніки (полицевої оранки, обробітку і посівів вздовж схилів, вирощування просапних культур).	Змив верхнього шару ґрунту; втрати дрібнозему; зменшення ґрунтової товщі; втрати гумусу і поживних речовин; несприятливі зміни структурного, мікроагрегатного та гранулометричного складу; падіння потенційної родючості.	Поява на поверхні ґрунту вимоїн, розмивів, ярів; зменшення або повна втрата верхнього гумусовоакумулятивного горизонту; вкорочення профілю; наближення до поверхні внутріґрунтових горизонтів; освітлення, побуріння верхнього генетичного горизонту.
Дефляція		
Повсюдне розорювання земель, невідповідність способів обробітку і технологій вирощування сільськогосподарських культур, тривалий час відсутність рослинності, переносу,порушення земель,	Знесення вітром дрібнозему, зменшення ґрунтової товщі, зміни мікроагрегатного гранулометричного складу ґрунтів, втрати гумусу і поживних речовин, падіння родючості, утворення наносів дрібнозему і похованих ґрунтів.	Вкорочений ґрунтовий профіль, зменшення або повна втрата верхнього гумусового і перехідних горизонтів, наявність наносів дрібнозему.
Дегуміфікація		
Недостатнє внесення органічних добрив; інтенсивний обробіток ґрунту; необґрунтоване поглиблення орного шару; відчуження з поля нетоварної частини врожаю; внесення високих норм фізіологічно-кислих добрив; підсилення процесів ерозії та дефляції; необґрунтована структура посівних площ; недостатні площі посівів багаторічних трав і ін.	Зменшення вмісту і запасів гумусу в ґрунті; зниження протиерозійної стійкості, падіння потенційної та ефективної родючості.	Освітлення верхнього гумусовоакумулятивного горизонту; розпилення структурних окремостей; ущільнення ґрунту.

Продовження таблиці 10

1	2	3

Кислотна деградація (декальцинація)		
Випадання кислих атмосферних опадів; довгострокове внесення фізіологічнокислих мінеральних добрив; низький рівень застосування органічних добрив та хімічних меліорантів	Зміни у складі ґрунтового вбирного комплексу; підвищення вмісту обмінних катіонів H^+ та Al^{3+} ; втрати гумусу; зниження pH ґрунту	Освітлення верхнього горизонту ґрунту; поява бороршнистої крем'янки на структурних окремостях; зниження лінії скипання від 10% HCI
Вторинне осолонцювання		
Тривале зрошення слабомінералізованими лужними водами, які містять вільну соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію у сольовому складі.	Содонагромадження (карбонати та бікарбонати натрію і магнію); зміни в складі увібраних катіонів; накопичення обмінного натрію; втрати гумусу; підвищення pH ґрунту.	Освітлення верхнього горизонту; поява брилистості, злити- зація горизонтів; підвищення щільності та твердості ґрунту, здатності до набрякання і прилипання; поява глянцевих плівок по гранях структурних окремостей.
Вторинне засолення		
Підняття рівня мінералізованих підґрунтових вод вище критичного; полив мінералізованими водами.	Соленагромадження (сульфати і хлориди натрію, магнію, кальцію).	Вицвіти солей на поверхні ґрунту або поверхні структурних окремостей; утворення ґрунтової кірки та брилистої структури
Агрофізична деградація		
Повсюдне застосування глибокої полицевої оранки без врахування генетичних особливостей ґрунтів; застосування важкої техніки; колісних тракторів на сільськогосподарських роботах; недостатня кількість органічних добрив; порушення технологій вирощування сільськогосподарських культур.	Втрата агрономічно-цінної структури; розпилення ґрунту; утворення плужної підошви; зниження водопроникності; ущільнення ґрунту; погіршення водно-повітряного режиму; зменшення протиерозійної здатності; зниження родючості.	Поява брилистості; наявність плужної підошви; підвищена щільність орного шару; застоювання води на поверхні ґрунту після опадів; утворення кірки
Підтоплення прісними водами (заболочування)		
Підтоплення земель; підняття рівня прісних підґрунтових вод вище критичних значень.	Збільшення вологонасиченості ґрунтів; оглеєння генетичних горизонтів; оторфовування рослинних решток; розвиток відновних процесів.	Високий рівень підґрунтових вод; застоювання води на поверхні ґрунту; злитизація; поява ознак оглеєння генетичних горизонтів; утворення оторфованого горизонту на поверхні ґрунту.
Забруднення важкими металами		
Забруднення навколишнього середовища промисловими викидами і відходами.	Нагромадження в ґрунтах важких металів; втрати гумусу; погіршення агрегатного стану ґрунтів, водного і повітряного режимів; падіння біологічної активності; втрата протиерозійної здатності.	Наявні руйнування ґрунтових агрегатів; розпилення ґрунтів.

Антропогенна деградація часто протікає за певним типом генезису ґрунтів: опідзолення, осолонцювання, засолення тощо. Посилюючи ці природні процеси, вона відрізняється великою швидкістю трансформації мор-

фологічних ознак, складу і властивостей ґрунтів. Наслідком цих процесів є втрата потенційної і ефективної родючості. Відзначені зміни відбуваються у короткий період часу, що не властиво нормальній течії процесів ґрунто-утворення. В окремих випадках внаслідок деградації ґрунти можуть бути віднесені до нижчого ступеня генетичної класифікації, або іншого класу за гранулометричним складом, мірою кислотності, лужності тощо. Деградовані ґрунти інколи зберігаючи зовнішні морфологічні ознаки будови, набувають настільки незадовільних властивостей, що взагалі стають непродуктивними. До таких, наприклад, належать ґрунти забруднені радіонуклідами, важкими металами, нафтою, отрутохімікатами. Повністю деградовані забруднені ґрунти з поверхні набувають вигляду «техногенної пустелі» позбавленої рослинності.

Діагностичні критерії деградації ґрунтів

Для вибору найбільш ефективних заходів поліпшення або підтримання властивостей ґрунтів у сприятливому інтервалі значень необхідно визначити ступінь їх деградації. Для цього використовують діагностичні критерії ступеня деградації (табл. 11).

Таблиця 11.

Діагностичні критерії деградації ґрунтів
(Узагальнені дані науково-дослідних установ України)

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слаба, до 10	Середня 10-50	Сильна 50-90	Повна 90-100
Водна ерозія і дефляція				
Відсутні генетичні горизонти	змито або дефльовано 1/2 Н чи НЕ	змито або дефльовано понад 1/2 або весь Н чи НЕ	змито або дефльовано Н, НР чи НЕ, Е і частково Ph чи І	змито або дефльовано Н, НР, Ph чи НЕ, Е, І
Дегуміфікація				
Зменшення вмісту гумусу, % від похідного	до 20	20-40	40-60	>60
PCa	2,4-2,6	2,6-2,8	2,8-3,0	>3,0
aCa^{2+},мг-екв/л	8-5	5-3	3-1	<1
Вміст обмінних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту				
Ca^{2+}	15-10	10-5	5-2,5	<2,5
Mg^{2+}	3-2	2-1	1-0,5	<0,5
Сума увібраних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту	20-15	15-10	10-5	<5
Вторинне підкислення				

рНксІ $H_г$, мг-екв на 100 г ґрунту	5,5-5,0 3-4	5,0-4,5 4-5	4,5-4,0 5-6	<4,0 >6
Вторинне підлуження (осолонцювання)				
Вміст обмінного натрію, % від ЄКО рН водний Вміст Na_2CO_3 у водній витяжці, % Співвідношення aNr/VaCa	1-3 7,5-8,0 0,01-0,05 0,5-1,5	3-6 8,0-8,5 0,05-0,1 1,5-3,0	6-10 8,5-9,0 0,1-0,3 3,0-6,0	>10 >9,0 >0,3 >6,0
Вторинне засолення				
Вміст сухого залишку (%) у водній витяжці при типі засолення: хлоридно-содовий і содово-хлоридний сульфатно-содовий і содово-сульфатний хлоридний сульфатно-хлоридний хлоридно-сульфатний сульфатний	 0,15-0,25 0,15-0,25 0,15-0,3 0,2-0,5 0,25-0,4 0,3-0,6	 0,25-0,4 0,25-0,5 0,3-0,5 0,5-0,6 0,4-0,7 0,6-1,0	 0,4-0,6 0,6-0,7 0,5-0,8 0,6-1,0 0,7-1,2 1,0-2,0	 >0,6 >0,7 >0,8 >1,0 >1,2 >2,0
Агрофізична деградація				
Структурно-агрегатний склад, % повітряно-сухі агрегати розміром 0,25-10 мм водостійкі агрегати розміром понад 0,25 мм Рівноважна щільність, г/см^3 піщані та супіщані суглинкові та глинисті Водопроникність за першу годину, мм	 75-60 45-35 1,3 1,4 100-50	 60-50 35-25 1,3-1,5 1,4-1,6 50-30	 50-30 25-25-15 1,5-1,7 1,6-1,8 30-10	 <30 <15 >1,7 >1,8 <10
Виснаження ґрунту на поживні речовини				
Вміст поживних речовин, мг на кг ґрунту: Азот легкогідролізованих сполук за: Тюриним-Кононовою Корнфілдом Рухомі фосфати за: Кірсановим Чирікоовим Мачигіним Обмінний калій за: Кірсановим Чиріковим Мачигіним	 40-30 150-100 50-25 50-20 15-10 80-40 40-20 200-100	 30-20 100-50 25-15 20-10 10-5 40-20 20-10 100-50	 20-10 50-25 15-5 10-5 5-3 20-10 10-5 50-25	 <10 <25 <5 <5 <3 <10 <5 <25

Забруднення важкими металами				
Валовий вміст металів, мг на кг ґрунту:				
Кадмій	1-2	2-5	5-10	>10
Нікель	100-150	150-300	300-600	>600
Цинк	150-200	200-500	500-1000	>1000
Мідь	100-150	150-250	250-500	>500
Свинець	100-150	150-500	500-1000	>1000
Ртуть	1-2	2-5	5-10	>10
Забруднення пестицидами				
Вміст пестицидів в ґрунті	1-2 ПДК	2-5 ПДК	5-10 ПДК	>10 ПДК
Забруднення нафтою				
Вміст бітумізованих речовин, % від маси ґрунту	до 1	1-2,5	2,5-3,7	3,7-5,0
Сульфатно-хлоридний сухий залишок, %	-	-	до 1	понад 1
Підтоплення прісними водами (заболочування)				
Рівень ґрунтових вод, см	250-150	180-120	120-60	з поверхні
	глеюваті	глейові	сильноглейові	Болото, повне водонасичення; наявність торфового горизонту, оглеєння в усьому профілі
Коефіцієнт заболочування, К = Fe/Mn	7-10	10-30	>30	
Забруднення радіонуклідами				
Вміст ^{137}^, Кі-км"^{2}	до 40	40-80	>80	

1.3.Моніторинг як новий тип контролю стану ґрунтів

Медведєв В.В у своїй праці [117] вказує, що незважаючи на очевидну необхідність налагодження систематичних спостережень за змінами властивостей ґрунтів з метою вироблення ефективних і безпечних технологій землекористування, моніторинг усе ще не став актуальною потребою держави. В Україні є різноманітний досвід дослідження ґрунтового покриву - суцільне ґрунтове обстеження, агрохімічна й технологічна паспортизація, земельний кадастр, зонування, різноманітні види агрорайонування, а в останні роки - сертифікація, однак безсумнівні переваги моніторингу, як джерела найбільш об'єктивної й оперативної інформації про стан ґрунтового покриву, на жаль, ще не усвідомлені.

Медведєв В.В. вказує , що ще в 30-і й у післявоєнні роки минулого сторіччяздійснювались вибіркові ґрунтові обстеження окремих територій, аособливо детально - у регіонах вирощування цукрових буряків (1949-1954 рр.) Суцільне ґрунтове обстеження, як відомо, було здійснено у 1957-1961рр., агрохімічна паспортизація веде свій початок з 1965 р., а моніторинг (на постійних майданчиках) цією же агрохімічною службою проводиться з 1974 р., а гідрогеологомеліоративними лабораторіями Держагентсва з водного господарства на зрошуваних і осушуваних площах з 1996 р. В 70-і роки минулого століття проведено технологічну паспортизацію полів, що включала вимірювання питомого опору ґрунтів за оранки , визначення конфігурації полів, їхніх ухилів, експозиції, площрізного роду перешкод і інших особливостей, важливих для планування ресурсів, агрегатування знарядь, норм виробітку й оплати праці. Ці ж матеріали знайшли широке застосування в конструюванні ґрунтообробних машин, обґрунтуванні їхніх міцностних і ергономічних параметрів.

До цього переліку варто додати спеціальні ґрунтові обстеження - меліоративне в районах майбутнього будівництва зрошуваних і осушуваних масивів, обстеження урбанізованих територій, для цілей точного землеробства, дистанційне зондування (багатоканальний спектральний, радіолокаційний, електромагнітний і інший види сканування, аерофотознімання), а також ґрунтові обстеження у складі геологічних, геохімічних, інженерно-будівельних і інших вишукувань.

На жаль, більшість обстежень не були суцільними, не мали обов'язкових для сучасних спостережень точних географічних координат. Відзначалася розмаїтість програм супутніх спостережень, у той час практично не було стандартних методів. Все це, зрозуміло, обмежувало прикладні аспекти використання отриманої інформації і можливість формулювання обґрунтованих оцінок про стан і динаміку властивостей ґрунтів в умовах антропогенного навантаження Наявні в той час висновки про сутність антропогенної еволюції ґрунтів базувалися в основному на спостереженнях у

тривалих стаціонарних дослідах. Ці висновки давали багато цінної інформації про спрямованість еволюції ґрунтів у різних умовах, однак мали дуже обмежене значення для планування конкретних робіт для управління родючістю ґрунтів і їх меліорації.

У табл. 12 наведено коротку характеристику деяких (що застосовувалися раніше, або застосовуються сьогодні) методів обстеження ґрунтового покриву. Як видно, кожний зі згаданих методів має свою мету, способи обстеження, набір індикаторів, число пунктів контролю, періодичність спостереження. Найбільш близька до цілей моніторингу агрохімічна паспортизація, однак і вона контролює лише порівняно невеликий перелік показників поживного режиму ґрунтів і деяких забруднювачів і тому не дозволяє певною мірою судити про зміни ґрунтів під дією діяльності людини.

Зокрема, такі розповсюджені в Україні процеси як водна й вітрова ерозія, фізична деградація, особливо переущільнення кореневмісного шару під впливом машинно-тракторних агрегатів, трансформація структурного стану, біологічні й багато інших процесів агрохімічна паспортизація не контролює. Тому, коли агрохімічну паспортизацію дорівнюють до моніторингу, це не правильно. Паспортизація може стати моніторингом, якщо істотно розширити число вимірюваних показників і проводити спостереження на постійних майданчиках, тобто, не маршрутним методом без прив'язки

Таблиця 12. Основні відміни моніторингу віл інших методів обстеження ґрунтового покриву (Медведєв, 2012)

Порівнювані показники	Моніторинг	Ґрунтове обстеження	Агрохімічна паспортизація	Технологічна паспортизація	Земельний кадастр	Сертифікація
Мета обстеження	Спостереження за природною й антропогенною еволюцією	Створення базової картографічної і аналітичної інформації	Контроль родючості ґрунтів і якості с.-г. продукції	Визначення класу поля для планування ресурсів, нормування машинно-тракторних операцій і оплати праці	Фіксація границь земельної ділянки і якості ґрунтів	Визначення категорії земельної ділянки за придатністю для використання і основні рекомендації з екологічно безпечного й ефективного господарювання
Метод обстеження	Нерегулярна мережа постійних майданчиків з урахуванням особливостей ландшафту, землекористування, типів ґрунтів, або рендомізована (регулярна) мережа	Мережа розрізів і прикопок, закладена з урахуванням рель'єфу і ландшафту	Маршрутний метод відбирання проб ґрунту з орного і підорного шарів	Наявність наявних карт і минулих обстежень, огляд поля, проведення динамометричних або подібних обстежень	Аналіз матеріалів минулих обстежень, у тому числі, агрохімічної паспортизації	Аналіз матеріалів минулих обстежень, особливо, матеріалів внутрішньо-господарського землевпорядкування
Число прикопок, розрізів або майданчиків для відбирання проб	Незначне	Число розрізів встановлюється залежно від масштабу зйомки	Значне	Незначне	Проби не відбирають	Проби на відбирають
Кількість індикаторів контролю	Значна	Обмежена	Обмежена	Обмежена	Обмежена	Обмежена
Інтервал між обстеженнями	5-10 років	15-20 років	5-10 років	У міру зміни землекористування	5-10 років	У міру зміни землевпорядкування

відбирання зразків до точних координат місцевості, а в чітко фіксованих місцях з відомою історією антропогенного впливу.

Варто особливо підкреслити значення суцільного ґрунтового обстеження для моніторингу. Тільки за наявності точних карт ґрунтів можна раціонально розмістити на території пункти контролю, особливо, якщо використовується нерегулярний метод. Це надзвичайно важливий етап планування робіт, тому що майданчики моніторингу стають постійними об'єктами для спостережень, принаймні, на кілька десятиліть. Наприклад, у Великобританії і Швеції моніторингові майданчики розраховані на 100 років спостережень. Помилки у визначенні приналежності ґрунтів до певної таксономічної класифікаційної одиниці тут не повинно бути. Цілком зрозуміло, що матеріали суцільного ґрунтовою обстеження 50-60 рр. минулого сторіччя, які сьогодні є в Україні, навряд чи придатні для цих цілей. Це твердження є справедливим для багатьох регіонів України, але особливо актуальним - для регіонів, що потерпають останніми роками від підвищеного антропогенного пресу на ґрунтовий покрив.

Не менш важливим, однак є те, що моніторинг ґрунтового покриву, навіть за умови, що він буде проводитися методично правильно й регулярно, не може замінити інші методи контролю, наприклад, технологічну паспортизацію. Адже встановлення конфігурації поля, його викривленості, скошеності, строкатості, куту нахилу, наявності різноманітних перешкод, висоти над рівнем моря, величини питомого опору ґрунту, які в процесі моніторингу вимірювати не передбачається, украй важливі для планування витрат пально-мастильних матеріалів, агрегатування знарядь, вибору сили тяги трактору на гаку, об'єктивного планування норм виробітку й оплати праці.

Рівною мірою це стосується й агрохімічної паспортизації, тому що така її мета, як рекомендації про найбільш прийнятний рівень застосування органічних і мінеральних добрив, вибір раціональних способів хімічної меліорації й багато що ще з матеріалів моніторингу безпосередньо не

випливають, а вимагають специфічних методів дослідження. Наприклад, контролю поживного режиму безпосередньо під час вирощування сільськогосподарської культури або проведення агрохімічного досліду з добривами.

Тому доповнення моніторингу іншими видами обстеження зробить землекористування екологічно безпечним і економічно ефективним.

Чим точнішими будуть карти ґрунтів, тим об’єктивнішими будуть матеріали, на основі яких опрацьовується зонування (визначення категорії ґрунтового покриву за придатністю для того або іншого виду землекористування), районування (поєднання однотипових за властивостями і змістом агротехнологій ґрунтових контурів), заходи з охорони ґрунтів і всі інші рекомендації.

У свою чергу проведення повноцінного моніторингу разом з агрохімічною і технологічною паспортизаціями створить сприятливу основу для земельного кадастру (облік кількості і якості земельних ресурсів), сертифікації земель (ефективне й екологічно безпечне використання земель відповідно до їхньої категорії), бонітування і порівняльна оцінка продуктивної функції ґрунтів) і об’єктивного визначення інвестиційної привабливості земель.

Таким чином, моніторинг є самостійним видом обстеження ґрунтового покриву, що характеризується цілком певними методичними особливостями - широким переліком критеріїв, чіткими просторовими одиницями, на яких здійснюється вимірювання, обов'язковою й суворою періодичністю їх проведення, специфічністю цілей і кінцевих результатів. У комплексі з іншими видами обстеження ґрунтового покриву він дозволяє домогтися найкращих економічних результатів і, головне, зберегти ґрунт для майбутніх поколінь.

1.4. Методологія моніторингу

1.4.1. Організація та мережі

На думку В.В. Медведєва [117], моніторинг можна організувати декількома способами. Перевагу варто віддати ієрархічно супідрядним структурам, що одержують бюджетні асигнування і є незалежними від відомств (так, зокрема, функціонує моніторинг у рамках державної охорони земель у США). Служба моніторингу ґрунтів у цьому випадку є самостійною державною організацією, що періодично інформує про стан ґрунтів лише конгрес (парламент) країни або виконавчі органи місцевої влади. Така структура моніторингу повинна мати єдиний управлінський і методичний центр, обладнаний сучасним зв'язком з регіональними (обласними) центрами. У структурі останніх є аналітичні лабораторії для польових (стаціонарних і експедиційних обстежень) і камеральних робіт. Первинними одиницями моніторингу є стаціонарні пункти, на яких силами регіонального (обласного) центру здійснюються польові спостереження і відбираються проби ґрунту, вод, рослинності й (якщо буде потреба) тваринницької продукції для наступного аналізу в лабораторії. Потрібно думати, що така проста, фактично лише 2-ланкова структура служби моніторингу (регіональна лабораторія - центр) забезпечить гнучкість і ефективність її функціонування й керування.

Інший можливий спосіб організації полягає в тому, що служба моніторингу базується на відомчих структурах. Аналіз їхніх функціональних можливостей свідчить про те, що мережа таких установ досить широка й охоплює всі найважливіші ґрунтові провінції України.

Найбільший інтерес для цілей ґрунтового моніторингу представляє Державний центр охорони родючості ґрунтів при Міністерстві аграрної політики й продовольства, що має мережу обласних проектно-дослідницьких лабораторій. З періодичністю один раз у 5 років ними обстежується кожне поле на вміст поживних речовин (N,P,K), реакцію ґрунтового розчину (pH), уміст гумусу й інші показники. Крім того, лабораторії проводять токсикологічний контроль залишкових кількостей пестицидів у ґрунті,

рослинах і ґрунтових водах, а також умісту важких металів і радіоактивних елементів. Необхідно підкреслити, що всі лабораторії досить добре оснащені устаткуванням, мають цілком кваліфіковані кадри, здатні виконати необхідний обсяг аналітичних робіт, передбачених програмою моніторингу.

Спостереження за динамікою ряду ґрунтових показників здійснюються службою гідрометеорології і контролю природного середовища, станції і пости якої розташовані у всіх областях країни. На цих об'єктах ведуться спостереження не тільки за метеорологічними показниками, але й контролюється кількість токсичних компонентів в атмосфері міст, у водних джерелах, визначається вологість ґрунту.

У країні є землевпорядна служба, що виконує всі роботи, пов'язані з обліком трансформації земельних ресурсів: розробку схем використання земель, внутрішньо- і міжгосподарського землевпорядкування, проектів відводів земель, сільськогосподарського освоєння, рекультивації, протиерозійних заходів, гідротехнічних споруд, землювання і культуртехнічних робіт, виконує роботи із земельного кадастру, державного обліку, геоботанічного й ґрунтового обстежень.

Гідрогеологомеліоративна служба Держагенства з водного господарства України в складі 9 експедицій здійснює у степовій зоні спостереження за водним і сольовим режимом ґрунту, контролює рівень залягання й хімізм підґрунтових вод, проводить дослідницьку робочу і обґрунтування систем і способів зрошення, визначення його впливу на властивості ґрунтів, на гідрологічну обстановку зрошуваних територій має більше 300 сольових стаціонарів з лізиметрами й регульованим рівнем підґрунтових вод. У поліській зоні ця служба веде спостереження за рівнем підґрунтових вод, розробляє наукові й практичні питання осушення й підвищення родючості осушених ґрунтів, а також виконує оцінку темпів спрацювання осушених торфовищ.

На жаль, найбагатший матеріал, одержуваний експедиціями, використовується тільки для планування реконструкції зрошувальної дренажної мереж.

«Укргеологія» має 3052 пункти спостережень за якістю і рівнем підґрунтових вод першого від поверхні водоносного горизонту На 966 пунктах, крім загальних спостережень за рівнем вод, вивчається і їхній хімічний склад. На основі наявних даних розроблено карту забруднення підземних вод за рахунок промислових і сільськогосподарських джерел.

Мережа санітарно-епідеміологічних станцій Мінохорони здоров'я України веде контроль і гігієнічне оцінювання продуктів харчування на вміст агрохімікатів і пестицидів у навколишньому середовищі (повітрі, воді і ґрунті). Інформація мережі може бути врахована для наукового обґрунтування системи добрив і інших агрохімікатів, для вирощування біологічно чистої продукції.

Значну інформацію про вплив хімізації на агрохімічні характеристики ґрунту й урожай сільськогосподарських культур одержують на об'єктах Держсортовипробування, на яких, як правило, рівень застосування добрив і агротехніка вищі, ніж у навколишніх підприємствах. Сортовипробувальні ділянки можна використовувати в системі об'єктів моніторингу як окультурені ґрунти.

Україна належить до таких країн, ґрунти яких сильно потерпають впливу промислових викидів. Особливо небезпечними забруднювачами, техногенного походження є важкі метали, вміст яких повинен нормуватися стосовно до ґрунту й рослин. З урахуванням техногенних навантажень повинні бути намічені контрольні спостереження за зміною концентрації важких металів у ґрунті й рослинах.

На території України майже в кожному обласному центрі функціонують науково-дослідні, навчальні інститути (університети), обласні сільськогосподарські дослідні станції, які проводять дослідження із

широкого кола проблем, пов'язаних з родючістю ґрунту. Стаціонарнідосліди цих установ доцільно включити у мережу об’єктів моніторингу.

Еталонами природних ґрунтів можуть служити заповідники, як найбільш екологічно чисті об'єкти.

Таким чином, аналіз функціональних можливостей існуючої мережі установ України свідчить про наявність в країні значного інформаційного матеріалу про зміну властивостей ґрунтів і елементів їхньої родючості під виливом антропогенних навантажень, однак ця інформація розпорошена між відомствами, отримана за допомогою різних методик, тому часто не піддається узагальненню, що зменшує можливостіїї ефективного використання.

Назріла нагальна потреба скоординувати дослідження всіх вище перерахованих установ на основі єдиної комплексної системи спостережень, оцінки й прогнозу змін стану ґрунтового покриву для цілей управління родючістю ґрунтів, що може стати основою державної системи ґрунтового моніторингу.

Мережі

У практиці європейських країн використовують два способи розміщення спостережних майданчиків моніторингу ґрунтового покриву: регулярний і нерегулярний [117]. Перший з них застосовують в Австрії (перший тур вимірювань провели в мережі з декількох тисяч постійних майданчиків з відстанню між ними в 11, а в деяких регіонах 4 і навіть 1 км), Румунії (960 об’єктів у вузлах мережі 16 х 16 км), Франції (2100 у вузлах мережі 16 х 16 км), Швеції (24000 з різними відстанями між ними залежно від рельєфу). Другий спосіб використовують у Норвегії й Великобританії (по 13 майданчиків), Італії (27), Німеччині (близько 800), Чехії (257). Другий спосіб припускає репрезентативне (пропорційне) відбиття в оцінках стану ґрунтів топографічних, кліматичних і господарських особливостей території.

Як видно, способи розміщення й кількість об’єктів у європейських країнах різні. Більше - у північних країнах, в основному, у зв’язку і домінуванням південно-східних вітрів і формуванням тут аеральних відкладів і підвищеного ризику забруднення ґрунтів і поверхневих вод.

З огляду на значну строкатість природно-господарських умов України, представляється можливим використовувати обидва способи розміщення мережі об’єктів моніторингу ґрунтів.

Регулярний спосіб рекомендується використовувати для великих територій з відносно вирівняними умовами клімату, рельєфу й однотипною господарською спеціалізацією. Параметри такої мережі можуть змінюватися залежно від ступеня неоднорідності території й масштабу кінцевої картографічної інформації. Це питання може бути вирішено із залученням кількісних показників неоднорідності рельєфу, ґрунтового покриву, ландшафту, землекористування, проявів деградаційних процесів і екологічних загроз. Чим вище строкатість перерахованих критеріїв, тим вище щільність мережі спостережень. Для оцінки неоднорідності можна скористатися різними методами (В.М. Фридланд, 1972). Регулярний спосіб краще враховує вимоги і геостатистичного аналізу. За наявності даних, отриманих у регулярній мережі, набагато простіше й об’єктивніше здійснюється картографування. Разом з тим, виникають певні труднощі в розміщенні об'єктів моніторингу в екологічно небезпечних, а також неоднорідних у природному й господарському відношеннях територіях. У цих випадках щільність мережі й, відповідно, витрати на ведення моніторингу зростають. У цілому ж регулярний спосіб допускає незалежність вибору об'єктів від типу ландшафту, типу ґрунту, землекористування й екологічних загроз.

Варіантом цього способу є векторний, коли об’єкти розміщують за певними напрямами від джерела забруднення на деякій відстані одна від іншої. Саме так побудовано мережу точок контролю забруднення ґрунтів після аварії на Чорнобильській АЕС.

Нерегулярний спосіб означає вибір об’єктів за принципом типовості природних і господарських особливостей. Мережу спостережень і відбирання зразків за цього способу організовують з урахуванням ландшафтів (автоморфні, транзитні й акумулятивні), систем землекористування (ліс, рілля, заплава, меліоровані й не меліоровані ґрунти), стану ґрунтового покриву (деградовані або окультурені варіанти). Як об'єкти моніторингу в цьому способі виступають типи, підтипи, види й різновиди ґрунтів, які в максимальній (і пропорційній) мірі відбивають рівні антропогенних навантажень. Нерегулярний спосіб дозволяє використовувати як об'єкти моніторингу території, які прилягають до джерел різноманітних викидів промислових підприємств, відкритих гірських розробок, об’єктів акумулювання стічних вод, військових полігонів і інших. Таким чином, нерегулярний спосіб дозволяє, з одного боку, адаптувати майданчики до типових ландшафтів, різноманітних типів землекористування, структури ґрунтового покриву, а з іншої, - до джерел, які погіршують екологічну ситуацію й призводять до деградації ґрунтів.

Нерегулярний спосіб дозволяє використовувати як еталонні об'єкти ґрунти заповідників, держсортодільниць, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств, де впроваджено ґрунтозахисні системи землеробства.

Нерегулярний спосіб припускає активне використання всієї і раніше накопиченої інформації про ґрунтовий покрив. Сформувати нерегулярну мережу моніторингу можуть місцеві фахівці, які володіють відповідною атрибутивно-картографічною інформацією в детальному масштабі.

На постійних майданчиках, крім ґрунтових, бажано організувати інші спостереження (у лісах, водоймах, за підґрунтовими водами, біорізноманіттям тощо). Тоді це будуть комплексні об’єкти для спостереження за станом навколишнього середовища.

У європейських країнах використовується декілька підходів до визначення числа об’єктів і індикаторів моніторингу. Один з них можна назвати так: «мало майданчиків - багато показників». Інший - «багато

майданчиків - мало показників». І тільки в Німеччині й Швейцарії використовується найбільш досконалий підхід - «багато майданчиків- багато показників».

Число об’єктів моніторингу може бути скорочено за рахунок аналізу наявної інформації. Такий аналіз дозволить виявити репрезентативні об’єкти й ареали коректної екстраполяції даних необстежені території. З метою скорочення кількості об’єктів у прикордонних територіях має сенс зіставляти схеми мережі об’єктів у суміжних адміністративних областях. Доцільно також зіставити програми ґрунтового моніторингу з іншими програмами.

На розміщення об’єктів моніторингу впливає і ступінь попереднього знання ландшафту або структури ґрунтового покриву. Там, де про ці особливості відомо відносно небагато, часто найбільш прийнятними є статистичні підходи, хоча в цьому випадку обов’язковими є попередні дослідження для встановлення строкатості контрольованої території.

Далі розглянемо можливі способи реалізації розміщення мережі спостережень стосовно до України. Спочатку скористаємося нерегулярним способом. У ньому, як уже згадувалося, об’єктами моніторингу виступають основні типи, підтипи, роди, види й різновиди ґрунтів, які обираються у межах ґрунтової провінції й у максимальній мірі відображають мозаїчність ґрунтового покриву, всі види й рівні антропогенних навантажень. Постійними пунктами контролю є природні об’єкти (ліси або заповідники), еталонні об'єкти високого рівня сільськогосподарського використання ґрунтів (держсортодільниці, варіанти стаціонарних дослідів, поля господарств, де впроваджено контурно-меліоративну організацію території), звичайні господарства. Загальна кількість пунктів контролю, які досить повно враховують мозаїчність ґрунтового покриву й рівень антропогенних впливів в Україні, наведено в таблиці 13. З огляду на те, що для достовірної оцінки ґрунтів, і, особливо, прогнозу їхньої родючості, необхідна інформація про клімат, ґрунтотвірні породи, води (поверхневі або, у крайньому разі,

першого горизонту підґрунтових вод), кількість і якість рослинницької продукції, перераховані компоненти також потрібно віднести до об'єктів моніторингу. Такий підхід дає можливість сполучати ґрунти з іншими елементами середовища й при аналогічній розробці моніторингу фауни й флори одержувати цілісне уявлення про стан біосфери.

Таблиця 13.

Очікувана кількість об'єктів моніторингу ґрунтів в Україні за нерегулярного способу розміщення (В.В.Медведєв і ін., 1992)

Ґрунтові провінції	Площа сільгоспугідь, млн. га		Кількість ґрунтових одиниць,об'єктів контролю		Кількість пунктів спостережень в			
	усього	у т.ч. рілля	видів	різно-видів	біо-ценозах	госпо-дарст-вах	ДСД	дослід-ній мережі
Західно-поліська	1,64	0,88	30	51	34	71	10	6
Правобережно-поліська	1,60	1,09	28	42	32	56	12	6
Лівобережно-поліська	1,50	0,96	25	42	26	54	5	12
Закарпатська	0,60	0,24	15	38	15	34	2	6
Перед-Карпатська	0,61	0,36	28	64	22	46	2	9
Західно-лісостепова	2,35	2,00	41	85	29	127	18	6
Правобережно-лісостепова	7,28	6,53	45	110	35	162	22	7
Лівобережно-лісостепова	6,00	5,00	36	84	41	158	14	6
Задністровська	0,98	0,77	17	22	-	108	3	6
Правобережно-степова	3,69	3,04	19	30	2	197	9	36
Лівобережно-степова	7,69	6,30	24	39	3	323	14	136
Південно-сухостепова	4,22	3,53	28	56	10	369	8	108
Кримська	1,82	1,40	28	32	8	252	8	10
Усього	39,98	32,10	-	-	258	1957	127	354
Усього пунктів спостережень	-	-	-	-	2696			

Другий спосіб передбачає рівномірне розміщення пунктів контролю за сіткою. Якщо зневажити рельєфом (це головний фактор, що визначає відстань між сусідніми пунктами контролю) і взяти, як зразок мережу моніторингу у Франції (її територія приблизно дорівнює території України) з параметрами 16 х 16 км, то кількість пунктів контролю буде дорівнювати 2198 (табл.14).

Таблиця 14.

Очікувана кількість об'єктів моніторингу ґрунтів в Україні за регулярного способу їхнього розміщення

Природна зона	Провінція	Кількість об'єктів
Полісся	Західна	157
	Правобережна	136
	Лівобережна	98
Усього в зоні		391
Лісостеп	Західна	114
	Правобережна	379
	Лівобережна	337
Усього в зоні		830
Степ	Придунайська	27
	Правобережна	179
	Лівобережна	388
Усього в зоні		594
Степ посушливий	Придунайська	25
	Правобережна	85
	Лівобережна	59
	Північно-Кримська	55
Усього в зоні		224
Степ сухий	Присиваська	113
Карпатська гірська область	Передкарпаття	41
	Карпати	73
	Закарпаття	19
Усього в зоні		133
Кримська гірська область	Кримські гори	20
	Південнй берег Криму	6
Усього в зоні		26
Усього в Україні		2198

1.4.2. Програми і методи

За В.В. Медведєвим [117] вибір контрольованих показників визначається необхідністю повноцінно охарактеризувати провідні функції ґрунтового покриву, охопити важливі ґрунтоутворювальні й ґрунторуйнівні процеси, основні режими й характеристики ґрунтів, важливі для рослин. Стан ґрунтів вірогідно діагностується за наявності інформації про зміну структури ґрунтового покриву, трансформацію земельних угідь, оцінку темпів зміни основних показників ґрунтів (гумус, pH, ємність поглинання, фізичний, водний і поживний режими, забруднення, біологічну активність ґрунтів), оцінку інтенсивності прояву процесів ерозії, показників стану меліорованих земель (якість зрошувальних вод, рівень і мінералізацію підґрунтових вод, засоленість ґрунтів і порід зони аерації, вторинне осолонцювання, оцінку темпів спрацювання осушених торфовищ, трансформацію органічної речовини, вторинне озалізнення й ін.), а також оцінку ефективної родючості за врожайністю і якістю продукції рослинництва.

З огляду на численні й різноманітні цілі, заради яких проводиться моніторинг, необхідність повноцінного контролю продуктивних екологічних і соціальних функцій ґрунтів число показників (індикатори) у моніторингу повинне бути значним. Зрозуміло, це негативним чином вплине на вартість робіт. Крім того, не всі виконавці здатні якісно виконувати насичені показниками програми. Із цієї причини бажано в програмах виділити базові показники й додаткові показники, які можуть бути розраховані із прийнятною точністю, наприклад, за допомогою педотрансферних моделей. Так, маючи показники pH і вмісту глини можна встановити ступінь рухомості забруднювача й можливості його міграції в профілі ґрунту. У цьому випадку не знадобиться проводити громіздкі періодичні вимірювання вмісту забруднювачів в окремих шарах ґрунту й створювати лізиметричні станції, принаймні, на значній частині моніторингових майданчиків.

Варто помітити, що розрахунки вологопровідності ґрунтів педотрансферним методом тепер настільки поширені й настільки перевірені в найрізноманітніших умовах, що ними цілком можна скористатися. До речі, саме так чинять при веденні моніторингу у Бельгії [210] , що дозволяє не тільки скоротити програми вимірювань, але й кількість майданчиків.

Перш ніж включати будь-який показник у програму моніторингу, потрібно оцінити його наукову значимість, інформативність, чутливість до змін у ґрунті під впливом антропогенної діяльності ,можливості точного , доступного, швидкого й недорогого вимірювання, простоту інтерпретації. Важливо також, щоб усі співвиконавці моніторингової програми були здатні вимірювати всі базові показники. Не виключено, що деякі з них будуть користуватися іншими показниками. Для цих випадків потрібно розробити перехідні поправні коефіцієнти. Останні також можуть знадобитися, якщо в процесі моніторингу (а це дуже тривалий процес) методи будуть удосконалюватися й змінюватися.

Методи аналітичних робіт повинні бути добре обґрунтованими, детально описаними й стандартизованими. Стосовно до аналізу хімічного забруднення методи, крім того, повинні бути засновані на національних і міжнародних переліках і даних попередніх досліджень. Рівні чутливості, точності й вірогідності визначаються відповідно до границь релевантності (тобто, відповідно до варіабельності параметра й методу вимірювання).

ВУкраїні серед методів аналізу ґрунтів найбільшого поширення набули спектрометрія, потенціометрія, колориметрія, гравіметрія та атомна абсорбція. Менш поширені - радіометрія, кондуктометрія, рентгенографія, флуоресцентні методи, іон-селективні електроди. Як відзначають В.Ф. Осика й ін. [140], практично досягнута в Україні точність вимірювань у цілому відповідає міжнародним вимогам. Однак прилади й устаткування в основному встановлені більше 10 років тому й характеризуються високою зношеністю, низьким рівнем автоматизації й відсутністю необхідних комплектуючих запасних частин.

На розвиток моніторингу ґрунтового покриву й вибір індикаторівйого стану в Європі значно вплинули різного роду директиви ЄС (проприпустимі концентрації важких металів, про нітрати, про контроль виробництва, застосування стоків і відходів на сільськогосподарських угіддях і інші).

Найбільш популярні показники (індикатори), які використовуються майже у всіх країнах: загальний вуглець, макроелементи, нітрати, pH, гранулометричний склад і ємність катіонного обміну. Менш популярні - щільність будови, агрегатний склад,пористість , електропровідність, хімічний склад ґрунтових вод. Найменш використовують - фракційний склад органічної речовини, мікробіологічні показники, емісії з ґрунту, ґрунтові ензими.

На підставі пропозицій країн ЄС, що брали участь в опитуванні, проведеному Європейським агентством з навколишнього середовища, моніторинг ґрунтового покриву варто вести, використовуючи широкий набір показників. Частина з них повинна бути обов'язковою для всіх країн, частина - необов'язковою, котра відбивала б особливості ґрунтоутворення й екологічних умов окремих країн.

До обов'язкових віднесено такі показники [117]:

- характеристика місця розташування постійного майданчику, його координати, висоту, ухил, метеорологічні дані;
- загальна характеристика ґрунту - класифікаційне положення, опис профілю, гранулометричний склад;
- тип землекористування - рілля, багаторічна культура або пасовище;
- характеристика землекористування - сівозміна або вирощуванні культура, обробіток, добрива;
- вміст поживних елементів - валові й рухомі форми макро- і окремих мікроелементів;
- вміст органічного вуглецю - загального, рухомого;
- фізико-хімічні властивості – pH, ємність катіонного обміну склад поглинених основ, потреба в гіпсуванні/вапнуванні;

- гідрофізичні й фізичні властивості – вологоємність і водопропускна здатність, пористість, щільність будови, вологостійкійкість,
- фізико-механічні властивості - зусилля зсуву, здатність до ущільнення, глибина орного шару, протиерозійна стійкість;
- біологічні властивості - біорізноманіття (основні види ґрунтової фауни), біологічна активність;
- забруднення - важкі метали, органічні та неорганічні хімічніречовини, радіонукліди.

До необов'язкових (регіональних або національних) показники, які характеризують ґрунтові процеси [117]:

- опустелення - евапотранспірація або ГТК, оцінка агресивності опадів, характеристика біомаси й склад рослинного покриву, у тому числі ключових видів, деякі види специфічних рослин (бур'янів):
- підкислення - сухі й вологі кислотні опади, pH, рухомий алюміній, хімічний склад ґрунтового розчину;
- засолення - якісна характеристика зрошувальних вод, вміст солей і соди, динаміка засолення й содоутворення, вологоутримна здатність ґрунтів, електропровідність;
- вміст специфічних видів мікроорганізмів;
- евтрофікація - вологі й сухі випадання азоту, вміст доступних аміачних і нітратних форм азоту в ґрунті.

Більшість із перерахованих показників для таких країн як Австрія, Німеччина й Швеція вже в цей час становить основу системи моніторингу ґрунтового покриву, а для таких країн як Греція, Італія й Португалія, де моніторинг ґрунтів перебуває лише на етапі становлення, реалізація програми на основі широкого переліку показників, швидше за все можлива в майбутньому.

Вимоги до періодичності спостережень. В програмах моніторингу у європейських країн інтервали між турами для більшості індикаторів обрано 5 років, швидше за все, довільно, точніше, експертно. Спеціальних

досліджень на цю тему, згідно з A.R. Centile [211], не проводили. Очевидно , такі дослідження необхідні, тому що, у підсумку, можна витратити зайві кошти й час і не одержати додаткової інформації. Наприклад, агрохімічна паспортизація передбачає вимірювання вмісту фосфору в ґрунті 1 раз у 5 років. При цьому вже давно помічено цей показник досить стабільний і його вимірювати часто не потрібно. У той же час, показники забруднення піддією функціонуючих «брудних» підприємств можуть змінюватись швидше. Тому в цих випадках для прийняття оперативних рішень потрібна відповідна оперативна інформація. Крім того інтервали між турами спостережень у процесі моніторингу можуть змінюватись,наприклад, у випадку одержання негативної, екологічно тривожної інформації.

Про глибину відбирання зразків. У практиці вітчизняних моніторингових робіт використовуються різні способи відбирання зразків, принципово подібні тим, що існують у європейській практиці. Так, наприклад , в агрохімічній паспортизації зразки ґрунтів прийнято відбирати з верхнього шару, у найбільш активній його частині. Хоча такий спосіб більше орієнтований на наступне внесення добрив і меліорантів, він, у цілому, придатний і для цілей моніторингу. Розмір контрольної ділянки в агрохімічній паспортизації становить 100 м х 100 м (площа 1 га). Відбирання зразків ґрунту здійснюється з орного й підорного шарів методом конверта з 5 місць із наступним формуванням змішаної проби. Зразки рослин відбирають у фазі спілості там же, де й зразки ґрунтів.

1.4.3.Критерії оцінювання

Критерії оцінювання стану ґрунтів - найменш досліджена частина моніторингу [117]. Об'єктивні труднощі виникають через явно недостатній обсяг потрібної інформації й велику розмаїтість явищ трансформації ґрунтів залежно від сполучення природних і антропогенних процесів. У силу цього потрібні значні зусилля для вироблення регіональний критеріїв, гранично

припустимих навантажень на ґрунт і гранично припустимих концентрацій забрудників й ксенобіотиків.

Медведєв В.В. наводить приклад, отриманий на підставі узагальнення літературних джерел для чорноземних ґрунтів середнього й важкого гранулометричного складу й вирощування типових у лісостепу польових культур[117].

Критичними для чорноземів можна вважати вміст гумусу 3,0- 3,5 %, у т.ч. частини, що гідролізується, - 40 %, гідролітична кислотність -2,0-3,0 мг.-екв. на 100 г ґрунту, вміст вологостійких агрегатів - 40-45 %, загальна пористість - нижче 50 %, пористість аерації - менше 15 %, водопроникність — нижче 30 мм/год., рівноважна щільність будови в оброблюваному шарі — 1,25-1,30 г/см'. За цих параметрів навіть такий потенційно стійкий ґрунт, як чорнозем, набуває екологічно критичного стану, він не може повною мірою виконати екологічні й продуктивні функції і тому терміново потребує адекватних управлінських рішень, спрямованих на посилення екологічної стійкості як природного утворення і найважливішого об'єкта сільськогосподарської діяльності. Стосовно до моніторингу необхідно мати на увазі, що ґрунт у жодному разі не повинен мати критичних параметрів, тому що реставрувати його, хоча б до модального рівня, навряд чи можливо. Адже механізми відновлення ґрунтових характеристик (основна умова реставрації - збереження можливості до відновлення властивостей ґрунтової структури, щільності й інших) у цьому стані порушені. Для цього потрібно, з одного боку, різко зменшити й ретельно нормувати антропогенні навантаження, з іншого - підсилити дію чинників, що здатні мобілізувати ґрунт (підвищити частку культур суцільної сівби в сівозміні, поліпшити баланс біофільних елементів, мінімізувати число проходів і масу техніки, застосувати більше ґрунтозахисних елементів організації території постійної дії).

Параметри або індикатори оцінювання стану ґрунтів, які використовуються в країнах ЄС, є індивідуальними й інтегрованими (комплексними). Індивідуальні показники можуть бути корисними для

специфічних потреб окремих споживачів. Інтегровані показники поєднують доступну інформацію, отриману на основі синтезування індивідуальних показників. Це може бути інформація про якість різних категорій земель, площі деградованих і недеградованих земель, їхню частку в загальній площі угідь, схильність ґрунтів до прояву різних деградацій (втрата структури, переущільнення, осолонцювання, засолення, еродованість), площі земель, відведених під консервацію за різними причинами, кількість площ із органічним землеробством і ін.

1.4.4. Правове забезпечення, нормативи і стандартизація

Правове регулювання й стандартизація в моніторингу ґрунтів в Україні здійснюються відповідно до Земельного кодексу, законів «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням охороною ґрунтів», деяких нормативних актів і відомчих постанов. Так, Земельним кодексом передбачено розробити й використовувати і практиці землекористування такі нормативи [62]:

- оптимального співвідношення земельних угідь. Реалізація цього нормативу (а результати моніторингу будуть цьому сприяти) досягається за рахунок поступового зниження площі ріллі (яка за надмірних розмірів викликає дестабілізацію екологічної ситуації в агроландшафтах) ерозію і втрату родючості) і відповідного збільшення площі пасовищ, луків лісонасаджень, що сприяють стабілізації стану ґрунтів;
- якості ґрунтів. Параметри фізичних, хімічних і інших властивостей ґрунтів і їхні бонітети стануть важливими нормативами якості в моніторингу ґрунтового покриву;
- гранично припустимого забруднення ґрунтів. Опираючись на вже розроблені нормативи й ті, що розробляються в цей час, буде опрацьовано чіткий механізм контролю й недопущення погіршення ґрунтів техногенними забрудниками;

- показників деградації ґрунтів - також будуть задіяні і метою об'єктивного контролю якості землекористування. Показники деградації встановлюються для кожного типу і різновиду ґрунтів (насамперед враховують гранулометричний склад) з урахуванням їхньої стійкості до антропогенного впливу в процесі сільськогосподарського використання з метою усунення необоротних змін.

Крім зазначених, установлюються також різного роду обмеження або навіть заборона відносно нераціональних сівозмін, агротехнологій, надлишкової кількості агрохімікатів, технічних засобів з тиском на ґрунт, що перевищує стандарт. За порушення цих нормативів передбачаються штрафні санкції або різні види стимулювання для землекористувачів, які цих нормативів дотримуються.

Цьому ж сприяє стандартизація, що все активніше проникає в усі сфери життя країни, у тому числі в наукові дослідження, практику землекористування й, звичайно, у моніторинг. Сьогодні неможливо собі уявити будь-яку діяльність без стандартизації.

Медведєв В.В. відзначає, що процедури стандартизації є обов'язковими для всіх показників, параметри яких залежать від методу аналізу. Практично це означає, що всі фізичні, хімічні й біологічні показники, крім, мабуть, лише морфологічних, мають потребу в стандартизації перед тим, як вони будуть використані в моніторинговій роботі.

Якщо для виконання моніторингу ґрунтів буде створено нову структуру, вона повинна пройти акредитацію в Національному агентстві згідно з міжнародним стандартом ДСТУ ІСО 17025-2005 і відповідно визнати всі норми й правила в області контролю. Дотримання стандартів єдино правильна політика в моніторингу.

Регламенти для аналітичних лабораторій

Відповідно до правил, юридичну чинність для наступних оцінок стану ґрунтів мають результати вимірювань, виконаних в акредитованих лабораторіях, за атестованими методиками, із установленими

характеристиками похибок, за наявності системи контролю якості аналітичних робіт (зовнішнього й внутрішнього), одним з основних вимог якого є наявність нормативних документів, які регламентують всі етапи одержання інформації. До них віднесено такі документи: правила відбирання проб, їх транспортування й зберігання, перевірки засобів вимірювання, реактивів, посуду й інші.

Найважливіші вимоги для акредитації лабораторій - наявність трьох елементів - стандартних зразків, стандартних методик, системи контролю якості вимірювань.

Про метрологічні вимоги. У зв'язку із цим доречно процитуватидві статті закону України «Про метрологію й метрологічну діяльність» [117] :

Стаття 20. За порушення умов і правил проведення перевірки вимірювальної техніки керівники відповідних підприємств і організацій несуть відповідальність.

Стаття 41. Особи, винні в порушенні законодавства про метрологію й метрологічну діяльність, можуть притягуватися до дисциплінарної, цивільної, адміністративної і навіть до кримінальної відповідальності.

Основні вимоги до методів аналізу можна коротко сформулювати в такий спосіб: інформативність, продуктивність, точність. Припустимі і лише стандартизовані методи.

Аналітична лабораторія моніторингу повинна організовувати свою роботу з урахуванням якісних характеристик устаткування, методик і виконавців. Для аналогічних лабораторій розвинених країн характерне відновлення вимірювальної техніки приблизно за 10 років [69]. З огляду на те, що в лабораторіях України переважає застаріла техніка, стає вкрай актуальним офіційне визнання компетентності лабораторій. Останнє досягається проведенням їх систематичної метрологічної атестації. Тільки за таких умов можлива довіра до висновків про стан ґрунтового покриву за результатами моніторингу.

Стандартизація методик також повинна стати важливим інструментом

забезпечення якості аналітичних вимірювань, причому перевагу потрібно віддавати сучасним методам, гармонізованими з міжнародними. Останніми роками в Україні істотно зросла частка гармонізованих національних стандартів, що в перспективі буде сприяти міжнародному визнанню результатів аналітичних досліджень (зрозуміло, якщо нові стандарти знайдуть широке застосування).

Підвищені вимоги повинні бути поставлені до кваліфікації персоналу, що виконує аналізи. Тут також необхідна періодична атестація на право проведення робіт, ретельне виконання інструкцій, дотримання відповідного стандарту (ДСТУ/ IS0/1EC 17025-2006). На думку В.Ф. Камінського й ін. [69], засновану на вивченні міжнародного досвіду, навчання персоналу слід проводити не рідше одного разу на рік. Крім того, організовувати відвідування спеціалізованих виставок і стажування в добре обладнаних вітчизняних лабораторіях і за рубежем.

Контроль виконання робіт

В європейській практиці (наприклад, у Франції) роботи, пов'язані з виконанням моніторингових вимірювань, вважаються особливо відповідальними [117]. Не допускаються порушення методики, термінів вимірювання, неякісне або неточне їх виконання. Не допускається будь-яке перешкоджання з боку землевласника проведенню робіт. Адже майданчик для моніторингу найчастіше припадає на приватне землеволодіння (нагадаємо, що в цій країні використовується регулярна мережа з параметрами 16 х 16 км), його власник попереджається про відповідальність за збереження майданчику, встановленого на ньому устаткування так само як і за самовільне розміщення будівель. На майданчику повинна бути збережена цілісність ґрунтового покриву йхарактерний для неї тип землеробського використання протягом усього часу виконання робіт. Так, у Швеції майданчики для моніторингу передбачено безперервно використовувати протягом 100 років.

Також не допускаються будь-які викривлення, приховування інформації

про реальний стан земель або подання недостовірних даних. Передбачено навіть покарання за можливі випадки корупційних дій і боку виконавця або землевласника.

Контроль проведення моніторингових робіт здійснюється з метою виявлення помилок і їх усунення на всіх етапах - від підготовчих до завершальних, пов'язаних з оформленням результатів. Контроль може бути зовнішнім і внутрішнім. Зовнішній контроль, як правило, здійснюється керівною організацією або запрошеними фахівцями, внутрішній - шляхом повторного аналізу частини зразків.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Призначення моніторингу ґрунтів.
2. Причини необхідності створення системи моніторингу ґрунтів.
3. Наукова концепція моніторингу ґрунтів.
4. Зміст моніторингу ґрунтів.
5. Структура служби моніторингу ґрунтів.
6. Організація моніторингу, мережі, програми і методи, критерії оцінювання.
7. Чинники деградації ґрунтового покриву.
8. Причини дегуміфікації ґрунтів.
9. Сутність кислотної деградації ґрунтів.
10. Причини і наслідки агрофізичної деградації ґрунтів.

РОЗДІЛ 2. ВИДИ МОНІТОРИНГУ

2.1. Фоновий (еталонний) моніторинг

Еталон - одне з найважливіших понять у моніторингу. На думку В.В. Медведєва [117], ґрунтовим еталоном є ґрунт у вихідному стані, своєрідний відлік для всіх наступних порівнянь у процесі моніторингу. Найбільш об'єктивним, мабуть, найкращим, еталоном є цілинний, бажано абсолютно заповідний, ґрунт, у якому антропогенний вплив виключений зовсім або мінімізований. Такий об'єкт легше всього знайти серед низинних торфовищ і торф'яно-болотних ґрунтів, які зовсім не розорюються, і дуже важко - серед чорноземів типових глибоких, розораність яких досягла практично максимальних величин. Через цю причину необхідно звернутися до інших еталонів і взагалі висунути ідею про множинність еталонів у моніторингу.

Отже, кращим еталоном є цілина. Її перевагою є не тільки майже повна відсутність антропогенного впливу, але і наявність природних циклів перетворень речовин, процесів, досить висока стабільність текстурних і структурних компонентів, балансу вологи й елементів. Тому порівняння такого ґрунту з освоєним дасть обґрунтовані висновки про зміну останнього в результаті господарської діяльності.

Приблизно подібним еталоном може бути переліг за умови, що він не використовувався в ріллі не менш 20-25 років.

Через явну недостатність цілинних і перелогових аналогів найпоширенішим еталоном порівняння ми змушені обрати використовуваний в ріллі ґрунт із параметрами початкового періоду спостережень. Доречно скористатись матеріалами великомасштабного обстеження ґрунтів України 1957-1961 рр. Вони зручні, насамперед, тим, що характеризують період екстенсивного використання ґрунтів до початку інтенсивної хімізації й меліорації, що почалася, як відомо, з середини 60-х років минулого сторіччя. Ці матеріали придатні для оцінювання зміни, насамперед, морфологічної будови, текстурного, хімічного складу й властивостей, і, на жаль, не придатні

для оцінювання змін фізичних і біологічних характеристик ґрунту, відносно масові вимірювання яких почалися пізніше, у 80-ті роки.

До цього ж типу еталонів можна віднести результати 1-го туру спостережень за агрохімічними властивостями в процесі агрохімічної паспортизації земель, що почалася в середині 60-х років. Всі наступні спостереження за 2-9 тури, що тривають і в цей час, доречно порівнювати з відповідними даними 1-го туру.

Під час оцінювання забруднення ґрунтів необхідно використовувати загально визнаний еталон – кларк, або середній вміст хімічного елемента в земній корі (або, майже те саме, у ґрунтотвірній породі). Порівняння кларка з умістом елемента в ґрунті буде досить надійним критерієм наявності (або відсутності) забруднення, швидше за все, техногенного походження.

Нарешті, ще одним і, мабуть, найбільш важливим еталоном для оцінювання стану ґрунту повинні стати параметри, що характеризують вимоги основних сільськогосподарських культур до ґрунту. Це так звані оптимальні параметри, які сьогодні досить добре відомі для більшості вирощуваних в Україні сільськогосподарських культур [117].

Таким чином, як еталони для оцінки стану ґрунтів рекомендується використовувати параметри цілини, перелогу, перші спостереження на давно використовуваній ріллі, а в спеціальних випадках – параметри ґрунтотвірної породи й оптимальні параметри ґрунтів стосовно вирощуваних культур.

Еталони морфології профілю. Морфологічні ознаки профілю ґрунтів здавна були важливим джерелом інформації для інтерпретації генезису, властивостей і режимів ґрунтів, у бонітуванні, оцінюванні їхньої родючості , у ґрунтовій картографії й класифікації ґрунтів. Тип ґрунтоутворювального процесу, типи генетичних горизонтів (гумусові, елювіальні, ілювіальні, сольові, вторинно змінені під дією діяльності людини, наприклад, орний шар або плужна підошва), інтенсивність процесів і багато інших особливостей надійно діагностуються під час опису ґрунтового розрізу. У багатьох неясних випадках (наприклад, відрізнити рецентні ознаки від реліктових,

опідзолювання від лесиважу, ілювійованість від метаморфізованого перетворення маси *in situ)* виявляється корисним мікроморфологічний метод.

Морфологічні описи ґрунтових профілів, виконані під час великомасштабного обстеження ґрунтів 1957-1961 рр., - значне і цілком об'єктивне джерело еталонної інформації. Еталонний морфологічний показник (глибина гумусованого профілю) розраховано С.Ю. Булигіним і наведено у книзі В.В. Медведєва й ін. [117] (рис. 2).

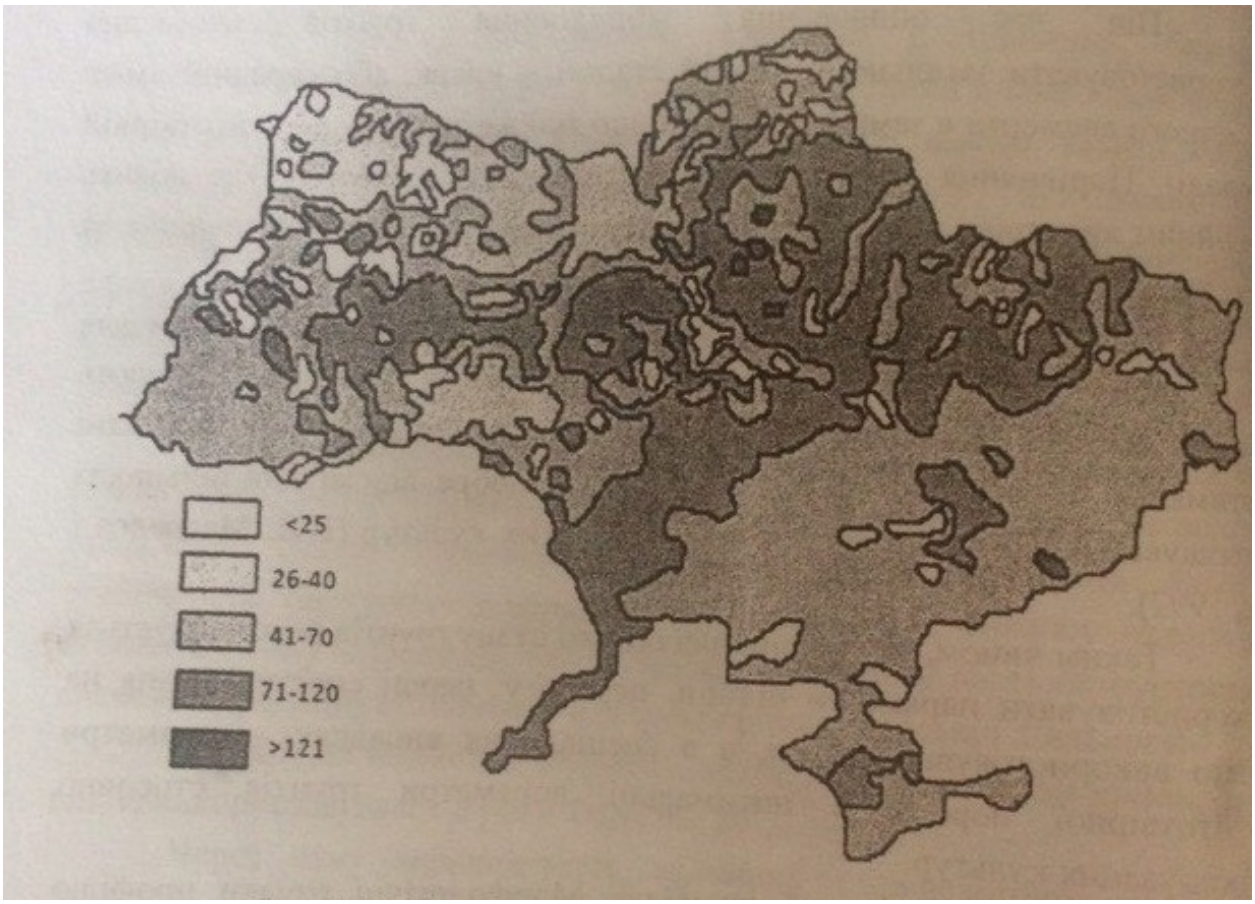

Рис. 2. Глибина гумусованого шару ґрунтів (см)
(В.В. Медведєв і ін., 2012)

Дерново-підзолисті неоглесні піщані і глинисто-піщані ґрунти відрізняються неглибоким гумусованим шаром (17-24 см). Поява ознак оглеєння супроводжується збільшенням його глибини до 26-31 см (класи <25, 26-40 см). З обважченням гранулометричного складу дерново-підзолистих неоглеєних ґрунтів до супіщаного глибина гумусованого шару збільшується до 35-45 см, а в оглеєних видах - до 35-50 см. У міру посилення

дернового процесу ґрунтоутворення глибина гумусованого профілю збільшується й становить 66-70 см у темно-сірих і чорноземів опідзолених [117]. На рис. 2 ці виділи представлено 2 і 3 класами.

У Передкарпатті, Карпатах, Закарпатті, ґрунтовий покрив яких представлений буроземами, дерново-буроземними, підзолисто-буроземними поверхнево-оглеєними. лучно-буроземними кислими ґрунтами,глибина гумусованого кореневмісного шару ґрунтів становить 41-70 см.

У зоні Лісостепу, зайнятого переважно чорноземами типовими, потужність гумусованого шару становить 71-120 см. Вона характерна й для чорноземів звичайних глибоких перехідної смуги від Лісостепу до Степу. І лише незначні площі займають ґрунти глибиною 41-70 см. Це, в основному,, темно-сірі ґрунти й чорноземи опідзолені.

Чітко виділився на карті острів сірих опідзолених ґрунтів з глибиною 26-40 см і їхніх неглибоких змитих різновидів (<25 см). Надглибокі ґрунти (більше 120 см) зустрічаються лише на неродованій Придніпровській низовині.

У Степовій і Сухостеповій зонах домінують ґрунти з глибиною гумусованого шару 41-70 см (чорноземи звичайні, звичайні неглибокі й темно-каштанові й каштанові ґрунти). Закономірно зустрічаються в виділи ґрунтів з глибиною 26-40 см і менш 25 см. Це дернові ґрунти легкого гранулометричного складу, а також різного ступеня змитості, що сформувалися на продуктах вивітрювання кристалічних порід.

Біля однієї третини площі ґрунтів України мають глибину гумусованого шару 71-120 см, приблизно стільки ж - глибину 41-70 см і глибину 26-40 см і менше 25 см.

Еталони фізичних властивостей. Пошук еталонів фізичних властивостей – досить важке завдання через те, що такі дослідження в Україні не були популярними й ніколи систематично не велися. Великомасштабне ґрунтове обстеження 1957-1961 рр. і агрохімічна паспортизація полів, що ведеться з 1966 р., вимірювання фізичних параметрів

ґрунтів не передбачали. Проте, наявні матеріали дозволяють вести мову принаймі про два типи фізичних еталонів. Один з них заснований на параметрах цілинних (перелогових) ґрунтів, інший на вивченні водно-фізичних властивостей орних ґрунтів, проведених головним чином в 60-70-ті роки у зв'язку з меліорацією й обробітком ґрунтів.

Розглянемо докладніше це питання на прикладі найбільш вивченого параметра - щільності будови. Еталони щільності будови отримані для абсолютно заповідної цілини або тривалого перелогу можуть уважатися цілком надійними. Їх порівняння з відповідні параметрами орних ґрунтів може дати винятково цінну інформацію проантропогенну еволюцію ґрунтів у сучасних умовах.

Багаторічні спостереження за щільністю будови на добре відомих об’єктах - заповідниках Асканія-Нова (Херсонська область, чорнозем південний важко-суглинковий) і Михайлівська цілина (Сумська область, чорнозем типовий середньо-суглинковий) показали такі результати. Виявилося, що досліджений показник становив у верхньому шарі 0-20 см 1,00-1,06 і 1,15-1,18 г/см^3 відповідно й мало змінювався у часі (як за роками, так і протягом сезону). Ці величини можна прийняти як фонові (еталонні, природні) показники і використовувати їх для оцінювання змін аналогічних ґрунтів під дією агрономічної практики.

Інший тип еталонних показників для орних ґрунтів запозичений з бази даних лабораторії геофізики ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського і являє собою усереднені (у близьких групах ґрунтів і за однотипного гранулометричного складу) параметри більш ніж 400 розрізів, отримані в 60-ті роки минулого сторіччя.

На рис. 3. демонструється еталон щільності будови орних ґрунтів (у стані, близькому до рівноважного). В Україні домінують ґрунти із щільністю 1,1-1,5 г/см^3. Це чорноземи типові, опідзолені, звичайні, південні, темно-каштанові, каштанові й темно-сірі опідзолені ґрунти. Значно меншу площу займають ґрунти з більш високою щільністю будови. Це дерново-підзолисті

й дернові піщані, глинисто-піщані й супіщані ґрунти, бідні на органічну речовину з високим вмістом у валовому складі $Si0_2$ (70-80 %).

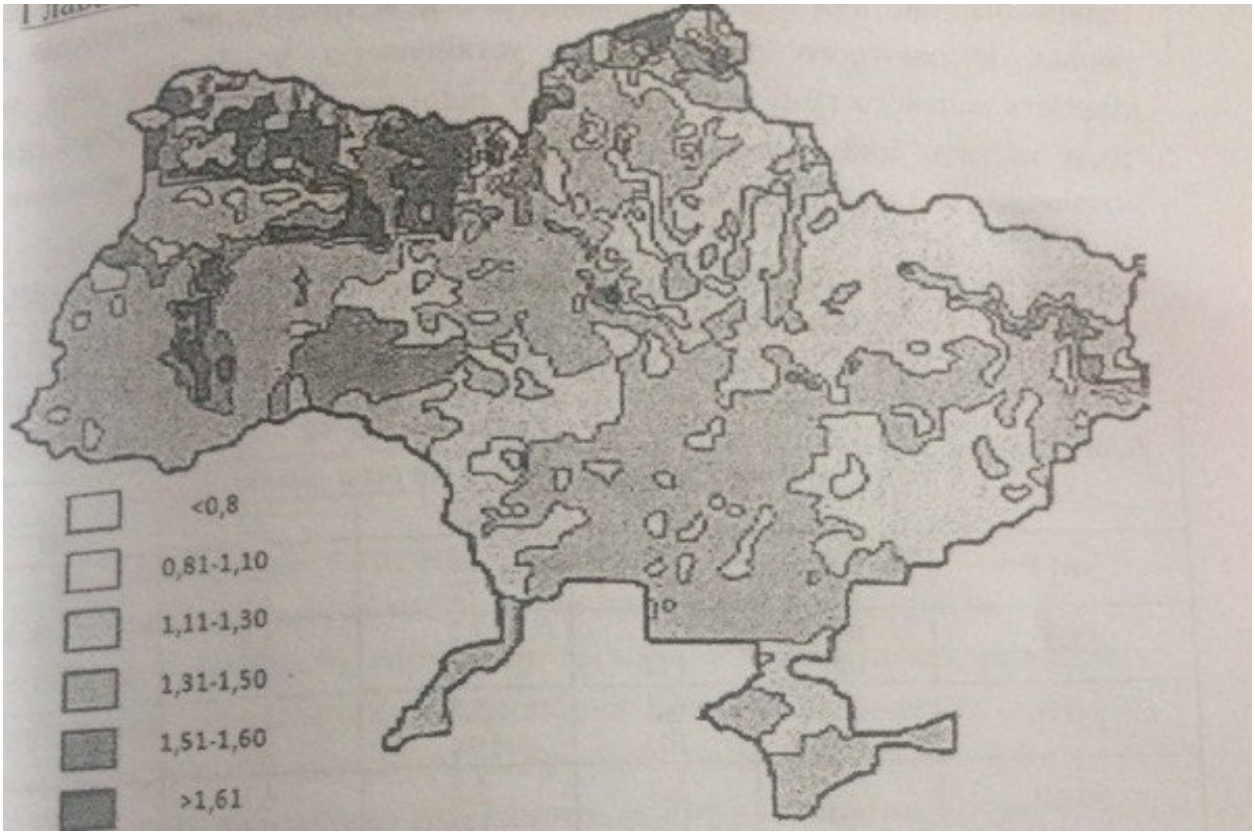

Рис. 3. Еталон щільності будови орного шару ґрунтів г/см^3
(В.В. Медведєв і ін., 2012)

Еталони хімічних властивостей **.**Валовий вміст гумусу й хімічних елементів (а саме про них буде йти мова) у цілинних умовах вивчали переважно в чорноземних ґрунтах. Найбільш значні роботи в цьому напрямі в Україні виконано під керівництвом О.М. Грінченка [36,37] . Знайдене ними значення валового вмісту гумусу в чорноземі типовому середньо-суглинковому заповідника «Михайлівська цілина» (Сумська область), у верхньому шарі (9,4%) майже цілком співпадає зі значенням , наведеним В.В. Докучаєвим [51] на його карті ізогумусових полос і встановлених понад 100 років тому (з урахуванням виправлення на різні методи) приблизно для цього ж ґрунту. В.В. Докучаєв також відбирав зразки на неорних ділянках. Із цієї причини дані О.М. Грінченка і співавт.[38] можна прийняти як такі, що характеризують природний рівноважний (стійкий) стан чорнозему,

тобто,еталонні (табл. 15). У роботі В. В. Дегтярьова (2011),виконаній значно пізніше, для верхнього шару цього ж ґрунту, що перебував в умовах абсолютного заповідання, установлено приблизно таку ж кількість валового гумусу (10,05 %). У ріллі віком понад 120 років цей ґрунт містить 5,88 % гумусу, тобто, знов-таки близько до величини установленої О.М. Грінченко й ін.

Таблиця 15.

Уміст гумусу в чорноземі типовому заповідника «Михайлівська цілина» за різних термінів використання (О.М. Грінченко й ін., 1965)

Шар ґрунту, см	Уміст гумусу, %				
	цілина	вік ріллі (років)			
		12	37	52	>100
0-12	9,4 100	7,8 83	7,3 77	5,9 63	5,5 59
12-25	6,7 100	7,5 112	7,2 107	5,8 87	5,3 79
25-35	5,9 100	6,2 105	5,8 98	5,2 88	5,2 88
50-60	3,8 100	4,5 118	4,5 118	4,1 108	4,2 111
140-150	1,3 100	1,4 108	1,4 108	1,7 131	1,4 108
Примітка: над рискою - % до маси ґрунту; під рискою - % до вмісту на цілині					

Так само може бути встановлено природний еталон вмісту гумусу для будь-якого іншого ґрунту, що перебуває в умовах цілини або тривалого перелогу.

Складніше виглядає питання із установленням еталону для ріллі. Як видно з таблиці 15, уміст гумусу змінюється залежно від віку й, як відомо, ще від великої кількості факторів (сівозміни, способу обробітку, добрив). У цих умовах зручніше за все скористатися даними про рівень вмісту гумусу, здобутими під час великомасштабного ґрунтового обстеження 1957-1961 рр. Це швидше за все проміжний , об'єктивно невизначений рівень, але все-таки

відповідний екстенсивній системі землеробства й тому придатний як вихідна оцінка для визначення наступних змін орних ґрунтів.

Дані великомасштабного обстеження неодноразово піддавалися різним обробкам (статистичним і картографічним). Деякі із цих результатів приведемо в табл. 16.

Таблиця 16

Еталонний вміст гумусу в орних ґрунтах України

Ґрунти	Уміст гумусу, % у шарі 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 опідзолені	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
Темно-каштанові	3,0	2,3	1,0	0,8	0,6	0,5	-

Вміст гумусу в ґрунтах України залежить від природної зони й обумовлений типом і гранулометричним складом ґрунтів. Гумусованість верхнього генетичного горизонту зростає від дерново-підзолистих до буроземних, опідзолених лісостепових ґрунтів, чорноземів типових і звичайних , а потім ґрунтів зменшується до чорноземів південних і каштанових ґрунтів у зв’язку зі зміною генетичних особливостей, гранулометричного складу, характеру ґрунтотвірних порід і кліматичних умов, тісно корелюючи із запасами гумусу у всьому ґрунтовому профілі.

У середньому в країні вміст гумусу на період 1957-1961 рр. складав 3,5%, у тому числі у Поліссі (з урахуванням заплавних ґрунтів) – 2,1%, Лісостепу й Степу - 3,8 %, що оцінюється як низький рівень. Заслуговує на увагу виділення ареалів з певним умістом гумусу. Ареал високого вмісту (5,5-6,5 %) включає чорноземи типові й звичайні середньогумусні важко-суглинкові й глинисті, які тягнуться смугою, утворюючи своєрідну вісь, з південного заходу на північний схід і південний схід (Одеська, Кіровоградська, Полтавська, Харківська, Донецька, Луганська області) і

перериваються долиною Дніпра в середній його течії. Північно-західна границя цього ареалу збігається зі смугоюпроходження осі барометричного максимуму (Кіровоград-Полтава-Харків). Вона ділить територію України на дві частини: північно-західну, більш вологу й прохолодну, і південно-східну, більш теплу й суху.

Найменш гумусовані верхні горизонти дерново-підзолистих піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів (1,1-1,2 %). З обважченнямгранулометричного складу до супіску вміст гумусу в орному шарі цих, ґрунтів збільшується до 1,1-1,5 %, а в Рівненській області - навіть до 1,6- 2,0 %. Проміжне положення за вмістом гумусу займають ясно-сірі й сірі лісові ґрунти (1.6-3,0 %). Посилення дернового процесу супроводжується збільшенням умісту гумусу: у темно-сірих опідзолених ґрунтах до 2,6-3,6 %, а в чорноземах опідзолених до 2,6-4,9 %. У чорноземах типових уміст гумусу в значній мірі залежить від гранулометричного складу; легкосуглинкових - 3,0-3,9 %, середньосуглинкових - 3,9-4,9 % і в, важкосуглинкових - 4,7-5,4 %, досягаючи в чорноземах середньогумусних 6,5%.

У ґрунтах, розташованих південніше границі чорноземів звичайних середньогумусних, уміст гумусу послідовно знижуєтьсяй становить: у чорноземів звичайних малогумусних і слабогумусованих 2,4-5.3 %, чорноземів південних - 2,3-4,2 %, темно-каштанових солонцюватих ґрунтів - 3,0-3,7, у каштанових солонцюватих - 2,6-2,7%. Подібним чином можна визначити еталони вмісту макроелементів. Фрагмент таблиці із шуканими значеннями валового вмісту в орних ґрунтах азоту, фосфору й калію відбито у табл. 16.

Уміст рухомих форм фосфору й калію як еталонний, як вже згадувалося, найбільш доцільно взяти з даних першого туру агрохімічного обстеження, проведеного в 1966-1970 рр. (табл. 18). Результати еталонування відбито на рис. 4 і 5.

Таблиця 16.

Еталонний валовий вміст азоту, фосфору й калію в орних ґрунтах (шар 0-30 см, фрагмент)

Ґрунти	Уміст, %		
	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 солонцюваті важкосуглинкові	0,16	0,11	2,34

Таблиця 18.

Еталонний вміст рухомих форм фосфору й калію (за Чиріковим) домінантних орних ґрунтів (шар 0-20 см, 1966-1970 рр., фрагмент)

Ґрунти	Уміст, мг/100 г 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 солонцюваті важкосуглинкові	7,3	12,0

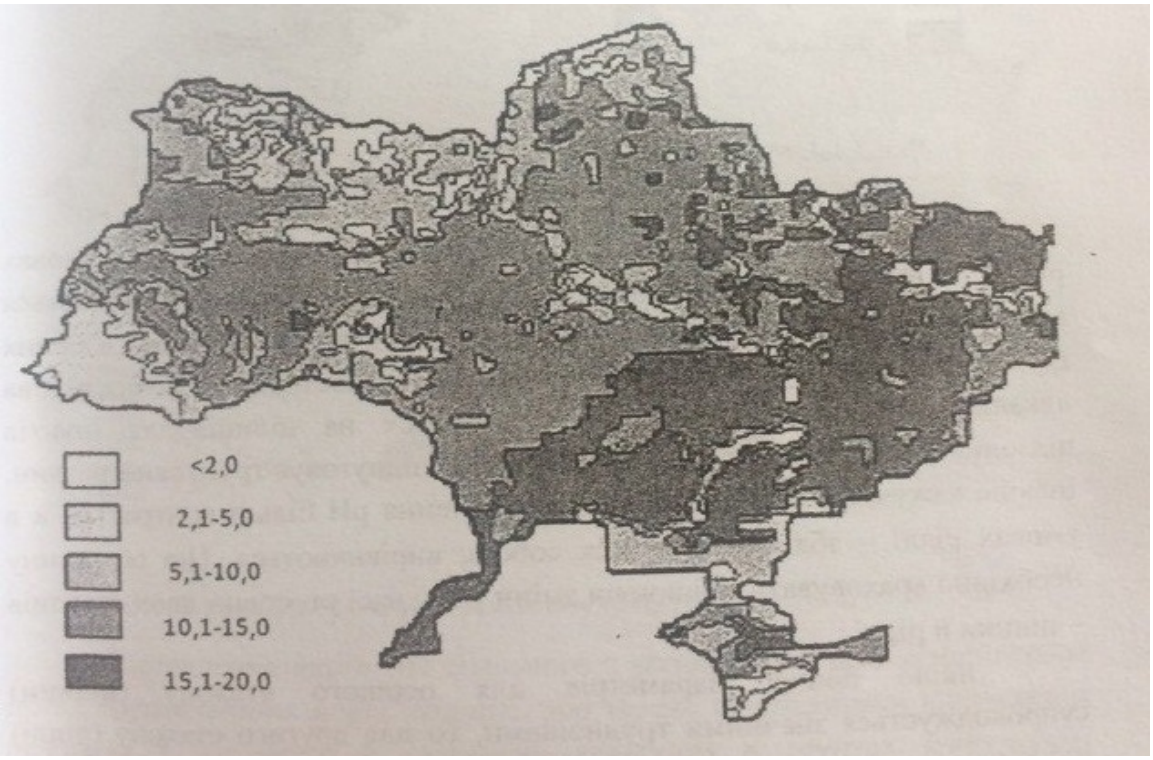

Рис. 4. Уміст рухомого фосфору в ґрунтах , мг/100г ґрунту
(В.В. Медведєв і ін., 1997)

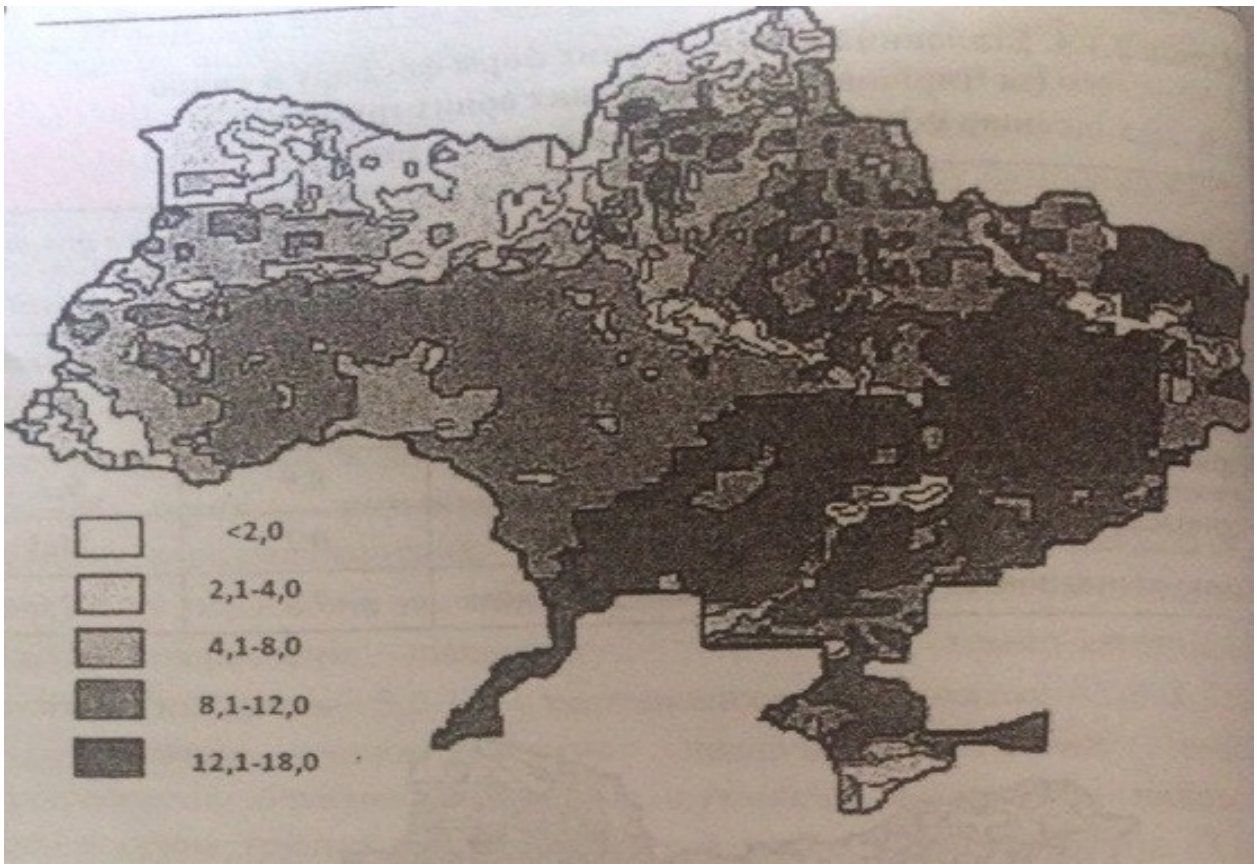

Рис. 5. Уміст рухомого калію в ґрунтах , мг/100г ґрунту
(В.В. Медведєв і ін., 1997)

Еталони фізико-хімічних властивостей. У природних умовах pH (актуальна й потенційна кислотність ґрунтового розчину) змінюється в межах країни в широкому діапазоні - від 4 до 9. Звичайно в орних ґрунтах дернового типу ґрунтоутворення, де спостерігається поступова декальцинація, реакція трохи кисліша, ніж на цілині, для ґрунтів підзолистого ряду - навпаки, оранка трохи підлуговує ґрунтовий розчин. Інакше кажучи, у природних умовах значення pH більш контрастні, а в умовах ріллі - зближаються між собою, вирівнюються. Цю обставину необхідно враховувати оцінюючи зміни pH у часі стосовно двох еталонів - цілини й ріллі.

Якщо пошук параметрів для першого еталону (цілини) супроводжується значними труднощами, то для другого еталону (ріллі) інформації цілком достатньо. pH вимірювали під час великомасштабного ґрунтового обстеження, а також систематично, кожні 5 років, починаючи з 1966 р. під час агрохімічної паспортизації полів. У результаті був накопичений і

узагальнений великий матеріал [93, 94, 117], що дає можливість отримати цілком надійні еталонні параметри pH орних ґрунтів.

Показник pH залежить від багатьох умов і, головним чином, від клімату, рослинності, літологічного складу порід, напряму ґрунтоутворювального процесу й у більшій мірі, ніж інші показники властивостей ґрунтів, змінюється під впливом господарської діяльності людини. Комп'ютерна карта pH (рис. 6) складена за опублікованими даними про pH сольової витяжки.

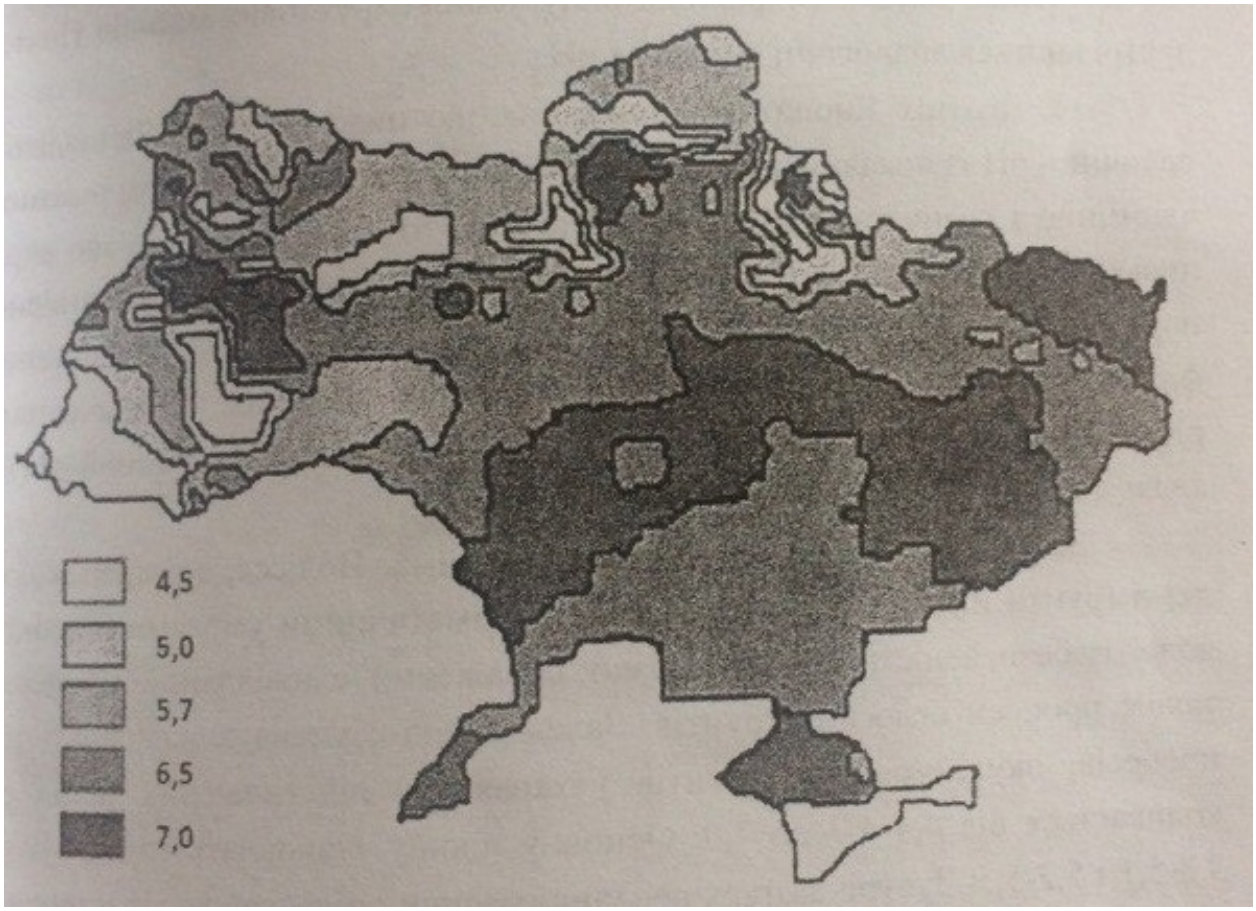

Рис. 6. Реакція ґрунтового розчину (pH) (В.В. Медведєв і ін., 1997)

Зіставлення карти pH сольового з матеріалами про літологічний склад ґрунтотвірних порід свідчить про те, що ці показники насамперед пов'язані з наявністю й глибиною залягання в ґрунтах карбонатів. Збільшення кислотності ґрунтів зони Полісся й гірської області Карпат, як правило, обумовлено безкарбонатністю порід. Однак у західних регіонах трапляються

випадки формування зональних ґрунтів на породах, багатих на вапно (крейда, мергель, вапняки). Кислотність в ґрунтах Лісостепу, розвинених на лесових породах, багатих на вуглекислий кальцій, зменшується від сильноопідзолених до слабоопідзолених лісостепових і чорноземів типових і узгоджується зі ступенем вилугуваності цих ґрунтів.

Для ґрунтів зон Степу і Степу сухого pH перебуває в межах 6,0-7,0; в інших зонах виділяються певні регіони за значеннями pH. Так, чітко виділяються зниженими значеннями pH Закарпатська низовина і Передкарпаття. Значення pH для цього регіону коливається в інтервалах 4,4-4,7. Лише в межах найбільш вилугуваних ґрунтових масивів Полісся зустрічаються аналогічні значення pH.

У ґрунтах Карпат цей показник ще нижче - <4,3. Зіставляючи величини pH із показниками гідролітичної кислотності, вмістом рухомого алюмінію і гранулометричним складом варто дійти висновку, що вкрай низькі значення pH обумовлені своєрідною літологією ґрунтотвірних порід, що сформувалися тут у ході перевідкладення й гіпергенезису флішевих порід, що переважають у гірських системах. За значеннями pHсол, як і за іншими фізико-хімічними показниками, названий регіон являє собою самостійну геохімічну провінцію.

За значеннями pH особливе місце займає Полісся, де переважають легкі ґрунти й, у зв'язку з особливими кліматичними умовами (високою вологозабезпеченістю), панує різко виражений елювіальний процес, а також процеси оглеєння ґрунтів. Залежно від ступеня вираженості цих процесів, окультуреності ґрунтів і характеру підстилаючих порід pH коливається від 4,4-4,7 до 7,0. Основну площу становлять ґрунти із pH 4,8-5,1 і 5,2-5,5. Зустрічаються невеликі масиви опідзолених лісосстепових ґрунтів на лесових породах із pH 5,6-5,9, а також ґрунти різного генезису на виходах до поверхні карбонатних порід (6,0-6.6 і >6,6).

У межах Лісостепу за рівнем pH виділяються чотири регіони:1) західний, з великою гамою значень pH: 2) Вінницький острів зі значеннями pH 5,2-5,5; 3)

Правобережний піднятий Лісостеп, у межах якого, всупереч строкатості ґрунтового покриву, за рідкісним винятком pH залишається в межах 6,0-6,3; сюди ж віднесено район давніх річкових терас Дніпра із pH більше 6,0; 4) схили Середньоруської височини,що відрізняються порівняно вилугуваними ґрунтами із pH 5,5-5,9. Ґрунтовий покрив західного лісостепового регіону, що характеризується підвищеною зволоженістю, порівняно з іншою територією Лісостепу, відрізняється строкатістю pH. У крайній західній частині, зв'язаній з Росточчям, переважають значення pH >6,0, що пояснюється високим умістом карбонатів у породах. Для цього регіону характерний рух карбонатів у складі розчинів до поверхні, тобто, розвиток процесів реградації. Паралельно долині Дністра спостерігається смуга порівняно низьких значень pH (5,2-5,5). До цієї смуги примикає основна площа регіонуз більш високими значеннями pH (5,6-5,9), що переходить до лесових островів Рівненсько-Луцького масиву й зі сходу граничить із Вінницьким островом сірих лісових ґрунтів. Незважаючи на давнє сільськогосподарське освоєння цього масиву, значення pH сольової суспензії тут найнижчі в межах всього Лісостепу. Чітка оконтуреність цього масиву за ґрунтами і значеннями pH свідчить про єдність його походження й перевагу в минулому елювіального процесу.

Правобережний Лісостеп, всупереч значній строкатості ґрунтового покриву, є однорідним масивом за pH (6,0-6,3). Лише в окремих місцях у цей масив вкраплені острови з більш низькими значеннями pH (5,6-5,9). Це Київське плато з переважно чорноземами типовими з інтенсивно розвиненим буряківництвом. У контурах реградованих ґрунтів зустрічаються значення pH порядку 6,4-6,6. З розгляду Правобережного Лісостепу в цілому помітна своєрідна концентричність розподілі pH. Центральне положення займає Вінницький острів, що півколом обмежений ґрунтами зі значеннями pH від 5,6 до 5,9; ще далі від центру, а в деяких місцях у вигляді розімкнутого ареалу, значення pH становлять 6,4-6,6 і вище. Створюється враження, що за півкільцями перехідних ґрунтів спостерігається кільце з вираженим

окарбоначуванням на Лівобережжі. У межах давніх терас Дніпра з рівнинним рельєфом і слабкою дренованістю, поширені масиви чорноземів зі значеннями pH 6,0-6,3. Якщо взяти до уваги, що в правобережному Лісостепу для масивів чорноземних ґрунтів властиві ті ж значення pH , то їх визнати типовими для чорноземів взагалі. Узв'язку з утворенням чорноземів на карбонатній лесовій породі із близьким заляганням лінії скипання (40-50 см) і наявністю постійного циркуляційного зв'язку з карбонатами лесів створюється стійка буферна карбонатна система, що визначає такі значення pH. Виходячи із цього варто визнати, що елювіальні риси ґрунтоутворювального процесу тут розвинені слабко.

Іншим масивом з підвищеним значенням pH є тераси приток Дніпра, врізані в його давні тераси. Тут значення pH різко зростають і перевищують величину 6,6. Постійний і стійкий підпір підґрунтових вод цих територій водами Дніпра, особливо в період паводків, перетворює ці райони у своєрідні сезонні озера, у межах яких ґрунти розвиваються в умовах сезонного акумулятивного режиму. У період низького рівня паводків підпори зникають, гідроморфні ґрунти осушуються й відбувається видалення значної кількості солей, що спричиняє солонцеутворення, а, отже, і підвищення pH (7,0 і вище).

У межах Середньоруської височини й долинами приток Дніпра значне поширення отримали порівняно вилугувані чорноземи типові із pH 5,6-5,9 (параметри, типові для всіх лісостепових ґрунтів елювіального режиму, за винятком Вінницького острова й Наддністрянщини). Більш низькі значення pH (<5,5) властиві сірим і темно-сірим опідзоленим ґрунтам цього регіону.

Далі приведемо дані $pH_{ксl}$ (табл. 19) М.К. Крупського й ін. [93,94] , які можна прийняти як еталонні для орних ґрунтів.

Таблиця 19

Еталонні показники pH для орних ґрунтів (фрагмент)

Домінантні ґрунти	pH

Дерново-підзолисті	4,8
Ясно-сірі лісові	5,4
Сірі лісові	5,8
Темно-сірі опідзолені	5,9
Чорноземи опідзолені	6,0
Чорноземи типові малогумусні	6,1
Чорноземи типові середньогумусні	6,2
Чорноземи звичайні малогумусні	6,5

У цілинному чорноземі Лівобережного Лісостепу України ємність поглинання досягає 51,5 мг-екв. на 100 г ґрунту [112] .

Оранка й тривале використання цього чорнозему в зерно-буряковій сівозміні без застосування добрив призводить до поступового зменшення ємності поглинання: через 12 років - на 5 **%,** 37 років **-** на 9, 52 роки – на 15 і 100 років - на 24 %. Аналогічна закономірність спостерігається в ґрунтах Західного Лісостепу [37]. Особливо помітно (на 17-26 % за 100 років) зменшується вміст обмінного кальцію в умовах низької культури землеробства. Повільніше зменшується вміст обмінного магнію. Тому співвідношення між Ca^{2+} і Mg^{2+} із тривалістю використання ріллі трохи звужується. Разом з тим, частка катіонів в обмінному комплексі орного ґрунту порівняно цілинним змінюється незначно, тобто склад колоїдного комплексу й, до певної міри тип ґрунтоутворювального процесу (якщо судити про нього тільки за цим), у давньоорному чорноземі залишаютьсятакими ж, як і на цілині.

Середній (умовно еталонний) склад обмінних основ в орних ґрунтах змінюється широких межах (табл. 20) і є відмітною ознакою кожного ґрунтового типу [117] .

Таблиця 20

Еталонний склад обмінних основ у орних ґрунтах (фрагмент)

Ґрунти	**Уміст обмінних катіонів, мг.-екв.р/100 ґрунту**	**Сума**

	Ca	Mg	H	K	Na	
Торф'яні	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
Чорноземі опідзолені	34,5	6,1	1,4	-	-	42,0
Чорноземи типові	36,3	6,6	Немає	0,8	0,6	44,3
Чорноземи звичайні	34,6	7,6	Немає	0,6	0,8	43,6
Чорноземи південні	27,5	7,1	Немає	1,0	1,0	36,6
Каштанові солонцюваті	20,5	8,6	Немає	1,0	1,6	31,7

2.2. Стандартний (поточний) моніторинг

Трансформація морфологічної будови. Згідно з багатьма опублікованими даними, тривале використання ґрунтів не приводить до значних змін потужності окремих генетичних горизонтів, основних морфологічних ознак і в цілому не міняє суті ґрунтоутворювального процесу [36,38]. Разом з тим можна привести чимало інших прикладів, коли навіть короткочасні, але дуже інтенсивні опади здатні знищити гумусові горизонти орного ґрунту [29], коли в основі орного шару формується плужна підошва потужністю 7-10 см, докорінно змінюючи будову, властивості й процеси в ріллі. Інший відомий приклад: видування (або відкладення) досить глибоких шарів у результаті вітрової ерозії [117]. При зрошенні в міграцію нерідко утягуються величезні маси солей, формуючи нові вторинно засолені горизонти. Це приклади грубої і явної трансформації морфології й будови ґрунтових профілів. У літературі можна знайти приклади поступового менш явного збільшення глибини ілювіального горизонту дерново-підзолистого ґрунту в Поліссі під впливом комплексу удобрювальних і меліоративних заходів [79] або поверхневого оглинення орних ґрунтів Молдови [92]. Інакше кажучи, під дієюголовним чином факторів антропогенної природи будова ґрунту може трансформуватися. При цьому важливо підкреслити, що якщо цілина, як ми

бачили, протягом сторіччя здатна зберігати властиві їй риси, то рілля (особливо на схилі) свою стійкість втрачає.

Трансформація фізичних властивостей. Трансформація фізичних властивостей - найбільш яскравий приклад деградації ґрунтів у сучасних умовах. Причини такої динаміки цих властивостей зовсім очевидні: істотне падіння вмісту гумусу в орному ґрунті, погіршення кількісних і якісних показників структурного стану відносно цілини. Погіршення провідних факторів (гумус, структура, декальцинація) неминуче спричиняє погіршення фізичного стану ґрунтів. Вище ми констатували величезні розходження за цими показниками між двома еталонами - цілиною й ріллею, що розорюється інтенсивно. Подальша трансформація цих властивостей (після накладення елементів інтенсифікації землеробства), на жаль, також не є позитивною. Проілюструємо це положення рис. 7.

На ньому чітко бачимо роль окремих факторів інтенсифікації землеробства в трансформації основних агрофізичних властивостей чорноземів. Багаторазові проходи тракторів і неконтрольване зрошення можуть ще більше погіршити й без того посередні агрофізичні властивості орного ґрунту. Деяке зростання при цьому вологостійкості, очевидно, пов’язане зі збільшення умісту агрономічно менш корисних агрегатів.Інші заходи й особливо внесення гною, гіпсу і взагалі висока культура землеробства сприяють поліпшенню агрофізичних властивостей чорноземів і, звичайно ж, є перспективними в аспекті призупинення деградації.

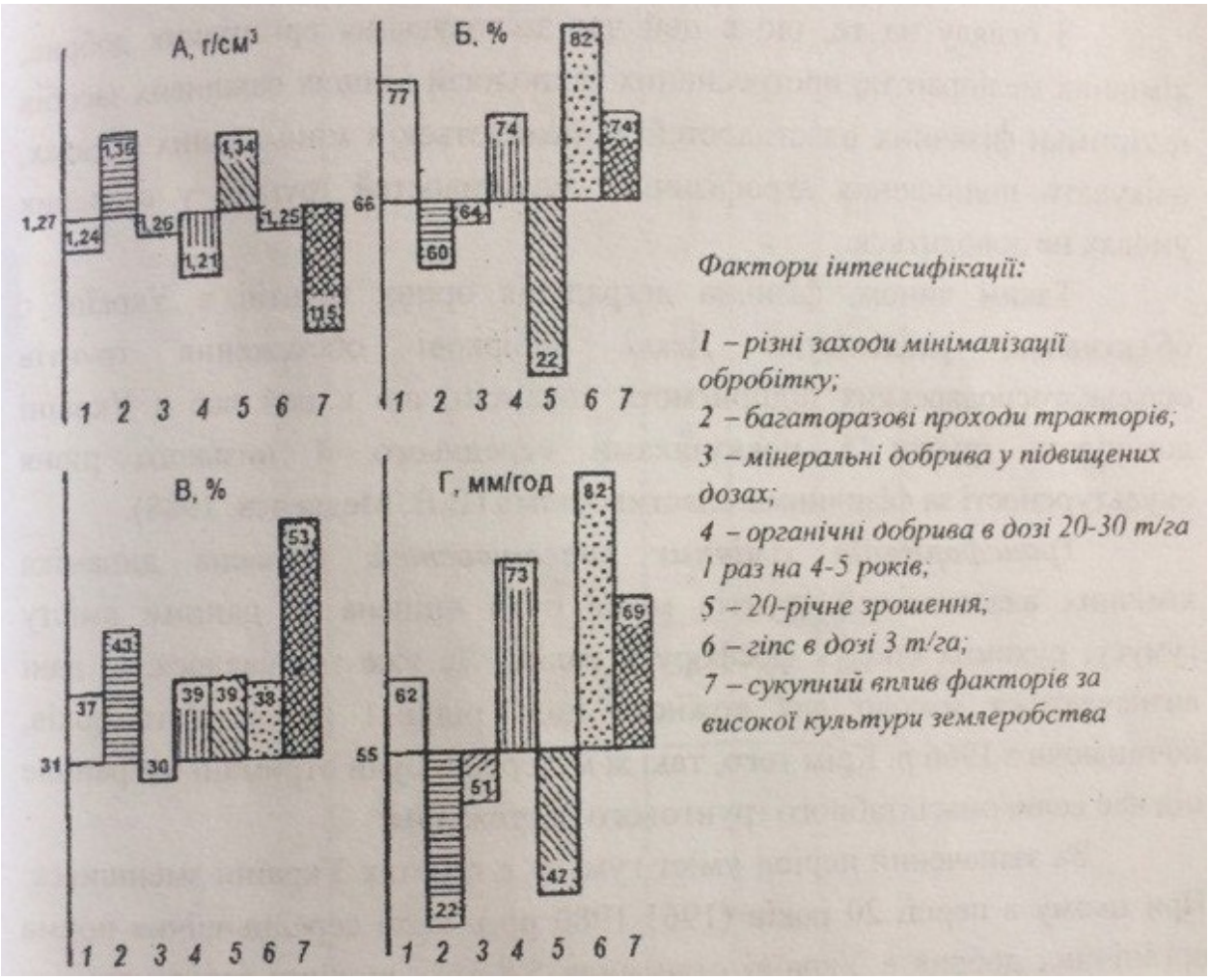

Рис. 7. Вплив різних факторів інтенсифікації землеробства на зміну основних агрофізичних властивостей чорноземів (стосовно орного еталону): А- рівноважна щільність; Б- уміст повітряно-сухих агрегатів розміром від 10 до 0,25мм; В- уміст вологостійких агрегатів розміром більше 0,25 мм; Г- вологопроникність за 6 год. спостережень за рівноважної щільності

З огляду на те, що в цей час застосування органічних добрив, хімічних меліорантів, прогресивних технологій і інших важливих засобів підтримки фізичних властивостей здійснюються в мінімальних обсягах, очікувати поліпшення агрофізичних властивостей ґрунтів у сучасних умовах не доводиться.

Таким чином, фізична деградація орних ґрунтів в Україні є об'єктивною реальністю. Деякі вибіркові обстеження ґрунтів сільськогосподарських підприємств показали, що в цей час в Україні домінують ґрунти з показниками середнього й низького рівня окультуреності за фізичними властивостями [106].

Трансформація хімічних властивостей. Сучасна динаміка хімічних властивостей ґрунтів може бути оцінена за даними вмісту гумусу, рухомих сполук фосфору й калію. Як уже згадувалося, ці дані визначаються масово для кожного поля ріллі 1 раз у п'ять років, починаючи з 1966 р. Крім того, такі ж матеріали були отримані ще раніше під час великомасштабного ґрунтового обстеження.

За зазначений період уміст гумусу в ґрунтах України зменшився. При цьому в перші 20 років (1961-1980 рр.), коли середньорічна норма органічних добрив в Україні становила 5,8 т/га, щорічні втрати гумусу становили 0,25 т/га (табл. 21). За період 1981-1990 рр., коли норма органічних добрив становила 8,6 т/га, втрати гумусу зменшилися до 0,1 т/га. Ця закономірність спостерігається й в окремих ґрунтово-кліматичних зонах (Степ, Лісостеп, Полісся).

З 1991 до 1995 рр. обсяги внесення органічних добрив знову зменшилися в середньому за рік до 5,8 т/га, що обумовило зростання втрат гумусу до 0,25 т/га.

У наступні роки внесення гною продовжувало залишатися на низькому рівні, внаслідок чого постійно від’ємним був і баланс гумусу (табл. 22) [117]. Це значить, що й всі інші властивості й у цілому родючість останніми роками погіршилася.

Азотний режим ґрунтів значною мірою залежить від умісту гумусу. Майже весь ґрунтовий покрив країни характеризується низьким середнім умістом доступного азоту. За останні 20 років рівень внесення азотних добрив зменшився. У результаті в землеробстві склався постійний негативний баланс азоту (табл. 23). Як наслідок, погіршився азотний режим ґрунтів.

Таблиця 21

Динаміка вмісту гумусу і його баланс в орних ґрунтах України (1961-2001)

Зона	Уміст гумусу за роками				Середньорічні втрати гумусу на неудобрених ґрунтах, т/га	Внесено органічних добрив у середньому за рік, т/га				Баланс гумусу, т/га			
	1961	1981	1990	2001		1961-1980	1981-1990	1991-1995	2001	1961-1980	1981-1990	1991-1995	2001
Степ	3,8	3,6	3,5	3,5	0,59	4,1	6,6	4,4	0,5	-0,26	-0,12	-0,24	-0,47
Лісостеп	3,8	3,5	3,3	3,3	0,68	6,6	9,4	6,2	2,1	-0,21	-0,08	-0,25	-0,48
Полісся	2,5	2,0	1,9	1,9	0,80	8,8	11,8	7,8	2,3	-0,23	-0,10	-0,27	-0,50

Таблиця 22

Уміст і баланс гумусу в орних ґрунтах України в 2005 р.

Уміст гумусу, %	Внесено гною, т/га	Баланс гумусу, т/га
3,15	0,8	-0,419

Таблиця 23

Баланс поживних речовин у землекористуванні України (кг/га)

Статті балансу	Азот	Фосфор	Калій	Усього
1986-1990 рр.				
Надходження	89,5	56,1	102,7	248,3
Винос	92,6	31,2	103,2	227,0
Баланс	-3,1	24,9	-0,5	21,3
1996-2000 рр.				
Надходження	26,0	10,4	15,3	51,7
Винос	56,5	18,2	53,7	128,4
Баланс	-30,5	-7,8	-38,4	-76,7
2001 р.				
Надходження	21,5	5,9	9,2	36,6
Винос	63,0	22,0	65,8	150,6
Баланс	-41,5	-16,1	-56,4	-114,0
2005 р.				
Надходження	44,6	8,6	11,5	64,7
Винос	87,1	26,8	62,2	176,1
Баланс	-42,5	-18,2	-50,7	-111,4
2009 р.				
Надходження	67,2	11,9	14,7	93,8
Винос	100,1	32,5	78,9	211,5
Баланс	-32,9	-20,6	-64,2	-117,7

Ще одним важливим фактором одержання високих урожаїв є рівень забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором. За даними агрохімічної паспортизації ґрунтів його вміст у 1966-1970 рр. у середньому в Україні становив 7,1 мг/100 г ґрунту. Ґрунтовий покрив за вмістом фосфору відрізняється більш високою строкатістю порівняно з азотом. Це обумовлено, насамперед, властивостями ґрунтотвірних порід і регіональними особливостями ґрунтоутворення, а також рівнем інтенсивності землеробства. На відміну від азоту, фосфор краще закріплюється ґрунтом, що знижує його непродуктивні втрати.

За період з 1966-1990 рр. обсяги застосування фосфорних добрив постійно зростали. Загальний баланс фосфору в 1971-1975 рр. був позитивним (+3,9 кг/га P_2O_5), у наступні періоди (1976-1980 рр.) + 10,1 кг/га; (1981-1985 рр.) +15 кг/га; (1986-1990 рр.) + 29,9 кг/га P_2O_5.

За даними агрохімічної паспортизації (1991-1995 рр.) , площі орних земель із підвищеним і високим умістом фосфору зросли, а з низьким і середнім умістом зменшилися порівняно з першим туром обстеження (1966-1970 рр.) на 30%.

Таблиця 25.

Динаміка вмісту рухомого фосфору і калію в ґрунтах, мг/100 г ґрунту (за результатами агрохімічної паспортизації)

Роки	Степ		Лісостеп		Полісся		Україна	
	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O	P_2O_5	K_2O
1966-1970	6.7	12.6	8.1	8.7	6.3	6.4	7.1	9.8
1971-1975	7.4	12.2	8.1	8.8	8.1	7.1	7.8	9.8
1976-1980	8.1	12.5	8.8	9.6	8.8	7.9	8.5	10.2
1981-1985	9.3	13.8	9.9	10.1	10.6	9.0	9.7	11.1
1986-1990	10.1	13.7	10.6	10.6	11.8	10.3	10.6	11.3
1991-1995	9.3	11.6	10.4	10.5	12.0	11.4	10.2	11.1
1996-2000	10.9	13.7	11.0	10.1	11.1	6.2	10.9	11.3
2001-2005	10.0	13.0	10.6	10.1	10.7	5.7	10.3	10.7

Середньозважений вміст рухомого фосфору в Поліссі зріс з 6,3 до 11,8 мг, у Лісостепу – з 8,1 до 10,4 мг, у Степу – з 6,7 до 9,3 мг , а в середньому по Україні – з 7,1 до 10,2 мг на 100 ґрунту, тобто, на 3,1 мгна 100 г ґрунту.

Найбільш інтенсивно поліпшувався фосфатний режим ґрунтів у Поліссі і Карпатах: Житомирській, Закарпатській, Івано-Франківській областях. Це зв’язано як з більшою кількістю внесених добрив, так і з легким гранулометричним складом ґрунтів. Незважаючи на істотне поліпшення фосфатного режиму в цілому по Україні, низьким і середнім уміст фосфорних сполук лишається на площі 15089 тис. га.

З 1991 р. рівень внесення фосфорних добрив різко зменшився й в 1997 р. становив 4,1 кг/га P_2O_5. Дефіцит мінерального фосфору щорічно становив 15-20 кг/га, що обумовлювало зниження вмісту фосфору в ґрунті на 0,4-0,5 мг/100 г ґрунту. Це поступово погіршувало фосфатний режим ґрунтів України. Відповідно до розробленого ННЦ прогнозу, після припинення застосування фосфорних добрив уміст фосфору в ґрунтах понизиться на 3,0-3,2 мг/100 г ґрунту. Практично ґрунти втратять ту кількість фосфору, що була накопичена за роки інтенсивної хімізації.

Рухомим калієм ґрунти України забезпечені значно краще, ніж азотом і фосфором. Середній і низький вміст його спостерігається в ґрунтах Полісся, куди входить більшість районів Волинської, Рівненської, Житомирської й частина районів Київської, Чернігівської і Сумської областей. Чорноземи відрізняються підвищеним і високим його вмістом.Особливо багаті цим елементом живлення ґрунти південних районів Донецької, Запорізької, Херсонської, Миколаївської й Одеської областей.

У ґрунтах України вміст калію зростає в напрямку з північного заходу на південний схід, що відповідає зміні гранулометричного складу від супіщаних і глинисто-піщаних до середньо- і важкосуглинкових ґрунтів південного сходу.

Під впливом систематичного внесення зростаючих доз калійних добрив у 80-ті роки вміст рухомого калію в ґрунтах збільшувався, про них свідчить скорочення площі орних земель із низькою забезпеченістю калієм.

Середньозважений вміст рухомого калію в Поліссі зріс з 6,4 до 11,4, у Лісостепу - з 8,7 до 10,6, а в Степу залишився приблизно на тому самому рівні - біля 12,0 мг/100 г ґрунту. У середньому в Україні вміст калію зріс з 9,8 до 11,3 мг/100 г ґрунту. Підкреслимо, що в останні роки в Поліссі вміст рухомого калію досяг вихідного рівня 60-х років.

Внесення зростаючих доз калійних добрив в 1966-1990 рр. не забезпечило позитивного балансу калію, проте, дефіцит постійно зменшувався й становив у середньому в Україні в 1986-1990 рр. - 0,5 кг/га K_20. Починаючи з 1991 р.

рівень застосування калійних добрив поступово зменшувався й в 2001 р. на 1 га посівної площі досяг 9,2 кг/га K_2O. Формування врожаю сільськогосподарських культур відбувалося переважно за рахунок калію ґрунту. Якщо врахувати, що з кожного гектара виноситься із урожаєм 90 кг/га K_2O, то такі втрати калію із ґрунту можна частково допустити в Степу, особливо на темно-каштанових солонцюватих ґрунтах. У ґрунтах Полісся без внесення калійних добрив родючість ґрунту, повторюємо, швидко знижується. Тільки за внесення 80-90 кг/га K_20 з добривами буде підтримуватись позитивний баланс калію. На опідзолених ґрунтах Лісостепу дефіцит калію можна допустити 20-30 кг/га, а на чорноземах типових –40-50кг/гаK_2O.

Таким чином, сучасна трансформація хімічних властивостей ґрунтів характеризується деяким падінням вмісту загального гумусу й відносною стабілізацією вмісту рухомих форм фосфору й калію (за винятком ґрунтів Полісся).

Описуючи трансформацію хімічних властивостей ґрунтів України в останні 30-40 років, не можна залишити без уваги питання забруднення ґрунтів радіонуклідами й важкими металами. Відзначимо лише, що ці види забруднення досить значимі для України. У цілому до 20% території в різному ступені піддаються такого роду забрудненню. Воно локально приурочено в основному до лівобережного Лісостепу й Степу, де зосереджено великі підприємства хімічної, металургійної, гірничодобувної галузей. Практично всі території, що прилягають до цих підприємств, забруднені на 1-5 порядків вище фонового значення. Це стосується свинцю, ванадію, хрому, марганцю, цинку, нафтопродуктів і , навіть, ртуті.

Трансформація фізико-хімічних властивостей. З 1966 до 1990 рр., у період, коли проводилося вапнування кислих ґрунтів, рНсол змінився: істотно зменшилися площі із сильно- і середньокислими ґрунтами й збільшилися площі ґрунтів зі слабокислою і близької до нейтральної реакцією (табл. 26).

Таблиця 26

Зміни середньозважених значень $pH_{сол}$ в областях України між 1 і 6 турами обстежень в 1966-1990 рр. (за результатами агрохімічної паспортизації)

Області	$\Delta pH_{сол}$
Волинська	+0,4
Житомирська	+0,5
Закарпатська	+0,6
Івано-Франківська	+0,5
Львівська	+0,2
Рівненська	+0,3
Чернігівська	+0,4
У середньому в Поліссі	**+0,4**
Вінницька	+0,3
Київська	+0,2
Полтавська	-0,2
Сумська	-0,3
Тернопільська	+0,5
Харківська	-0,2
Хмельницька	+0,2
Чернівецька	+0,4
Черкаська	-0,5
У середньому в Лісостепу	**+0,1**
У середньому в Україні	**+0,2**

З таблиці видно, що ґрунти поліських областей за зазначені роки стали менш кислими, у лісостепових областях зміни менш закономірні: у Полтавській, Харківській, Сумській і особливо Черкаській – помітно підкислилися, в інших областях - підлужилися.

У наступні роки, коли вапнування проводилось епізодично або зовсім не проводилося, у ґрунтах Лісостепу й особливо Полісся відбувається процес поступової реставрації кислого середовища (табл.27).

Отримані матеріали, звичайно ж, більш деталізовані, повинні бути основою для вапнування. Зокрема вони доводять, що в ряді областей Лісостепу, де ці роботи не велися навіть в 80-ті роки, потрібно їх планувати й здійснювати хоча б у невеликих масштабах (упереджувальний тип хімічної меліорації). Як відомо, зміни pH прямо впливають на поводження ґрунтового кальцію. Так, у тривалому польовому досліді Граківського

дослідного поля (з 1934 р.), закладеному на чорноземі типовому , поряд з підкисленням з 6,3-6,8 на перелозі до 5,3-5,8 на варіанті без добрив, майже в 2 рази знижується активність іонів кальцію, а виходить, і їхня концентрація. Втраті кальцію сприяє послаблення зв'язків гумусу з мінеральною частиною, відмічуване за підкислення, винос з урожаєм та деякі агрозаходи. Останнє питання у свій час було дуже популярним.

Таблиця 27

Динаміка pH у ґрунтах України в 1991-2005 рр. (за результатами агрохімічної паспортизації)

Роки	Лісостеп	Полісся	Україна
1991-1995	6,00	5,90	6,00
1996-2000	6,00	5,89	5,97
2001-2005	5,95	5,80	5,90

За тривалого беззмінного парування відзначається явне зменшення ємності обміну й умісту обмінних катіонів порівняно із чорноземом, використовуваним у польовій сівозміні. У чорноземі типовому глибокому лівобережної України ємність поглинання до його використання в чорному пару становила в орному шарі 47 мг.-екв., через 20 років беззмінного парування - 39 мг.-екв./100 г ґрунту. У перші 10 років зміни були більш значні, ніж у наступні роки. Помітно зменшується вміст усіх обмінних катіонів. Досить істотні за цей же період втрати кальцію – до 215 кг/га із шару 0-35 см. Одночасно в умовах беззмінного парування відзначалося різке зменшення вмісту органічної речовини, зниження мікробіологічної активності. Вирощувані рослини за рахунок виділення двоокису вуглецю, вибіркового поглинання катіонів і різного хімічного складу кореневих і надземних залишків також впливають на фізико-хімічні властивості чорноземів. Вирощування жита, цукрових буряків, вико-вівса, проса, гороху, конюшини, озимої пшениці й вівса в сівозміні на опідзоленому чорноземі майже не змінювало pH його ґрунтового розчину. В інших ґрунтових умовах цукрові буряки здатні підкисляти ґрунт, а люцерна, озима пшениця, жито,

ячмінь, просо й овес - підвищувати насиченість ґрунту основами, а тим самим протидіяти підкисленню. Наступне вивчення цього питання показало, що за беззмінного вирощування всіх культур ємність поглинання й уміст обмінних катіонів у чорноземі зменшуються практично під усіма культурами, причому під просапними трохи сильніше, ніж під культурами суцільної сівби. Відповідно до цього під просапними культурами відзначається збільшення гідролітичної кислотності, а під культурами суцільної сівби - її зменшення.

Великий експериментальний матеріал накопичено з питання про зміну чорноземів під впливом мінеральних і органічних добрив. Застосування повного мінерального добрива на чорноземах звичайно знижує вміст обмінного кальцію й зрушує реакцію ґрунтового розчину у бік підкислення. Азотні добрива, як правило, підкислюють чорнозем, а систематичне застосування фосфорних добрив підвищує опірність ґрунтів такій підкислювальній дії.

Важливе значення мають співвідношення внесених видів добрив на фоні гною й без нього, норми добрив і інші фактори, очевидно, насамперед, кліматичні. В умовах 50-літнього досліду Миронівського НДІ селекції пшениці тривале внесення навіть невеликих норм гною в кількості 6 т/га щорічно позитивно позначається на ємності поглинання і вмісті всіх обмінних катіонів. У той же час в 14-літньому досліді Тернопільської дослідної станції на варіанті з 9 т/га гною щорічно вміст обмінних катіонів не змінився, але майже вдвічі знизилася гідролітична кислотність. На Роганському стаціонарі (Лівобережний Лісостеп) під впливом щорічного (протягом 10 років) унесення гною по 24 т/га на 11-12% збільшилася ємність поглинання, вміст обмінних катіонів кальцію й магнію й на 29 % знизилася гідролітична кислотність.

Зростання частки азотних і калійних добрив стосовно фосфорного (2:1:2) погіршує фізико-хімічні властивості чорноземів, домінування фосфору в

повному мінеральному добриві згладжує їхню негативну дію(очевидно за рахунок активного кальцію, що є у суперфосфаті).

Приблизно так само змінюється під дією мінеральних добрив реакція ґрунтового розчину чорнозему.

Отже, ґрунти за тривалого екстенсивного й інтенсивного використання помітно змінюють свої фізико-хімічні властивості: зменшується ємність поглинання, вміст обмінних катіонів кальцію й магнію. Цей процес інтенсивно протікає в молодій ріллі, за використання чорнозему в режимі чорного пару або під беззмінними культурами й слабшає на давньоорних угіддях , за внесення гною, мінеральних добрив (у співвідношенні N:P:K як 1:2:1), кальцієвмісних речовин, за застосування сівозмін зі значною часткою культур суцільної сівби.

2.3. Кризовий моніторинг

Внаслідок забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами чи радіонуклідами може суттєво знижуватись родючість ґрунтів через погіршення показників фізичних, фізико-хімічних, біологічних і агрохімічних властивостей , екологічних умов росту і розвитку рослин, навіть до їх повної загибелі. Тобто можуть створюватись різні рівні кризових явищ, спричинені забрудненням. Це забруднення є антропогенним (у тому числі радіаційним) за походженням. В той же час будь-яке забруднення спричиняє втрату родючості ґрунтів і пошкоджує рослини, а полютанти частково можуть зв’язуватись у нерозчинні, недоступні форми. Тому існує потреба диференціації рівнів забруднення ґрунтів полютантами і встановлення ступеня кризовості несприятливих змін ґрунтів під їх впливом.

При розробці діагностичних критеріїв кризової ситуації, Н.А. Блохіна та ін. [35] врахувала деякі специфічні особливості впливу забруднення на ґрунти і рослини, а саме:

- важко встановити початок техногенної деградації;
- слід віддавати перевагу здебільшого кількісним показникам;

- разом з контролем вмісту полютантів у ґрунтах слід оцінювати їх вміст і в рослинах;
- враховувати ступінь техногенного впливу забруднювачів залежно від типу ґрунтів (гранулометричний склад, вміст гумусу, щільність).

До критеріїв, які вказують на наявність кризової ситуації, у порівнянні з незабрудненим ґрунтом, згідно концепції вказаних авторів, слід віднести наступні:

- погіршення структури;
- зростання ущільнення ґрунту;
- зниження величини pH на 1-2 і більше одиниць;
- зменшення чисельності і активності азотобактера на 20-25%;
- зменшення врожайності культур на 25-30%.

Головними діагностичними критеріями є:

- рівень радіаційного забруднення Cs^{137} у межах 5-15 Кі/км^2 і Sr^{90} у межах 1-3 Кі/км^2;
- вміст у ґрунтах важких металів, що на 1-2 порядки перевищує ГДК;
- пестицидне навантаження у межах 5-7 кг/га діючої речовини.

До показників діагностики кризової ситуації при забрудненні ґрунтів полютантами належать наступні:

- вміст залишкової кількості пестицидів у ґрунтах (мг/кг) та рослинницькій продукції;
- вміст валових та рухомих форм важких металів у ґрунтах, мг/кг;
- щільність забруднення ґрунтів Cs^{137} і Sr^{90}, Кі/км^2.

З урахуванням цього, типи екологічної ситуації стосовно пестицидів можуть бути такими:

- сприятлива – рівень пестицидного навантаження не сягає 3 кг/га д.р.; залишкові кількості пестицидів у ґрунті існуючими приладами не виявляються;

- задовільна – рівень пестицидного навантаження у ґрунті знаходиться в межах 3-4 кг/га д.р.; залишкові кількості пестицидів у ґрунті істотно менші (на межі визначення приладу) за ГДК;
- передкризова – рівень пестицидного навантаження становить 4-5 кг/га д.р.; залишкові кількості пестицидів у ґрунті знаходяться на рівні ГДК;
- кризова – рівень пестицидного навантаження складає 5-7 кг/га д.р.; залишкові кількості пестицидів у ґрунті дещо (в 1,1-1,5 рази) перевищують ГДК;
- катастрофічна – рівень пестицидного навантаження перевищує 7 кг/га д.р.; залишкові кількості пестицидів у ґрунті суттєво (у 2-10 і більше разів) перевищують ГДК.

Більш складним є визначення ситуації щодо забруднення ґрунтів важкими металами. Відомо, що контроль ґрунтів за станом їх забруднення важкими металами може бути здійснено за вмістом як валових, так і рухомих форм елементів. Але ситуація ускладнюється тим, що в деяких випадках абсолютне значення вмісту того чи іншого елементу в ґрунті, навіть при дво- чи трикратному перевищенні фонового вмісту , не завжди свідчить про його токсичність для рослин. Тому при визначенні екологічного стану ґрунтів стосовно забруднення їх важкими металами, слід керуватись не тільки даними щодо порівняння фонового (кларків) та фактичного вмісту елементів у ґрунті, але і значеннями ГДК важких металів у ґрунті і рослинах.

З урахуванням цього, типи екологічної ситуації стосовно важких металів можуть бути такими:

- сприятлива – вміст валових форм важких металів у ґрунті знаходиться на рівні кларків, у рослинницькій продукції – нижче ГДК; рухомих форм у ґрунтах – нижче за ГДК;
- задовільна – вміст валових форм важких металів у ґрунті дещо перевищує рівень кларків, у рослинницькій продукції – нижче ГДК; рухомих форм у ґрунтах – на рівні ГДК;

- передкризова – вміст валових форм важких металів у ґрунті знаходиться на рівні ГДК, у рослинницькій продукції – на рівні ГДК; рухомих форм у ґрунтах в 1,5-2 рази вище за ГДК;
- кризова – вміст валових форм важких металів у ґрунтах у 2-10 разів , у рослинницькій продукції – в 1,1-1,5 разів вищий за ГДК; рухомих форм у ґрунтах – у десятки разів вищий за ГДК;
- катастрофічна – вміст валових форм важких металів у ґрунтах у десятки і сотні разів вищий за ГДК , у рослинницькій продукції – в десятки разів перевищує ГДК; рухомих форм у ґрунтах – у сотні разів вищий за ГДК;

У випадку передкризової ситуації рекомендується обмежити застосування пестицидів на даних ґрунтах, використовуючи гній та традиційні мінеральні добрива, сидерати, побічну сільськогосподарську продукцію, застосовувати переважно агротехнічні та біологічні заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур.

Не рекомендується застосовувати мінеральні добрива з великим вмістом важких металів, потрібно здійснювати глибоку полицеву оранку, а в наступні роки – систематичний безполицевий обробіток.

Нормативи. Основне призначення нормативів - не допустити негативних змін у ґрунті, а у випадку нормативів, що розглядаються у кризовому моніторингу, - не допустити необоротних змін, що залишаються у ґрунті навіть після зняття навантаження. З огляду на те, що ґрунти важкого й легкого гранскладу, високо- і малогумусні ґрунти мають різну здатність змінюватися під дією навантаження, тобто, мають різний резерв опору, то навантаження повинні диференціюватися залежно від властивостей ґрунтів. Відомо, що проїзд важкого колісного трактора в тундрі залишає колію, що може зберігатися до 20 років. У той же час проїзд такого ж агрегату по підсохлому піщаному ґрунту практично не залишає ніяких наслідків [106]. Ясно, що два ґрунти мають різну стійкість, і це повинно бути враховано при нормуванні навантажень.

Крім того, поводження ґрунту може розрізнятися залежно від типу навантаження. Так , вплив колеса трактора на пухкий орний шар чорнозему типового приводить останній до переущільнення вже після одного проходу [106]. У той же час вплив навіть дуже високої дози мінеральних добрив не викликає скільки-небудь істотних змін у його органічному, хімічному й біологічному статусі.

Отже, для коректного визначення нормативів потрібно знати, як мінімум, характеристику змін властивостей ґрунтів під дією навантаження, і знайти на відповідній кривій змін переломну точку, що відокремлює оборотні й необоротні зміни властивостей ґрунтів. Тільки точний опис поводження ґрунту в широкому інтервалі навантажень і після їхнього зняття дозволить обґрунтувати вихідну величину припустимого навантаження на ґрунт. Потрібно визнати, що провести подібні експерименти, що імітують фізичні, хімічні й змішані навантаження, досить складно.

В основу нормування вмісту шкідливих речовин у ґрунті покладено принцип, що допускає надходження їх у ґрунт у кількостях , безпечних для живих організмів. Під гранично припустимою концентрацією шкідливих речовин у ґрунті варто розуміти максимальну їхню кількість, що гарантує відсутність негативного прямого або опосередкованого впливу на здоров'я людини й санітарні умови проживання населення. При оцінці безпеки надходження шкідливих речовин у ґрунт необхідно виходити з неприпустимості перевищення границі адаптивних можливостей організму й здатностіґрунту до самоочищення, тобто, порогу безпечної дії.

Під порогом безпечної дії хімічних речовин, що надходять (одноразово, або протягом доби, року, всього життя) в організм людини із ґрунту, розуміють таку їхню кількість, що не викликає деструктивних змін в організмі, але перевищення якої призводить до появи негативних функціональних і біологічних наслідків.

Відомо, що на основі граничних кількостей тієї чи іншої речовини за загальносанітарними, водно-міграційними, повітряно-міграційними,

органолептичними, транслокаційннми, санітарно-токсичними і фітотоксичними показниками небезпеки визначається гранично допустима концентрація (ГДК).

Тому при оцінюванні ступеня техногенного навантаження насамперед, варто користуватися значеннями ГДК тієї чи іншої речовини або елемента.

Щодо пестицидів визначати тип кризової ситуації треба за допомогою даних, що характеризують рівень пестицидного навантаження. Це дає можливість у цілому адекватно оцінити екологічний стан ґрунтів у цьому аспекті. Однак для більш об'єктивного оцінювання необхідно використовувати й дані щодо залишкових кількостей пестицидів у ґрунтах і рослинах. Оцінку забруднення ґрунтів і рослинної продукції залишковою кількістю пестицидів проводять шляхом порівняння фактичного вмісту пестицидів у ґрунті або в сільськогосподарській продукції із гранично допустимими концентраціями.

Узагальнені параметри оцінок екологічного стану ґрунтів, обумовленого техногенним впливом, приводяться в довідниках.

Не менш складною представляється процедура нормування механічного (фізичного) навантаження. Звичайно це здійснюється за допомогою модельних експериментів, що імітують вплив на ґрунт різноманітних навантажень (наприклад, води, у процесі водної ерозії або зрошення, вітру в процесі пилової бурі, колеса трактора або комбайна під час обробітку ґрунту або збирання врожаю). У дослідженнях такого роду встановлюється рівень навантажень, за яких у ґрунті не наступає необоротних змін і не спостерігається його деградація. Відповідні нормативи, що не допускають необоротної деформації (ерозії,переущільнення, знеструктурення) і втрати стійкості ґрунту, розроблено й все ширше застосовуються для обмеження фізичного впливу на ґрунт.

Кризові території. Радіонуклідне забруднення ґрунтів. До 1986 р. радіаційна ситуація на території країни визначалася, головним чином, такими радіонуклідами , як калій-40, радій, торій і тільки в незначному ступені

стронцієм-90 і цезієм-137. Перші три радіонукліди природного походження обумовлювали радіаційний фон, що на переважній частині території змінювався в межах 7-14 мкр/рік. І тільки в окремих регіонах, особливо там, де гранітні породи виходять на поверхню землі, рівень радіації був у 6-8 разів вищим. Що стосується цезію і стронцію, то їхня присутність у ґрунті була обумовлена глобальними опадами в результаті випробування ядерної зброї. Їх розподіл на території України був досить рівномірним,а абсолютний вміст-0,01-0,05Кі/км^2.

Унаслідок аварії на ЧАЕС у навколишнє середовище було викинуто близько 50 МКітаких небезпечних радіонуклідів як стронцій, цезій, плутоній і йод. У результаті цього активність ґрунтів щодо перших двох радіонуклідів збільшилася в середньому в 5-10 і більше разів порівняно з доаварійним рівнем. Найбільш інтенсивна активність – в Київській, Житомирській і Чернігівській областях. Відносно невеликі території з високим рівнем радіоактивного забруднення виявлено у Вінницькій (Томашпільський, Крижопільський, Тульчинський райони) Хмельницькій (Новоушицький, Дунаєвецький, Кам'янець-Поділі райони), Чернівецькій (Заставневський район) областях. У процесі видобутку й переробки уранових руд відбулося забруднення навколишнього середовища в Кіровоградській області. В інших областях ситуацію можна вважати задовільною.

Забруднення ґрунтів важкими металами. Вміст деяких важких металів у пробах ґрунту, відібраних у межах міст, часто в 5-10 разів перевищує ГДК. Уважається, що з віддаленням від міста інтенсивність забруднення території швидко знижується й уже на відстані 5-20 км уміст важких металів у ґрунті досягає фонових значень. Однак за даними спостережень із космосу «смолоскипи» від багатьох промислових підприємств тягнуться на 100-150 км. Якісні показники викидів значною мірою залежать від галузей промисловості, зосереджених у тому або іншому місті. Як правило, у викидах всіх міст зустрічаються тверді частки, оксиди сірки, азоту, вуглецю, металів. У містах з високорозвиненою хімічною промисловістю - ацетон,

ксилол, толуол, металообробною, металургійною, гірничодобувною - важкі метали,оксиди сірки, вуглецю, азоту й ін. Кількісні величини небезпечних речовин, що надходять в агроландшафти, залишаються ще мало вивченими.

Обстеження ґрунтів навколо металургійних центрів показало, що в радіусі 10 км уміст свинцю приблизно однаково перевищує фон у середньому на один порядок. Найбільші перевищення (в 22 рази) спостерігалися в Дніпропетровську й Маріуполі. У районі Донецька встановлено високі рівні вмісту в ґрунті ванадію, міді, нікелю, хрому, марганцю. На відстані до 10 км від джерела забруднення їхня кількість на один-два порядки перевищує фонове значення для чорнозему.

Стійкий максимальний вміст, що перевищує ГДК на два порядки, виявлено навколо Костянтинівки й Одеси. Високий стійкий максимальний вміст марганцю, що перевищує ГДК, виявлено навколо Краматорська, Дніпропетровська, Маріуполя, Кривого Рогу, Запоріжжя й Донецька.

На один-два порядки вище фонових значень виявлено вміст окремих металів у ґрунтах таких міст: кадмій - навколо Донецька, Запоріжжя. Ґрунти на окраїнах Костянтинівки й на відстані 5-15 км забруднені кадмієм, цинком, свинцем і марганцем. Так, масові частки цинку в цій зоні в 2-4 рази вище фонових. Середній вміст свинцю наближається до ГДК, а максимальні рівні свинцю й марганцю перевищують цей показник. Уміст нікелю, міді, кобальту й кадмію перевищує їхні більш ніж у два рази.

На окраїнах міста Лисичанська ґрунти сільськогосподарського використання забруднені свинцем і цинком. Уміст останнього в 3-6разів перевищує фон.

У районі Закарпатського ртутного комбінату 120 км^2 території забруднено ртуттю на рівні 0,46 мг/кг ґрунту. Спостерігаються випадки, коли концентрація ртуті перевищує ГДК. Дослідженнями встановлено, що всю ртуть локалізовано у верхньому гумусовому горизонті й тільки на сильно забруднених ґрунтах високий її вміст простежується у всьому ґрунтовому профілі.

Водна ерозія ґрунтів.. Найбільшу стурбованість викликає еродованість у районах Донбасу й у смузі уздовж границі Лісостепу з північним Степом. Крім того, у такій же мірі це стосується й Малого Лісостепу й ще деяких районів.

Вітрова ерозія ґрунтів. Передкризовим станом характеризуються львівський і передгірний Лісостеп, північ Лівобережного Полісся, деякі райони Донбасу й Присивашшя. Кризовим станом характеризуються Кам'янсько-Бугський район Львівської області, північ Чернігівщини й Сумщини. У Степу – південь Херсонської, центр Запорізької, південнийзахід Донецької й Луганської областей. Всі зони перебувають узоні транзиту пилового потоку.

У катастрофічному стані - північні райони Західного й Правобережного Полісся (Шацький, Зарічанський, Сарненський і Чорнобильський райони), а також декілька районів Південного Степу Донбасу.

На узбережжі Чорного моря, Сиваша й на заході узбережжяАзовського моря інтенсивно йдуть процеси опустелення, що визначають різке погіршення родючості ґрунтів, зміну природних рослинних асоціацій.

Регіони зі схильністю до фізичної деградації. Утворення брил. Найбільшою схильністю до утворення брил характеризуються солонцюваті ґрунти важкого гранскладу півдня країни, основний обробіток яких здійснюється переважно в пересушеному стані, осолоділі і солонцюваті ґрунти Середнього Придніпров'я, еродовані ґрунти Правобережного Лісостепу, оглеєні ґрунти Передкарпаття і Закарпаття.

Якщо використати як припустимий параметр утворення брил за основного обробітку у 30 %, то ґрунти майже на 12 % площі ріллі країни мають високу схильність, яку не можна припускати. За передпосівного обробітку — це 82,8 %[109].

Значна присутність брил в орному і, особливо, посівному шарі - ознака деградованості давньоорних ґрунтів, наслідок гальмування процесів агрегації, головним чином, через втрату гумусу і декальціювання.

Знеструктурення. Схильність ґрунту до втрати агрономічно корисної структури можна оцінити за допомогою 2-х критеріїв – кількості пилуватих мікроагрегатів, які утворюються під час структурного аналізу і за фактором дисперсності. Останній за Качинським розраховується як співвідношення фракцій <0,001 мм, здобутих при мікроагрегатному і гранулометричному аналізах. Якщо фактор дисперсності перевищує 8-10, звичайно стверджують про природно або штучно зменшені можливості до утворення агрономічно корисної структури. Приблизно на 20% ріллі країни через різні причини утворення структури гальмується, а приблизно на половині площі за обробітку ґрунту у пересушеному стані (в процесі аналізу імітується подібний вплив на ґрунт) може утворитись більше 10% пилу [109]. За Д.І. Буровим (1954) , цієї кількості пилу достатньо, щоб суттєво понизити агрономічно важливі властивості кореневмісного шару ґрунту.

Підкреслимо, що схильними до знеструктурення у найбільшій мірі є найкращі,за Н.А. Качинським, чорноземи типові середньосуглинкового гранскладу Лісостепу [72].

Переущільнення. Якщо використати узагальнений критерій рівноважної щільності будови кореневмісного шару для культур (1,25 г/см^3), то біля 58 % ріллі країни має більш високий показник. Останнє означає, що на цій частці ріллі протягом вегетації, за винятком процесу релаксації після обробітку (процес релаксації на ґрунтах легкого гранскладу не перевищує 2-3 тижнів, на ґрунтах важкого гранскладу - 1,5-2-х місяців), фактична щільність будови не співпадає з вимогами кореневих систем рослин.

Потенційна схильність орних ґрунтів до переущільнення також значна. За даними В.В.Медведєвата ін., [109], розрахованими на підставі гранскладу, вихідного зволоження і щільності під час обробітку, а також модельних експериментів, вона існує майже на 75 % ріллі. Переущільнення особливо виражене, коли використовуються машинно-тракторні агрегати з високим тиском на ґрунт, що перевищує припустимі межі. За таких умов переущільнення можливе навіть на ґрунтах, не схильних до деградації.

Таким чином, схильність орних ґрунтів України до прояву несприятливих фізичних властивостей за рахунок дії природних або антропогенних чинників досить виражена і нерідко перевищує припустимі межі.

2.3.1. Моніторинг ґрунтів забруднених важкими металами.

Проблема забруднення довкілля важкими металами весь час загострювалась і нині набула загрозливих розмірів. У багатьох індустріальних районах світу з'явились техногенні біогеохімічні зони з аномально високим вмістом у ґрунті важких металів.

Метали , густина (питома вага) яких більша 5 г/см^3 , називаються важкими металами. Важкі метали, як мікроелементи, містяться в різних кількостях і у різному складі в ґрунтах. Високі дози цих елементів є наслідком діяльності людини (антропогенного навантаження).

Основними джерелами надходження важких металів на земну поверхню є пило-газові викиди гірничорудної, металургійної та хімічної промисловості. Підвищений уміст важких металів у ґрунті також може бути наслідком застосування в сільськогосподарському виробництві меліорантів, добрив та пестицидів, а також використання для зрошення забруднених побутових і промислових стічних вод.

Відомо, що промислові підприємства України викидають в атмосферу близько 16 млн. т шкідливих речовин, у тому числі і важких металів, велика кількість яких потрапляє у ґрунт.За оцінками вчених Української академії аграрних наук (УААН) майже 20% орних земель України так чи інакше забруднені важкими металами: нікелем, цинком, кобальтом, хромом, свинцем, міддю.

Найбільш високий вміст нікелю виявлено у ґрунтах Житомирської, Київської, Черкаської, Чернівецької областей та Донецько-Луганського регіону (25-50 мг/кг ґрунту при ГДК – 50 мг/кг). Чистими є сільськогосподарські землі Одеської, Волинської, Кіровоградської,

Полтавської, Вінницької і частково інших областей з рівнем забруднення 5-10 і 10-15 мг/кг ґрунту. Ґрунти із середнім забрудненням нікелем (15-25 мг/кг)поширені переважно в Чернігівській, Сумській, Запорізькій, Івано-Франківській, Рівненській та Закарпатській областях.

Подібна закономірність спостерігається в забрудненні ґрунтів цинком і кобальтом, ГДК яких дорівнює 300 і 50 мг/кг ґрунту при відповідних кларках (валовому вмісту) відповідно 50 і 8 мг/кг ґрунту. Спільним для цих трьох важких металів є те, що на більшій частині території України їх вміст у ґрунті не перевищує ГДК.

Найбільшу стурбованість викликає ситуація із забрудненням ґрунтів свинцем, який навіть у невеликих концентраціях дуже негативно впливає на здоров'я людини. ГДК валових форм свинцю становить 32, а кларк – 10 мг/кг ґрунту. На більшій частині території України середній уміст свинцю перебуває на рівні ГДК або її перевищує (Волинська, Рівненська, Львівська, Житомирська, Київська, Чернігівська Харківська та Херсонська області). Біогенна активність свинцю збільшується у напрямку з півдня на північ і є найбільшою в зоні Полісся.

На межі санітарно-гігієнічної безпеки або з деяким перевищенням гранично допустимих параметрів склалася ситуація щодо міді, вміст якої в ґрунтах Закарпатської, Волинської, Житомирської, Чернігівської та інших областей перебуває в інтервалі 65-320 мг/кг при фоновому вмісті - 20 і ГДК (валові форми) 100 мг/кг ґрунту. Забруднення хромом не перевищує ГДК, але в Донбасі, Харківській, Запорізькій і Чернівецькій областях його рівень найвищий – 25-80 мг/кг.

Ця інформація необхідна для визначення екологічно чистих агрозон, коли, наприклад, потрібно враховувати межу нетоксичної дії конкретного забруднювача на рослину і дуже важко це зробити через те, що в реальних умовах завжди простежується поліелементне забруднення, антагонізм та синергізм іонів, різний гранулометричний склад, уміст гумусу, неоднакова вбирна здатність і кислотність ґрунту, які дуже сильно впливають на

розчинність сполук важких металів, процеси трансформації та надходження їх в рослини. Дослідженнями доведено, що в чорноземах важкого гранулометричного складу з нейтральною реакцією ґрунтового розчину коефіцієнт дифузії важких металів у 2-3 рази нижчий, ніж у дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах з низьким вмістом гумусу та кислотною реакцією середовища. Тому в чорноземній зоні ймовірність забруднення врожаю та зниження продуктивності сільськогосподарських культур, очевидно, буде нижчою порівняно із зоною Полісся.

Локальне забруднення сільськогосподарських угідь важкими металами можуть спричинити транспортні засоби. Вздовж автомобільних доріг з високою інтенсивністю руху (10-20 тис. машин на добу) забруднення зазнає придорожня смуга на відстані до 200 м з переважанням свинцю, що міститься в антидетонаційних присадках до бензину. З продуктами дизельного палива, мастильними матеріалами та відходами автопокришок у довкілля потрапляють кадмій та цинк.

Розподіл важких металів вздовж шляхів залежить від інтенсивності та швидкості руху автотранспорту, напрямку вітру, тощо. Максимальне забруднення ґрунтів спостерігається на відстані 7-10 м від дороги, а в зоні 30-80 м відмічаються зниження врожайності і різке погіршення якості сільськогосподарської продукції.

Гранично допустимі концентрації важких металів та їхні кларки наведені у табл. 28 та 29.

Зрозуміло, що реакція сільськогосподарських культур на забруднення ґрунтів важкими металами неоднозначна. Найбільш толерантне до них озиме жито, озима пшениця, овес, а найменше – ячмінь.Екологічно чистий урожай зернових колосових культур формується за умови вмісту в ґрунтів важких металів на рівні 1-2 кларків або меншому вдвічі ГДК. Лише на фоні 5-6 кларків спостерігається пригнічення росту рослин, знижується їхня продуктивність та якість продукції. Характерно, що найбільша кількість важких металів у цієї групи культур накопичується в кореневій системі та

вегетативних органах.

Таблиця 28

Гранично допустимі концентрації важких металів в ґрунті і рослинній продукції (В.І. Кисіль, 1997 р.)

№ п/п	Важкі метали	ГДК рухомих форм у ґрунті, мг/кг	ГДК валового вмісту в рослинницькій продукції, мг/кг абсолютно сухої речовини
1	Цинк	≤23	≤10
2	Кадмій	≤0,7	≤0,003
3	Свинець	≤2	≤0,5
4	Мідь	≤3	≤5
5	Хром	≤6	≤0,3
6	Ртуть	0	≤0,02

Таблиця 29

Кларки і ГДК важких металів у ґрунтах

№ п/п	Елемент	Кларки, мг/кг	ГДК, мг/кг (валові форми)
1	Ванадій	100	-
2	Марганець	850	1400
3	Хром	75	100
4	Кобальт	8	50
5	Нікель	40	500
6	Мідь	20	100
7	Цинк	50	300
8	Селен	0,01	10
9	Кадмій	0,5	3
10	Ртуть	0,02	2
11	Свинець	10	32
12	Стронцій	300	1000

Соняшник та кукурудза витримують забруднення ґрунту важкими металами до 4 кларків або 1,0-15 ГДК. Але найкращі умови вирощування, як і для зернових колосових культур, створюються у разі фонового вмісту важких металів 1-2 кларки або менше 0,5 ГДК.

Найсильніше потерпають від важких металів картопля та цукрові буряки. В разі валового вмісту більше 3-х кларків (> 1,0 ГДК) ці культури неспроможні сформувати повноцінний урожай. Оптимум для них

коливається в межах 1-2 кларків.

Здійснюючи моніторинг важких металів необхідно враховувати те, що згідно з ГОСТом 17.4.02-8.3 всі вони за ступенем еконебезпеки та можливого негативного впливу на ґрунт, рослини, тварин і людей поділяються на три класи:

- високонебезпечні елементи - миш'як, кадмій, ртуть, селен, свинець, цинк, фтор;
- середньонебезпечні – бор, кобальт, нікель, молібден, хром;
- малонебезпечні – барій, ванадій, марганець, стронцій.

До забруднювачів ґрунтів належать також мінеральні добрива і хімічні меліоранти, істотним недоліком яких є наявність в них баластних речовин , у тому числі токсичних елементів і сполук. Найбільше забруднені важкими металами фосфорні добрива, меншою мірою азотні і калійні (табл. 30).

Таблиця30

Вміст важких елементів в мінеральних добривах, г/т діючої речовини

Добрива	Мідь	Цинк	Кадмій	Свинець	Нікель	Хром
Азотні	51	63	1,23	21	6,83	0,38
Фосфорні	127	164	3,0	34	92	121
Калійні	9,4	20	1,05	28	9,1	0,89
Всі мінеральні добрива	59	77	1,62	26	30	33

Особливу екологічну небезпеку становить ненормальне застосування хімічних меліорантів і відходів промисловості. Наприклад, при внесенні фосфогіпсу в нормах 2-20 т/га у ґрунт надходить 100-400 мг стронцію. Використання на добриво піритних огарків забруднюєґрунт свинцем. При фосфоритуванні у ґрунт потрапляють фтор і стронцій, при внесенні сечовини – арсен.

Небезпечними для ґрунту є систематичне використання як добрива осадів стічних вод, забруднених важкими металами. Шкіряні, годинникові та інструментальні заводи істотно забруднюють осади хромом, електронна промисловість – кадмієм.

Високий вміст металів в осадах у багатьох випадках обумовлює їх непридатність навіть до захоронення. У таких місцях існує загроза істотного забруднення взаємодіючих природних об’єктів: ґрунту, поверхневих та підґрунтових вод.

Потрапляючи до екосистем, важкі метали постійно рухаються, переходячи з однієї форми в інші. Виділяють такі системи транслокації (переходу) важких металів: повітря-ґрунт, ґрунт-вода; ґрунт-рослина; ґрунт-рослина-тварина;ґрунт-рослина-тварина; ґрунт-рослина-людина та ін.

Постійне надходження важких металів у ґрунт викликає формування зон підвищеної екологічної токсичності. В межах цих зон змінюється характер міграції елементів і деякі геохімічні параметри ґрунту. Взаємодія металів з ґрунтом відбувається за типом реакції сорбції, осадження – розчинення, комплексоутворення, солеутворення, тощо. Швидкість і спрямованість процесів трансформації залежить від реакції середовища, гранулометричного складу ґрунту, вмісту гумусу та інших чинників.

Рухомість важких металів тісно пов’язана зі складом рідкої фази ґрунту: низька розчинність оксидів та гідрооксидів важких металів і внаслідок цього їх низька міграційна здатність характерні для ґрунтів з нейтральною та лужною реакцією. Рухомість важких металів зростає в ґрунтах з дуже кислою реакцією ґрунтового розчину. У загальному випадку для ґрунтів з кислою реакцією з урахуванням розчинності сполук різних важких металів останні за спаданням токсичності можна розмістити у такий ряд: Cd→Ni→Zn→Mn→Cu→Pb→Hg. Токсичність елементів для рослин безпосередньо пов’язана з їх рухомістю у ґрунтах. Ґрунт служить потужним геохімічним бар’єром для потоку важких металів.

ЗаО. Перельманом,геохімічнийбар’єр–це“ділянкиземноїкори,де накороткійвідстанівідбуваєтьсязменшенняміграції хімічнихелементіві, як наслідок, їхня концентрація”[148].Закласифікацієювченого,бар’єризанапрямомрухувод поділяють на латеральнійвертикальні,заспособоммасоперенесення–

надифузійнітаінфільтраційні. Дляхарактеристикибільшихза площею ландшафтів уживають термін *ландшафтно-геохімічні бар'єри,*які класифікованона такі типи: біогеохімічні,фізико-хімічні,механічні та техногенні. За визначенням М. Глазовської, під ландшафтно-геохімічним бар'єромтреба розуміти блок системи чи ділянку,де простежуєтьсярізка зміна фізико- хімічнихаботермодинамічнихумов: окисно-відновних,кислотно-лужних,фільтраційно-сорбційних,седиментаційних,біогеохімічних,атакожтемпературийтиску,де низка речовинвтрачаєрухомість,трансформуєтьсявінертнінерозчинніформи танакопичується,очищуючипотокиречовиніобмежуючисферу забруднення. За механізмом змінишвидкостіміграції ландшафтно-геохімічні бар'єри поділяютьна відновлювальні, окислювальні,кислотно-лужні, карбонатні, сорбційні, термодинамічні, випаровувальні, механічні,біогеохімічні,техногенні та комплексні.

Садовнікова Л.В [141] виділяє такі основні етапи у реакції ґрунтів на техногенний вплив та їх еволюцію від природного до техногенного порушеного стану:

- накопичення хімічних забруднювачів до критичного стану;
- значна зміна фізичних і хімічних властивостей ґрунтів
- несприятливі зміни pH, ємності катіонного обміну, втрата структури;
- нестриятливий вплив ґрунтових умов на рослинний покрив;
- розвиток процесів ерозії та дефляції;
- повне руйнування горизонтів ґрунту, деградація ґрунтів;
- утворення техногенної пустелі.

Важкі метали забруднюють не лише ґрунти. До 30-40% важких металів та інших похідних потрапляє із ґрунту у підґрунтові води. Накопичення у верхніх горизонтах ґрунтів надлишку важких металів збіднює видовий склад рослин, знижує їх темпи росту та розвитку, різко зменшує схожість насіння культурних та дикорослих видів. Під дією забруднення гинуть трав'янистий

покрив і лісові насадження, знижується врожайність сільськогосподарських культур і погіршується якість продукції.

Забруднення ґрунтів важкими металами різних класів небезпеки у переважній більшості випадків викликає погіршення їх основних властивостей і порушення екологічних функцій. Ступінь їх негативної дії залежить як від параметрів самого забруднення (концентрації, особливостей міграції в ґрунті, форми сполуки, терміну експозиції), так і від генетичних властивостей ґрунту (гранулометричного складу, вмісту гумусу, буферності, біологічної активності і окислювально-відновних умов).

Найбільш стійкими до забруднення є показники фізичних властивостей ґрунтового покриву, проте навіть у цьому випадку при забрудненні важкими металами погіршується структура ґрунту, збільшується його щільність, знижується водопроникність, погіршується повітряний режим. Наслідком цього є пригнічення рослин і мікробіоти, порушуються біогеохімічні цикли елементів живлення, посилюються процеси водної та вітрової ерозії.

Високі дози важких металів викликають збільшення у складі гумусу вмісту вуглеводнів, зростання ступеня окислення і концентрації органічного вуглецю. Забруднення важкими металами змінює і якісний склад гумусу, сприяючи зменшенню вмісту гумінових кислот і збільшенню вмісту фульвокислот.

Антропогенне забруднення ґрунтів важкими металами суттєво пригнічує активність процесів мінералізації азотвмісних органічних сполук і нітрифікації, призводить до зменшення вмісту у ґрунті рухомого азоту мінеральних сполук. Проте, невисокі концентрації важких металів або в високогумусованих ґрунтах викликають посилення процесів азотфіксації, амоніфікації, нітрифікації та мінералізації, внаслідок чого в ґрунті зростає вміст рухомих форм азоту і фосфору доступних рослинам.

Важкі метали, як правило, викликають і підкислення ґрунтового розчину. Доведено, що pH ґрунтових розчинів переважно має тенденцію до

підкислення по мірі заповнення вбирного комплексу іонами важких металів, внаслідок чого настає зміна рухомості багатьох елементів у системі «ґрунт-розчин», зокрема кальцію і магнію.

Під впливом важких металів виникають також порушення в структурі комплексу ґрунтових мікроорганізмів, що впливає на рівень ферментативної активності ґрунту, яка є порівняно більш стійким і чутливим показником біогенності ґрунту, ніж кількість і склад мікрофлори. Зміни ферментативної активності виникають вже при забрудненні ґрунту важкими металами на рівні 1 ГДК і більше. При цьому, високі концентрації забруднювачів призводять до пригнічення ферментативної активності, а невеликі дози важких металів стимулюють активність окремих ферментів, зокрема аскорбатоксидази та протеази. Вплив важких металів на ферментативну активність ґрунту залежить і від його типу, наприклад, висока концентрація пригнічує активність ферментів у дерново-підзолистому ґрунті на 40-70%, тоді як в чорноземі – лише на 10-20%.

У техногенно забруднених ґрунтах знижується активність біохімічних процесів: гальмується розкладання клітковини, синтез вільних амінокислот, процес виділення вуглекислоти і зниження кількості рухомої органічної речовини.

Актуальним питанням системи моніторингу вмісту важких металів залишається їх нормування в компонентах навколишнього середовища. Завдяки правильно розробленим гранично допустимим концентраціям (ГДК) забруднюючих речовин можливо здійснювати оцінку забрудненості природних об’єктів , визначати темпи накопичення токсикантів у навколишньому середовищі і оцінювати ефективність природоохоронних заходів.

На думку П.П. Надточія , дослідники, які займаються проблемою забруднення довкілля важкими металами, вважають, що розробка нормативів ГДК елементів-токсикантів для ґрунту – справа набагато важча, ніж розробка таких же нормативів для води і атмосфери [132]. Причиною цього є

гетерогенність ґрунту , як основна перепона на шляху до здійснення ефективного нормування вмісту забруднювачів. Розроблені наразі вітчизняні нормативи ГДК важких металів у ґрунті виявились у логічній невідповідності з їх фоновим вмістом , будучи або меншими за нього, або навпаки, значно перевищуючи його.

Багато спроб здійснити нормування забруднення ґрунтів важкими металами зводились до того, щоб визначити ГДК металу у ґрунті. Але використання єдиного для всіх ґрунтів показника фонового вмісту валових форм важких металів і оцінка за ним ступеня забруднення ґрунту неприпустима , оскільки фоновий вміст елементів різниться залежно від ґрунтової відміни. Встановлено, що фонові значення вмісту хімічних елементів навіть у межах одного регіону різняться у 7-10 разів [102] і обумовлені впливом мінералогічного та гранулометричного складу, вмістом гумусу, колоїдно-хімічними та кислотно-основними властивостями.

До сьогоднішнього часу в Україні немає єдиної концепції визначення ГДК елементів в основних ґрунтових відмінах, тому , на думку П.П. Надточія [132] , першим етапом нормування вмісту рухомих форм важких металів у ґрунтах має стати вибір еталоннихґрунтів. За еталон можуть братися:

- цілинний ґрунт або ґрунти на території об’єктів природно-заповідного фонду, на якій мінімінізований або повністю виключений антропогенний вплив;
- переліг, за умови, що він не використовувався в ріллі не менше , ніж 20-25 років (за відсутності цілинного еталону);
- розораний ґрунт з параметрами періоду проведення початкових спостережень за станом ґрунтів (матеріали крупномасштабного обстеження ґрунтів України 1957-1961 рр.).

Метод визначення важких металів у ґрунтах (відповідно до ГОСТ 17.4.3.03-85 (СТ СБВ 4469-84) повинен забезпечувати:

- визначення кількості забруднювача (елемента) на порядок нижче ГДК;
- відтворюваність методу не більше 30%;

- селективність відносно компоненту, який підлягає аналізу;
- використання реактивів із зазначенням їх чистоти, приладів та апаратури, що забезпечує відтворення методу.

Дуже важливо прицьому використовувати стандартні зразки ґрунтів. За ініціативою Ґрунтового інституту ім. В.В. Докучаєва розроблені стандартні зразки за хімічним складом для таких ґрунтів: дерново-підзолистий, сірий лісовий, чорнозем, каштановий, сірозем та червонозем [120].

При наявності стандартних зразків результати аналізів щодо визначення валового елементного складу атомно-адсорбційними методами є досить точними. Атомно-адсорбційний метод дозволяє на теперішній час визначити до 70 елементів (переважно метали) і має цілий ряд переваг у порівнянні з іншими: чутливість, селективність, висока продуктивність, достатньо добре відтворення результатів і простота виконання аналізу. Він забезпечує межу знаходження багатьох елементів на рівні 0,1-0,01 мг/дм^3, що у багатьох випадках дає можливість аналізувати ґрунтові і рослинні зразки без попереднього концентрування елементів.

При дуже високих концентраціях окремих елементів-забруднювачів в стандартні зразки вносять відповідні добавки у формі чистих солей. Аналітична помилка не повинна перевищувати приблизно 1/3 помилки репрезентативності змішаного ґрунтового зразка .

Визначенню загального вмісту металів у забрудненому ґрунті часто заважає високий вміст заліза, кількість якого у сотні і тисячі разів перевищує вміст елементів, які визначаються [120].

Детоксикацію ґрунту від надлишку важких металів проводять наступними заходами :

- вапнування ґрунту;
- внесення органічних добрив;
- внесення фосфорних добрив;
- застосування адсорбентів;
- фітомеліорація;

- промивка ґрунту.

При вапнуванні і досягненні рівня pH 6,5 рухомість важких металів є найнижчою, що підсилює також антагонізм між ними та кальцієм. Вапнування значно зменшує надходження в рослини кадмію [4].

При внесенні гною, торфу та органо-мінеральних сумішей , багатих на органічні сполуки, через комплексоутворення важкі метали зв'язуються або у малорухомі металоорганічні комплекси, або у ті, що неспроможні подолати клітинні мембрани на межі «ґрунт-корінь».

Внесення фосфорних добрив переводить важкі метали (свинець, цинк) у важкорозчинні сполуки, малодоступні для рослин. Для зменшення витрат на суперфосфат доцільно використовувати фосфоритне борошно, яке на кислих ґрунтах досить ефективно інактивує надлишкові кількості важких металів.

Для детоксикації надлишку важких металів у ґрунті можна використовувати цеоліти як природного , так і штучного походження. Проте, вони здатні нейтралізувати метали, що знаходяться в ґрунтовому розчині у вигляді катіонів, а надходження аніонної форми в рослини при внесенні цеолітів не знижується. Застосування різних видів цеоліту на кислих ґрунтах, забруднених свинцем, зменшило його вміст на 30%.

До біологічних заходів детоксикації ґрунту від надлишку важких металів відносять вирощування толерантних культур чи сортів, технічних, лісових культур чи розведення квітів.

2.3.2. Моніторинг ґрунтів забруднених пестицидами.

Пестициди – речовини хімічного чи біологічного походження, які використовують проти організмів, що завдають шкоди сільськогосподарським культурам і лісовим насадженням, запасам сільськогосподарських продуктів, а також для знищення небажаної рослинності,збудників хвороб і переносників захворювань тварин та рослин, для регулювання розвитку організмів [176]. Залежно від призначення їх поділяють на інсектициди, акарациди, фунгіциди, гербіциди нематоциди та

ін. Вони небезпечні для людей і тварин, тому їх використання вимагає суворого дотримання науково обґрунтованих регламентів. Потенційна можливість негативних наслідків застосування пестицидів зумовлюється насамперед їх здатністю викликати гострі отруєння та забруднювати біосферу шкідливими хімічними сполуками.

Критерієм отруйності є доза (кількість речовин, що надходить в організм), яка викликає загибель 50% піддослідних тварин ($ЛД_{50}$) і вимірюється в мг/кг маси тіла.

Потенційна небезпека забруднення навколишньогосередовища і продуктів харчування залежить від стійкості хімікату, що характеризується періодом його напіврозпаду (T_{50}),- часом , за який кількість отруйної речовини в досліджуваному об'єкті зменшується на 50%. Пестициди вважаються майже безпечними, якщо їхня доза $ЛД_{50}$,не перевищує 1000 мг/кг, а T_{50} – не менше 3 діб.

Ступінь небезпечності окремих препаратів оцінюється за шкалою інтегральної класифікації, яка враховує токсиколого-гігієнічні та екотоксикологічні показники і має 7 ступенів. Пестициди 1 і 2 ступенів характеризуються як дуже небезпечні, 3 – небезпечні, 4 і 5 – помірно небезпечні, 6 і 7 – малонебезпечні.

Асортимент пестицидів, дозволених до використання в Україні, становить майже 990 препаратів [147], які застосовуються на понад 40 млн. угідь сільськогосподарського призначення. Ряд асортиментних препаратів за критерієм токсичності, стійкості в навколишньому середовищі, міграції, біоконцентрації та фактичного забруднення об'єктів довкілля належить до 1-2 класу небезпеки і є потенційними забруднювачами компонентів довкілля, насамперед, ґрунту. Перелік пестицидів, заборонених до використання в сільському господарстві, або таких, що не можуть бути зареєстровані або перереєстровані в Україні, наразі налічує 87 позицій. Найбільш небезпечним серед них є хлорорганічні сполуки (ХОС). До цієї групи пестицидів входять ДДТ, гексахлорциклогексан (ГХЦГ), гептахлор, поліхлоркамфен, хлорбензол

та інші [138]. Відмінною особливістю хлорорганічних сполук є те, що вони довго зберігаються в довкіллі через значну стійкість до дії температури, вологості, мікроорганізмів, тощо. Найстійкішими з них є ДДТ та ГХЦГ, які можуть зберігатись в навколишньому середовищі десятки років, згубно діючи на всі ланки екосистеми.

За даними Міністерства аграрної політики України, незважаючи на те, що використання стійких високотоксичних хлорорганічних пестицидів було заборонено більше ніж півстоліття тому, їх залишки виявляються у пробах ґрунту від 8,5 % (сума ізомерів ГХЦГ) до 12,9% (продукти розпаду ДДТ). Найбільш забрудненими хлорорганічними сполуками є території хмільників, садів, ягідників та овочеві ділянки. Найсильніше забруднені пестицидами ґрунти Лісостепу, причому тут також зосереджено найбільше земель, які містять вищі за норму залишки фосфорорганічних сполук, а умовна щільність забруднення в 1,4 рази вища , ніж в Поліссі і Степу [132].

Наявність значних кількостей заборонених та непридатних до використання пестицидів на території колишніх сільськогосподарських підприємств також є значною загрозою для ґрунтової екосистеми і як високотоксичні відходи становлять підвищену небезпеку для здоров’я людей. Непридатними до використання ці речовини стають внаслідок протермінування, порушення умов зберігання або транспортування, відсутності маркування та ін. Пестициди на території вказаних вище господарств часто зберігаються в незакритих контейнерах, паперовій чи поліетиленовій тарі, а подекуди – й під відкритим небом. Тому з дощовими та весняними талими водами вони забруднюють ґрунт, поверхневі і підземні води внаслідок чого погіршується родючість земель, а високотоксичні компоненти пестицидів по трофічних ланцюгах переходять в організми людей і тварин, викликаючи в першу чергу захворювання імунної і репродуктивної систем.

Пестициди як біологічно активні речовини не повинні накопичуватись у ґрунті в концентраціях, які негативно впливають на життєдіяльність

мікроорганізмів. Вплив засобів захисту рослин на ґрунтові живі організми різниться залежно від речовини та типу організму. Побічні дії на біологічну активність не більше як 90 днів після застосування вважаються допустимими. Ґрунтові організми вступають в контакт з агрохімікатами через пряме надходження, а також поглинання гербіцидів в процесі харчування. Круглов Ю. (1983) виділив три найважливіші процеси , що відбуваються у процесі взаємодії мікроорганізмів з пестицидами:

- вплив на ґрунтові мікроорганізми та санітарний стан ґрунту;
- трансформація пестицидів;
- деградація та утилізація пестицидів ґрунтовими мікроорганізмами.

Нешкідливих пестицидів для людини та рослин не існує. Потрапляючи в організм людини, пестицидні препарати можуть спричинити низку захворювань: алергію, дерматит, бронхіальну астму та ін.

Особливі ситуації забруднення об’єктів навколишнього середовища виникають в разі підвищених норм витрати пестицидів. Використання максимальних норм витрати пестицидів є найбільш поширеною причиною їх негативного впливу на довкілля.

У ґрунт пестициди завжди потрапляють у всіх випадках їх використання. Певна їх частина розкладається на нетоксичні продукти протягом кількох місяців і не залишає помітного негативного впливу, інша частина зберігається роками й потрапляє в систему колообігу речовин в природі. Пестициди потрапляють в атмосферу у процесі випаровування, а потім випадають з дощем, вимиваються опадами або ґрунтовими водами у глибокі підґрунтові шари, виносяться коренями рослин на поверхню з ґрунтовим розчином і в мікрокількості надходять у продукти харчування і знову у ґрунт. Швидкість розкладу пестицидів залежить у ґрунті залежить від його типу, мінералогічного і гранулометричного складу, ступеня окультуреності.

Екологічна інтерпретація хімічного захисту рослин полягає в тому, що застосування пестицидів розглядається як засіб управління агроценозом з метою збереження врожаю й запобігання негативним наслідкам через

забруднення навколишнього середовища.

Робота з пестицидами вимагає абсолютного дотримання регламентів їхнього транспортування, зберігання та використання. Одним із важливих показників впливу пестицидів на живі організми й довкілля є токсичність, мірою якої є доза. Токсичність залежить від впливу та кількості діючої речовини, основних або розчинних інградієнтів. Особливо небезпечними є такі форми, як пил, гранули та порошки.

За мірою токсичності сучасні пестициди поділяють на чотири групи:

- сильнодіючі, які мають $ЛД_{50}$ менше 50 мг/кг живої маси;
- високотоксичні - $ЛД_{50}$ - 200 мг/кг;
- середньотоксичні - $ЛД_{50}$ - 200-1000 мг/кг;
- малотоксичні - $ЛД_{50}$ більше 1000 мг/кг;

У комплексі заходів щодо попередження негативної дії хімічних засобів захисту рослин на людину головним є обґрунтування гігієнічних нормативів допустимого вмісту пестицидів у продуктах харчування , ґрунтах та визначення умов , що регламентують їх застосування.

Патика В.П, Макаренко Н.А. та співавт. [1] пропонують зокрема використовувати наступні критерії оцінки негативної дії пестицидів на ґрунти, воду, повітря та продукти харчування:

- гранично допустима концентрація (ГДК) – максимальна концентрація , за якої речовина не має негативного прямого або опосередкованого впливу на здоров’я людини;
- орієнтовно безпечний рівень дії (ОБРД) – рівень дії забруднювачів у природних середовищах (ґрунт, вода, повітря) і продуктах харчування умовно безпечний для людини;
- залишкова кількість пестициду (ЗКП) – залишкова кількість пестициду, що зберігається в ґрунті впродовж певного часу після його застосування;

- орієнтовно допустима концентрація (ОДК) – тимчасовий показник, допустима кількість забруднюючої речовини в компонентах агроекосистеми, що не спричиняє негативної дії на людину;
- гранично допустима доза (ГДД) – максимальна кількість забруднюючої речовини, що не призводить до патологічних змін в організмі за відносно короткий проміжок часу;
- летальна доза пестициду ($ЛД_{50}$) – доза пестициду, що призводить до загибелі 50% піддослідних тварин;
- фітотоксична дія гербіциду ($ЕД_{50}$) або ГДК за фітотоксичністю – концентрація гербіциду в ґрунті, яка знижує масу рослин на 50%;
- період розкладу пестициду (T_{50} , T_{95} , $T_{ГДК}$) – період розкладу початкової кількості пестициду в певному середовищі на 50%, 95% та до значення ГДК відповідно.

2.3.3. Моніторинг ґрунтів забруднених радіонуклідами

Під радіонуклідним забрудненням ґрунту розуміють забруднення радіоактивними речовинами, вміст яких перевищує рівень, установлений згідно зі стандартами, нормами і правилами радіаційної безпеки. На думку Г.А. Роменнка радіоактивне забруднення педосфери як компонента навколишнього середовища слід поставити в один ряд з іншими типами фізичної, фізико-хімічної і біологічної деградації ґрунтів, що відноситься до найважливіших соціально-екологічних проблем і створює загрозу екологічній, економічній і національній безпеці держави. Радіоактивне забруднення ґрунтів у нинішніх умовах розглядається як самостійний тип хімічного забруднення, що має специфічні особливості. Підставою для віднесення радіоактивно забруднених ґрунтів до категорії деградованих є значна втрата властивостей щодо можливостей виробництва доброякісної сільськогосподарської продукції. На радіаційно небезпечних землях неможливе подальше проживання людей, одержання сільськогосподарської

продукції, продуктів харчування, що відповідають національним та міжнародним допустимим рівням вмісту радіоактивних речовин.

Рівень радіоактивного забруднення ґрунту визначається як природною радіоактивністю (радіонукліди ^{40}K, ^{226}Ra, ^{232}Th), так і радіоактивними елементами техногенного походження. Значний вклад у вивчення природної радіоактивності ґрунтів України зробив Д.М. Гродзинський [41,42]. Узагальнення результатів досліджень дало змогу виділити території з підвищеною радіоактивністю (> 850 Бк/кг, > $230 \cdot 10^{10}$ Кі/кг) – Вінницька, Черкаська, Київська, Кіровоградська та Запорізька області [41].

Техногенне радіоактивне забруднення ґрунтів та навколишнього середовища відбувається з наступних джерел:

- видобуток із надр великої кількості радіоактивних металів разом із кам'яним вугіллям, нафтою, газом, металевими рудами тощо;
- уранова промисловість, яка займається видобутком, переробкою, збагаченням урану і виготовленням ядерного палива;
- ядерні реактори різних типів;
- радіохімічна промисловість;
- місця захоронення радіоактивних відходів;
- використання радіоактивних ізотопів в народному господарстві;
- випробування ядерної зброї.

Необхідно окремо відзначити, що сільськогосподарська діяльність не викликає істотних змін фонової радіоактивності ґрунтів, не зважаючи на те, що відповідна кількість ^{40}K постійно надходить у ґрунт з калійними добривами.

Численні дослідження підтверджують, що отримати екологічно чистий урожай можливо лише при щільності забруднення ґрунтів на рівні природного фону або який не перевищує 1,0 Кі/км^2 по цезію-137 та 0,02 Кі/км^2 по стронцію-90 (табл. 31).

Таблиця 31

Шкала деградованості ґрунтів за рівнем їх радіоактивного забруднення по цезію-137

(Патика В.П., Тарарико О.Г. ,2002 [146])

Ступінь деградованості	Щільність забруднення ґрунтів, Кі/км^2		
	дерново-підзолисті		торфові
	легкі	важкі	
Недеградовані	На рівні природного фону		
Слабодеградовані	1,0	1,0	0,5
Середньодеградовані	1,0-3,0	1,0-6,0	0,5-2,0
Сильнодеградовані	3,0-15,0	6,0-15,0	2,0-4,0
Дуже сильнодеградовані	>15,0	>15,0	>4,0

Сільськогосподарське виробництво на територіях, забруднених радіонуклідами, повинне забезпечити максимальна зниження міграції нуклідів по трофічному ланцюгу: ґрунт-рослина-тварина-продукти тваринництва-людина і одержати сільськогосподарську продукцію з допустимими рівнями забруднення. Згідно з даними Науково-дослідного інституту сільськогосподарської радіології УААН, практично всі продукти рослинництва, що мають харчове значення, можуть бути отримані на ґрунтах з рівнем забруднення ^{137}Cs до 1,5 ГБк·км^2. У сільськогосподарському виробництві використовують землі першої та другої груп, що зазнали радіоактивного забруднення відповідно до 15 Кі/км^2 та від 15 до 40 Кі/км^2.

На забруднених територіях виробнича діяльність регламентується рівнем вмісту радіонуклідів у вироблюваній продукції для чого було введено допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у харчових продуктах і воді. Основне завдання сільськогосподарського виробництва в умовах радіоактивного забруднення полягає в необхідності забезпечення зниження надходження радіонуклідів у рослини. Для реалізації цього завдання було розроблено чимало агромеліоративних заходів, але широкого застосування набули лише ті з них, що виявились екологічно обґрунтованими, технічно здійсненими та економічно виправданими.

До комплексу заходів, що знижують надходження радіонуклідів у

продукти рослинництва, відносять:

- розведення радіонуклідів, що надходять у ґрунт їх хімічними аналогами (К, Са та ін.);
- зменшення рухомості радіонуклідів у ґрунті шляхом внесення речовин, що переводять їх у менш розчинні форми (органіка, сапропелі, торфокомпости, фосфати, калійні солі, карбонати, глинисті мінерали);
- зароблення забрудненого шару ґрунту в підорний горизонт за межі значного поширення кореневих систем – на глибину 60-70 см;
- підбір культур і сортів, що накопичують мінімальну кількість радіонуклідів;
- зниження рівня ґрунтових вод;
- розміщення технічних культур на забруднених ґрунтах, використання цих площ для одержання насіння.

Дослідженнями встановлено, що внесення сапропелю різних типів в рік застосування знижувало перехід радіоцезію-137 в урожай вівса майже вдвічі (на другий рік), концентрація радіоцезію залежно від типу сапропелю зменшувалась у зерні озимого жита та бульбах від 1,5 до 2 разів; зеленій масі вики – в 1,1-2,6 разів; кукурудзі на силос – від 0,9 до 2,8 рази[139]. Дія органічного сапропелю була більш ефективною ніж карбонатного: перший зменшував коефіцієнти переходу та нагромадження радіоцезію в зерні озимого жита в 1,3-2,0 рази, тоді як карбонатний сапропель - в 1,5 рази. Найбільш ефективною дозою сапропелю під картоплю (Поліський район Київської області) виявилась доза 60-80 т/га, яка забезпечила максимальний врожай і знизила перехід радіонуклідів ґрунту у продукцію в 1,5 рази. Результати досліджень Поліської філії ІГА показали, що сапропель є найбільш ефективним меліорантом в умовах радіоактивного забруднення дерново-підзолистих ґрунтів Полісся Волині. Внесення його в дозі 100 т/га в залежності від родовища зменшувало перехід цезію-137 в бульби картоплі в 2,7-4,3 рази; зерно вівса – в 2,7-3,2 рази; зелену масу люпину в порівнянні з контролем (без добрив) – у 2,3-5,2 рази. Удобрювальна дія 60т/га

підстилкового гною сукупно з мінеральними добривами у порівнянні з внесенням такої ж дози сапропелю знижувалась, проте коефіцієнти переходу цезію-137 в аналогічних варіантах з внесенням сапропелю були дещо вищими [139]. На жаль, більшість покладів озерних сапропелів потрапила в зону радіоактивного забруднення внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС. Обстеження озер Поліської групи показало, що інтенсивно забруднений , як правило, верхній – 0-30 см шар сапропелевих покладів. Тому при проектуванні робіт потрібно передбачати або залишення цього шару на дні озера, що досягається сучасними технологіями добування сапропелів, або зняття і подальше зберігання його в спеціально відведених чеках для використання на сильно забруднених радіонуклідами землях згідно з існуючим регламентом для торфу [139].До ефективних прийомів, що знижують надходження радіонуклідів в рослини, слід віднести звичайну і глибоку оранку, внесення підвищених доз мінеральних добрив, вапнування кислих ґрунтів , впровадження сівозмін із наявністю бобово-злакових трав та сидеральних культур.

2.4. Спеціальний моніторинг

2.4.1. Радіоекологічний моніторинг

Найбільшою техногенною катастрофою, пов’язаною зі значним радіоактивним забрудненням довкілля, є аварія на Чорнобильській АЕС, яка трапилась 26 квітня 1986 року. Внаслідок аварії постраждало близько 5 млн. громадян, майже 5 тис. населених пунктів Білорусії, України та Російської Федерації зазнали радіоактивного забруднення, у т.ч. більше 2,13 млн. осіб та 2293 населені пункти в Україні.

Територія, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи, поділяється на чотири зони [74]:

1. Зона відчуження – територія, з якої проведено евакуацію населення в 1986 році.

2. Зона безумовного (обов'язкового) відселення населення – територія , що зазнала інтенсивного забруднення довгоіснуючими радіонуклідами з щільністю забруднення ізотопами цезію від 555 кБк/км^2 та вище або стронцію від 111 кБк/км^2 та вище, де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших чинників може перевищити на 5,0 мЗв (0,5 бер) за рік дозу, яку вона одержувала в доаварійний період.
3. Зона гарантованого добровільного відселення – територія із щільністю забруднення ізотопами цезію від 185 до 555 кБк/км^2 та вище або стронцію від 5,5 до 111 кБк/км^2 та вище, де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших чинників може перевищити на 1,0 мЗв (0,1 бер) за рік дозу, яку вона одержувала в доаварійний період.
4. Зона посиленого радіоекологічного контролю - територія із щільністю забруднення ізотопами цезію від 137 до 185 кБк/км^2 та вище або стронцію від 0,74 до 5,5 кБк/км^2 та вище, де розрахункова ефективна еквівалентна доза опромінення людини з урахуванням коефіцієнтів міграції радіонуклідів у рослини та інших чинників може перевищити на 0,5 мЗв (0,05 бер) за рік дозу, яку вона одержувала в доаварійний період.

Катастрофа на ЧАЕС завдала великої шкоди ґрунтовому покриву, оскільки була забруднена територія площею 6,7 млн. га 74 адміністративних районах 12 областей України, у тому числі: до 37 кБк/км^2 (1 Кі/км^2) – 5,6 млн. га, 37-185 кБк/км^2 (1-5 Кі/км^2) – 1,0 млн. га, 185-555 кБк/км^2 (5-15 Кі/км^2) – 100 тис. га, понад 555 кБк/км^2 (>15 Кі/км^2) – 27 тис. га і 58 тис. га в зоні відчуження [132]. Найбільшого забруднення як защільністю, так і за площею зазнали території Київської, Житомирської, Чернігівської, Рівненської, Черкаської та Вінницької областей.

Рель’єф земної поверхні, рослинний покрив,гідрографічна мережа та способи сільськогосподарського використання території значно вплинули на поле радіоактивного забруднення на етапі первинного випадання радіонуклідів чорнобильського походження. ЧАЕС розташована в інтенсивно освоєному районі Українського Полісся, де в межах 30-кілометрової зони евакуації в доаварійний період було 40% ріллі, 35% лісів, 10% луків.

З першого ж дня після аварії на Чорнобильській АЕС і дотепер у ліквідації наслідків катастрофи беруть участь радіологічні підрозділи регіональних центрів "Облдержродючість". Саме завдяки самовідданій праці їхніх співробітників у короткі терміни визначено ступінь забруднення радіонуклідами сільськогосподарських угідь України.

Це дозволило організувати диференційоване проведення контрзаходів, зосередити фінанси і матеріальні ресурси на найзабрудненіших площах, значною мірою запобігти виробництву радіоактивно забрудненої сільськогосподарської продукції і цим радикально знизити радіаційне навантаження на населення.

Збір, аналіз та узагальнення даних радіологічного обстеження орних земель України показали, що станом на 1.01.2010 р. забруднення цезієм-137 вище 37 кБк/м^2 на сільськогосподарських угіддях України поширене на 461,7 тис. га, з них орних земель 345,9 тис. га. Забруднені площі зберігаються на території 12 областей, де було обстежено 8,8 млн. га .

Найбільші площі угідь, забруднених цезієм-137, поширені в таких областях: Житомирській - 156 тис. га, Черкаській - 76, Рівненській - 52, Чернігівській - 52, Вінницькій - 50, Київській - 34 тис. га. Серед названих областей - у Черкаській і Вінницькій одержання сільськогосподарської продукції, забрудненої вище допустимих рівнів, протягом останніх років не виявлено. Це пояснюється переважанням у ґрунтовому покриві легко- та середньосуглинкових чорноземів, де міграційна здатність радіонуклідів обмежена.

Найскладніша ситуація щодо забруднення сільськогосподарської продукції цезієм-137 склалась у Рівненській області, де забруднено 18,6 тис. га торфовищ (37 %). На цих площах міграція радіонукліду відбувається найбільш інтенсивно.

Стронцієве забруднення ґрунту на сільськогосподарських угіддях України спостерігається в значно більших масштабах, ніж цезієве. У межах 0,74-5,55 кБк/м стронцієм-90 забруднено 4,6 млн. га, що становить 52 % від обстеженої площі [135].

Сьогодні на радіоактивно забрудненій території відбувається самовідновлення природного ґрунтово-рослинного покриву характерних для Полісся корінних лісових ценозів через ряд сукцесій – перелогів, луків, чагарників та вторинних лісів; первинної структури генетичних горизонтів та природної кислотності ґрунтів; видалення або локалізація надлишкового азоту та інших техногенних забруднювачів. Процес самовідновлення ґрунтового покриву та природної рослинності з екологічної точки зору є явищем позитивним. При цьому спостерігається підвищення радіоекологічної ємності агроландшафтів та обмеження міграції радіонуклідів [132].

За роки після аварії майже вдвічі зменшилась площа території України, де рівень забруднення ^{137}Cs та ^{90}Sr значно перевищує рівень у доаварійний період, обумовлений глобальними випадіннями. При цьому рівень і масштаби забруднення території України ізотопами трансуранових радіонуклідів залишились практично незмінними.

У цілому, нині радіаційна ситуація на забруднених територіях порівняно з раннім поставарійним періодом покращилась. Це відбулось за рахунок:

- природних автореабілітаційних процесів (радіоактивного розпаду, фіксації і перерозподілу радіонуклідів у ґрунті);
- проведення комплексу контрзаходів, спрямованих на посилення біогеохімічних бар'єрів з метою блокування радіонуклідів у

ґрунтах, що забезпечує зниження радіаційного забруднення продуктів харчування місцевого виробництва;

- посиленого радіоекологічного моніторингу ґрунтів та сільськогосподарської продукції, її радіологічного контролю і чіткого дотримання рекомендацій з ведення сільськогосподарського виробництва.

Аналіз даних наукових досліджень показав, що і у віддалений поставарійний період до 90 % ^{137}Cs на природних угіддях продовжує зосереджуватись у верхніх шарах ґрунту. Це свідчить про необхідність та доцільність активного проведення агротехнічних контрзаходів з метою зниження міграції радіонуклідів у харчовому ланцюжку.

До основних факторів, що впливають на інтенсивність міграції радіонуклідів у природних і агробіоценозах, які розташовані на радіоактивно забруднених ґрунтах відносять [149]:

• на природних біоценозах (луках):

- фізико-хімічні властивості ґрунтів;
- вологозабезпеченість угідь;
- видовий склад фітоценозу;
- система використання добрив і меліорантів.

• на агробіоценозах:

- фізико-хімічні властивості ґрунтів;
- вологозабезпеченість угідь;
- біологічні особливості рослин;
- система використання добрив і меліорантів.

Мінімізація радіоактивного забруднення сільськогосподарської продукції належить до основних пріоритетних напрямів у комплексі протирадіаційних заходів на всіх етапах мінімізації наслідків ядерних катастроф. Було встановлено , що спрямованість протирадіаційних заходів диференціюється залежно від періоду розвитку післяаварійної ситуації. До найважливіших чинників, які визначають особливість протирадіаційних

заходів, належать [7]:

- загальна кількість викинутих у НПС радіонуклідів;
- закономірності розсіювання радіонуклідів на місцевості (площа і щільність радіоактивного забруднення);
- радіонуклідний склад інжектованих у НПС полютантів;
- біохімічна характеристика забрудненого середовища (тип ґрунту, особливості рослинного покриву, геоморфологічні особливості території тощо);
- метеорологічні і геофізичні чинники (кількість атмосферних опадів, динаміка їхніх випадінь тощо);
- особливості ведення аграрного виробництва (інтенсивність використання земельного фонду, напрями сільськогосподарського виробництва тощо);
- сезон, коли відбувся викид радіоактивних речовин у НПС тощо.

Під час систематизації динаміки радіаційної ситуації і спрямованості протирадіаційних заходів, умовно виділяють ранню, проміжну і пізню фази її розвитку [135]. На пізній фазі розвитку радіологічної ситуації, яка триває зараз, основним шляхом надходження радіонуклідів у сільськогосподарські ланцюги міграції є їх надходження у рослини із забрудненого ґрунту через кореневу систему. Протягом всього періоду зменшення вмісту таких радіонуклідів у сільськогосподарській продукції відбувається внаслідок фізичного розпаду, поступового зменшення інтенсивності міграції у трофічних ланцюгах під впливом природних біохімічних процесів (зміцнення їх фіксації твердою фазою ґрунту, вимивання за межі кореневмісного шару тощо). Цьому також сприяє застосування комплексу агротехнічних, агрохімічних і організаційних заходів, спрямованих на усвідомлену зміну параметрів родючості ґрунтів, які визначають інтенсивність міграції радіонуклідів у системі «ґрунт-рослина» [172].

2.4.2. Моніторинг меліорованих ґрунтів

Площа зрошуваних ґрунтів в Україні складає 2,6 млн. га, при цьому вони розташовані практично по всіх природних зонах і підзонах, але найбільше (84 %) їх зосереджено у степовій зоні. В структурі ґрунтового покриву на зрошуваних землях переважають чорноземні (61 % від загальної площі зрошення) й каштанові (15 %) ґрунти. Зрошення змінило склад ґрунтового покриву і призвело до появи вторинногідроморфних, засолених та солонцюватих ґрунтів, що викликає необхідність розробки критеріїв та показників стану зрошуваних земель.

Критерії оцінки стану зрошуваних ґрунтів

За даними С.А. Балюка [16] , довготривалі стаціонарні спостереження показали, що еволюція ґрунтів при зрошенні може йти як шляхом збереження властивостей без істотних (класифікаційно значущих) змін, так і шляхом розвитку деградаційних процесів. Напрямок і швидкість ґрунтових процесів визначаються при цьому якістю поливних вод, кліматичними та гідрогеологічними умовами регіонів, рельєфом, початковими властивостями ґрунтів, технікою і технологією зрошення й культурою землеробства. Деградація ґрунтів при зрошенні не стає неминучою стадією їх розвитку, а проявляється тільки при певних умовах. Можна виділити такі найбільш розповсюджені деградаційні процеси:

1. Підйом рівня ґрунтових вод (РГВ) і розвиток процесів підтоплення й вторинного іригаційного гідроморфізму ґрунтів. За даними Держводгоспу України, площі земель з РГВ менше 3 м складали в 90-х роках минулого століття 17-20 % від зрошуваної площі.

2. Активізація галохімічних процесів на локальному, регіональному та глобальному рівнях. Перерозподіл і винос солей тільки з дренажним стоком складає величину 2-3 млн. т на рік. Вторинне засолення ґрунтів має місце на окремих масивах, локально слабодренованих, які мають мінералізовані (більше 1 г/л) зрошувальні та/або ґрунтові (при РГВ менше 1,5-2,5 м) води.

Площі засолених земель (вторинно та природно) коливаються по роках у межах 6-9 %.

3. Зрошення приводить до підвищення вмісту водорозчинного й увібраного натрію. Процес осолонцювання визначається якістю поливних вод, вихідними властивостями ґрунтів, глибиною залягання та мінералізацією ґрунтових вод. Площі земель з різним ступенем солонцюватості досягають близько 30-40 % від загальної площі зрошення. В той же час, зрошення прісними водами природно солонцюватих або вторинно осолонцьованих ґрунтів призводить до їх іригаційного розсолонцювання.

4. Підлуження ґрунтів, збільшення у них лужного резерву й показників загальної і токсичної лужності, величини pH.

5. Дегуміфікація зрошуваних ґрунтів має місце при розвитку ерозійних, лужних та солонцевих процесів, при відсутності у сівозмінах багаторічних бобових трав та низьких (менше 7-9 т/га сівозмінної площі) дозах органічних добрив. Зміна якісного складу гумусу має місце при осолонцюванні ґрунтів і проявляється у збільшенні вмісту фульвокислот та звуженні співвідношення $C_{гк}/C_{фк}$.

6. Агрофізична деградація зрошуваних ґрунтів проявляється у їх знеструктуренні й ущільненні, розвитку злитизації.

7. Перетворення мінеральної компоненти ґрунтів при зрошенні проявляється у збільшенні гідрофільності й підвищенні дисперсності, трансформації найменш стійких мінералів смектитів, що призводить до зменшення їх вмісту й збільшення частки змішано-шаруватих мінералів.

8. Техногенне забруднення – це накопичення у водах (зрошувальних, ґрунтових та дренажних), ґрунтах та сільськогосподарських рослинах важких металів, фтору та інших забруднюючих речовин. Воно має локальне розповсюдження, в регіонах з високим фоновим рівнем (Донбас) і високою емісією елементів (значні джерела забруднення, приміські зони). На решті площі спостерігається збіднення орних шарів біогенними мікроелементами

внаслідок їх біологічного поглинання й вимивання у нижчі горизонти аж до ґрунтових вод.

9. Біологічні та біохімічні зміни у співвідношеннях різних груп мікроорганізмів, які призводять до прискорення процесів мінералізації органічних речовин і трансформації сполук азоту, накопиченню токсинів.

Масштаби багатьох з перелічених вище деградаційних процесів невідомі, тому що відсутній моніторинг зрошуваних земель.

Показники, нормативи і методи оцінкистану зрошуваних ґрунтів

Виходячи з направленості та інтенсивності розвитку ґрунтових процесів при зрошенні для оцінки стану зрошуваних ґрунтів необхідно використовувати комплекс показників, який включає:

1) якість зрошувальних вод;

2) глибину залягання ґрунтових вод;

3) мінералізацію ґрунтових вод;

4) ступінь засолення верхнього метрового шару ґрунтів та підґрунтя;

5) ступінь солонцюватості ґрунтів;

6) ступінь підлуження ґрунтів;

7) ступінь забруднення ґрунтів фтором, важкими металами та іншими забруднювачами;

8) склад і вміст гумусу;

9) щільність складення й структурно-агрегатний склад ґрунтів;

10 ступінь виявлення негативних екзогенних процесів (підтоплення та заболочування, ерозія та зсуви, гідроморфна трансформація ґрунтів та підґрунтя, просадки та суфозії).

Параметри показників та оцінку їх у балах наведено в табл. 32.

Таблиця 32

Показники та критерії еколого-меліоративного стану зрошуваних ґрунтів України (стосовно дрібномасштабного картографування)

Показники	Категорії стану ґрунтів та оцінка, в балах			
	Добрий та задовільний	**Задовільний із загрозою погіршення**	**Незадовільний**	**Надто незадовільний (кризовий)**
	1,0	**5,0**	**25,0**	**125,0**
Глибина залягання ґрунтових вод (ГВ) відносно критичної ($H_{кр}$), м	$>H_{кр}$	$=H_{кр}$	$<H_{кр}$	-
Мінералізація ГВ, г/л, при глибинах $>H_{кр}$ (до 5м), $<H_{кр}$(>5м)	<3,0 <1,0	>3,0 1,0-3,0	- 3,0-5,0	- >5,0
Ступінь засоленості верхнього метрового шару ґрунту	незасолені	Слабо-засолені та незасолені із слідами соди	середньо-засолені	сильно-засолені
Ступінь солонцюватості ґрунтів	несолонцюваті	слабо-солоцюваті	середньо-солонцюваті	сильно-солонцюваті та солонці
Ступінь прояву негативних екзогенних процесів	відсутні	слабкий	середній	сильний і дуже сильний

Треба відмітити, що прийнята в Держводгоспі України система оцінки меліоративного стану зрошуваних земель включає обмежений набір показників, перш за все якість поливних вод, глибина залягання та мінералізація підґрунтових вод, засоленість та солонцюватість ґрунтів.

Якість зрошувальних вод

Якість зрошувальних вод оцінюють за ДСТУ 2730-94 "Якість води для зрошення. Агрономічні критерії" і Відомчим нормативним документом ВНД 33-5,5-12-97 "Якість води для зрошення. Екологічні критерії". При цьому виділяють 3 класи придатності води для зрошення: 1-й клас – придатні, 2-й клас – обмежено придатні і 3-й клас – непридатні для зрошення. Агрономічні критерії включають оцінку води за небезпекою

засолення, осолонцювання й підлуження ґрунтів та токсичного впливу на рослини. Для додаткової оцінки вводяться термодинамічні показники – потенціали осолонцювання й підлуження ґрунтів з урахуванням їхньої буферності. Екологічні критерії включають оцінку води за небезпекою забруднення ґрунтів важкими металами, детергентами, нафтопродуктами та іншими токсикантами.

Глибина залягання рівня ґрунтових вод (РГВ)

Оцінюють середню за вегетаційний поливний період глибину залягання ґрунтових вод: на зрошуваних землях, прилеглих до площ зрошення, а також у зонах впливу масивів зрошення тощо. Ураховується (РГВ) першого від поверхні водоносного горизонту на період досліджень. Середню за поливний період глибину залягання РГВ розглядають відносно до „критичної” глибини ($H_{кр}$), тобто такої глибини, при якій утворюється оптимальний водно-повітряний режим для вирощування сільськогосподарських рослин і відсутня загроза вторинного засолення ґрунтів. Під $H_{кр}$ мають на увазі середню за вегетаційно-поливний період глибину залягання РГВ, яку визначають з урахуванням мінералізації ґрунтових вод, гранулометричного складу ґрунтів та підґрунтя, характеру ґрунтового покриву та зволоженості території. Критичні глибини РГВ розроблено для степової зони України гідрогеолого-меліоративними експедиціями Держводгоспу України та ІГіМом за даними узагальнення багаторічного досвіду експлуатації зрошувальних систем. Для оцінки показника використовують режимні спостереження однорічного та багаторічного циклів, а також карти глибин залягання ґрунтових вод, які складено гідрогеолого-меліоративними експедиціями Держводгоспу, організаціями Держкомгеології України.

Мінералізація підґрунтових вод

Показник оцінюється тільки при глибинах залягання РГВ менше 5 м від поверхні землі. Для оцінки мінералізації ґрунтових вод використовують існуючу класифікацію Комітету ЮНЕСКО (табл. 33).

Таблиця 33

Класифікація ґрунтових вод за ступенем мінералізації

Мінералізація, г/л	Найменування класу води
<1,0	Прісні
1,0-3,0	Слабосолоні
3,0-10,0	Середньосолоні (солонуваті)
10,0-35,0	Солоні
>35,0	Розсоли

Визначають за результатами гідрохімічного опробування свердловин режимної мережі та стаціонарів гідрогеолого-меліоративної служби Держводгоспу, гідрогеологічної стаціонарної мережі Держкомгеології.

Ступінь засолення верхнього метрового шару ґрунтів та підґрунтя

Існуючі класифікації за ступенем засолення ґрунтів складено з урахуванням реакції сільськогосподарських рослин на вміст солей у ґрунті. За даними В.А. Ковди [80,81], зниження врожайності середньосолестійких культур при слабкому засоленні складає від 5 до 20 %, при середньому – до 20-30 і при сильному – 30-50 % та вище.

За ступенем і характером засолення земель визначають засоленість верхнього метрового шару. Показник оцінюють за результатами сольових зйомок та випробувань, даними сольових і ґрунтово-сольових стаціонарів та спеціальних досліджень. Тип і ступінь засолення визначають за вмістом легкорозчинних солей у водній витяжці. Тип засолення ґрунтів та підґрунтя слід визначати за середньозваженим вмістом іонів згідно з табл. 34, а ступінь засолення ґрунтів і підґрунтя (категорія) встановлюють за сумарним вмістом солей з урахуванням типу засолення згідно з табл. 35.

Таблиця 34

Тип засолення ґрунтів

Тип засолення	**Умовні позначення**	**Співвідношення аніонів (в мг-екв/100г ґрунту)**		
		$\frac{Cl}{SO_4}$	$\frac{HCO_3}{Cl}$	$\frac{HCO_3}{SO_4}$
Хлоридний	X	>2,5	-	-
Сульфатно-хлоридний	CX	2,5-1	-	-
Хлоридно-сульфатний	XC	1-0,25	-	-
Сульфатний	C	<0,25	-	-
Содовий	Cg	-	>2,5	-
Хлоридно-содовий	XCg	-	2,5-1	-
Содово-хлоридний	CgX	-	1-0,25	-
Сульфатно содовий	CCg	-	-	2,5-1
Содово-сульфатний	CgC	-	-	1-0,25
		Співвідношення аніонів (в мг-екв/100г ґрунту)		
		$\frac{Ca}{Mg}$	$\frac{Na}{Mg}$	$\frac{Na}{Ca}$
Кальцієвий	К	2,5	-	-
Магнієво-кальцієвий	МК	2,5-1	-	-
Кальцієво-магнієвий	КМ	1-0,25	-	-
Магнієвий	М	<0,25	-	-
Натрієвий	Н	-	>25	-
Магнієво-натрієвий	МН	-	2,5-1	-
Натрієво-магнієвий	НМ	-	1-0,25	-
Кальцієво-натрієвий	КН	-	-	2,5-1
Натрієво-кальцієвий	НК	-	-	1-0,25

Таблиця 35

Класифікація ґрунтів за ступенем засолення

Вміст солей при різних типах засолення, %						Ступінь засолення
Х	**СХ**	**ХС**	**С**	**Із підвищеним вмістом гіпсу**	**Змішаний, з участю соди**	
<0,05	<0,1	<0,2	<0,3	<1,0	0,1	Незасолені
0,05-0,15	>0,1-0,2	0,2-0,4	0,3-0,4	1,0-1,2	0,1-0,2	Слабозасолені
0,15-0,3	0,2-0,4	0,4-0,6	0,4-0,8	1,2-1,5	0,2-0,3	Середньозасолені
0,3-0,7	0,4-0,8	0,6-0,9	0,8-1,2	1,5-2,0	0,3-0,5	Сильнозасолені
>0,7	>0,8	>0,9	>1,2	>2,0	>0,5	Дуже сильно засолені

Ступінь солонцюватості ґрунтів

Осолонцювання – це найбільш розповсюджений процес на зрошуваних землях. Ступінь природної солонцюватості ґрунтів за вмістом поглинутого натрію оцінюють згідно з існуючою класифікацєю, яку наведено в табл. 36.

Таблиця 36

Класифікація ґрунтів та підґрунтя за ступенем солонцюватості

Ґрунти	Вміст натрію від суми поглинутих катіонів				
	Несолонцюваті	**Слабо-солонцюваті**	**Середньо-солонцюваті**	**Сильно-солон-цюваті**	**Солонці**
Високогумусні	<5	5-10	10-15	15-20	>20
Малогумусні	< 3	3-5	5-10	10-15	> 15

Визначення ступеня вторинної солонцюватості ґрунту необхідно здійснювати на основі комплексу таких показників:

- вмісту увібраних Na^{+}+K^{+}, % від суми катіонів;

- відношення активності натрію до активності кальцію ($\frac{aNa}{\sqrt{aCa}}$);

- термодинамічного натрієво-кальцієвого потенціалу, який характеризує процес осолонцювання (pNa—0,5 pCa);

- вмісту карбонатів і активності кальцію (протисолонцююча буферність, табл. 38);

- гранулометричного складу ґрунтів.

Якщо наведені показники вказують на різні ступені вторинної солонцюватості, пріоритет надається вмісту ввібраних Na^{+}+K^{+}, % від суми катіонів. При цьому на підставі наявних даних припускають, що при слабкому ступені вторинної солонцюватості зниження врожаю складає в середньому до 15-20 %, середньому – до 20-30 %, сильно – до 40-50 % і вище. Відсутність матеріалів просторової характеристики показника ступеня солонцюватості ґрунтів не дозволяє на даному етапі виконати його регіональне картографування і скласти відповідну карту. Тому при оцінці еколого-меліоративного стану земель показник враховано тільки в конкретних фіксованих точках за даними окремих стаціонарів з фактичним розвитком солонцюватих ґрунтів та в точках, де потенційно можливий процес осолонцювання.

Таблиця 37

Класифікація ґрунтів за ступенем вторинної солонцюватості

Ступінь солонцю-ватості	Буферність ґрунтів								
	Низькобуферні			Середньобуферні			Високобуферні		
	Увібрані Na+K,%	$\frac{aNa}{\sqrt{aCa}}$	pNa-0,5 p Ca	Увібрані Na+K,%	$\frac{aNa}{\sqrt{aCa}}$	pNa- 0,5 p Ca	Увібрані Na+K,%	$\frac{aNa}{\sqrt{aCa}}$	pNa—0,5 p Ca
Важкі ґрунти									
Не-солонцюваті	<1	<0,5	>1,65	<3	<1	>1,35	<5	<2	>1,05
Слабо-солонцюваті	1-3	0,5-1	1,65-1,35	3-6	1-3	1,35-0,87	5-10	2-7	1,05-0,50
Середньо-солонцюваті	3-6	1-3	1,35-0,87	6-10	3-7	0,87-0,50	10-15	7-10	0,50-0,35
Сильно-солонцюваті	>6	>3	<0,87	>10	>7	<0,50	>15	>10	<0,35
Легкі ґрунти									
Не-солонцюваті	<3	<1	>1,35	<5	<2	>1,05	<6	<3	>0,87
Слабо-солонцюваті	3-6	1-3	1,35-0,87	5-10	2-7	1,05-0,50	6-12	3-8	0,87-0,44
Середньо-солонцюваті	6-10	3-7	0,87-0,50	10-15	7-10	0,50-0,35	12-16	8-12	0,44-0,27
Сильно-солонцюваті	>10	>7	<0,50	>15	>10	<0,35	>16	>12	<0,27

Примітки: Важкі ґрунти– важкосуглинкові і легко глинисті; легкі – і середні суглинки.

Таблиця 38

Градація ґрунтів за протисолонцюючою буферністю

Буферність ґрунту	Вміст $CaCO_3$, %	Активність іонів кальцію, м-екв/л ґрунтового розчину
Низько буферні	<2	<6
Середньо буферні	2-10	6-10
Високо буферні	>10	>10

Ступінь підлуження ґрунтів

Зрошення часто викликає зміну лужних характеристик ґрунтів. Природа підлуження при цьому різноманітна. Це засолення та осолонцювання ґрунтів, надходження соди з підґрунтових вод, поливи лужними водами тощо. Запропоновано градації ґрунтів за ступенем підлуження та токсичної лужності. Визначено рівні зниження врожайності при різному ступені підлуження, від 15-20 % – при слабкому, до 30-50 % – при сильному ступені. Розроблено градацію ґрунтів за ступенем підлуження за комплексом показників (табл. 39), які увійшли до діагностичних критеріїв ступеня деградації зрошуваних ґрунтів.

Таблиця 39

Градація ґрунтів за ступенем підлуження

Назва ґрунтів	Показники			
	pH	HCO_3^{2-}	HCO_3-Ca	pH—pNa
Слаболужні	8,0-8,5	До 0,3	0,5—1,0	4,0—5,0
Середньолужні	8,5-9,0	0,3—0,9	1,0—2,0	5,0—5,5
Сильнолужні	>9,0	>0,9	>2,0	>5,5

При зрошенні посилюється міграція важких металів та фтору по профілю ґрунтів. Ступінь забруднення ґрунтів важкими металами оцінюють за сумарним показником ступеня забруднення Zc, а також шляхом порівняння фактичного їх вмісту з фоновим та гранично допустимими концентраціями. Вміст водорозчинного фтору оцінюють за градацією, представленою в табл. 40.

Таблиця 40

Градація зрошуваних ґрунтів за вмістом водорозчинного фтору (шар ґрунту 0-30)

Вміст водорозчинного фтору, мг/кг ґрунту	Рівень вмісту фтору
<3	Низький
3—6	Середній
6—9	Високий
10	ГДК
>10	Забруднений ґрунт

Вміст і склад гумусу

За даними деяких дослідників С.А. Балюка та ін., зрошення викликає в одних випадках безперервне зниження гумусу, в інших – він залишається без змін або збільшується [16]. Пропонується за гранично допустиму норму зменшення вмісту гумусу вважати 20 % від його вмісту у вихідних ґрунтах (до початку зрошення або на незрошуваних ґрунтах) й відносити ці ґрунти до сильнодеградованих.

Зміна агрофізичних властивостей

При зрошенні в більшості випадків спостерігається зміна агрофізичних властивостей. При цьому орний шар зрошуваних ґрунтів стає більш щільним, брилистим, його шпаруватість і водопроникність зменшується. Як показник зміни агрофізичних властивостей зрошуваних ґрунтів доцільно використовувати структурно-агрегатний склад (повітряно-сухі та водостійкі агрегати) і щільність складення орного шару.

Ступінь виявлення негативних екзогенних процесів

Ступінь виявлення або ураженості території негативними екзогенними (геологічними та техногенними) процесами оцінюють за коефіцієнтом просторової ураженості (Кп), який відображує частину площі, яку обіймає той чи інший процес в межах досліджуваної території (регіонально-типової області або окремої її частини). Коефіцієнт просторової ураженості розраховується за формулою:

$$\hat{E}_i = \frac{f_{ід}}{F},$$

де $f_{пр}$ – площа, яка охоплена тим чи іншим процесом;

F - загальна площа території, яка оцінюється.

Серед регіонально розвинутих екзогенних процесів переважають процеси підтоплення та заболочування, площинної та лінійної ерозії, активізації зсувів, суфозійного карсту, просадок та гідроморфної трансформації ґрунтів (подоутворення). Класифікація території за ступенем ураженості тим чи іншим негативним екзогенним процесом наведена в табл. 41.

Таблиця 41

Класифікація території за ступенем ураженості негативними екзогенними процесами

Значення коефіцієнта просторової ураженості - Кп	**Ступінь ураженості території (категорія)**
0<Кп<0,01	Процеси відсутні
0,01<Кп<0,1	Слабкий
0,1<Кп<0,35	Середній
0,35<Кп<0,5	Сильний
Кп>0,5	Дуже сильний (кризовий)

Ступінь ураженості території декількома процесами оцінюють для кожного з них з урахуванням масштабу картографування. Разом з переліченими вище показниками він покладений в основу оцінки еколого-меліоративного стану степової зони України. Як показали численні дослідження, ступінь змін властивостей зрошуваних ґрунтів може бути різним: від слабкого, який практично не впливає на функціонування ґрунтів і врожай рослин, до сильного, що змінює ґрунтові властивості й режими та різко знижує врожай. Усе це робить нагальною розробку діагностичних критеріїв деградації зрошуваних ґрунтів. При цьому за критерій визначення ступеню деградації того чи іншого параметра необхідно прийняти зниження врожайності культур та розроблені градації ступеня прояву того чи іншого процесу.

Діагностичні критерії ступеня деградації зрошуваних ґрунтів наведено в табл. 42.

Таблиця 42

Діагностичні критерії деградації зрошуваних ґрунтів (за С.А. Балюком)

№ пор.	Показники	Недеградований ґрунт	Ступінь деградації		
			слабкий	середній	сильний
1	Засоленість ґрунтів, вміст солей (див. табл. 5.4)	Незасолені	Слабозасолені	Середньозасолені	Сильнозасолені
2	Осолонцювання ґрунтів (див. табл. 5.6)	Несолонцюваті	Слабосолонцюваті	Середньосолонцюваті	Сильносолонцюваті
3	Підлуження ґрунтів (див.табл. 5.8)	Немає	Слаболужні	Середньолужні	Сильнолужні
4	Гумусний стан ґрунтів Зменшення вмісту гумусу, % від початкового	Немає	до 5	5—20	>20
5	Агрофізичний стан ґрунтів Структурно-агрегатний склад, %,				
6	Повітряно-сухі агрегати (0,25-10,0 мм)	>70	60—70	40—60	<40
7	Водостійкі агрегати (>0,25 мм)	>45	35—45	25—35	<25
8	Рівноважна щільність, г/см^3				
9	Важкі ґрунти	<1,3	1,3-1,4	1,4—1,6	>1,6
10	Легкі ґрунти	<1,3	1,3—1,5	1,5-1,6	>1,6
11	Техногенне та сільськогосподарське забруднення				
12	Сумарний показник ступеня забруднення ґрунтів важкими металами (Zc)	<16	16-32	32—128	>128
13	Вміст водорозчинного фтору, мг/кг ґрунту	<6	6—10	10—20	>20

Оцінку кожного з показників здійснюють за чотирма градаціями: недеградований ґрунт (добрий стан); слабкий ступінь деградації (задовільний стан, ґрунти із слабким класифікаційно значущим ступенем вираженості того

чи іншого деградаційного процесу); середній ступінь деградації (незадовільний стан, ґрунти із середнім ступенем деградаційного процесу); сильний ступінь деградації (кризовий стан, ґрунти із сильним ступенем деградаційних процесів).

Перелік процесів і показників ґрунтово-екологічного стану зрошуваних земель і методів їх визначення наведені в табл. 43.

Таблиця 43

Перелік процесів, показників і методів їх визначення

№ пор.	Процеси, показники	Методи визначення
1	Засолення ґрунтів. Вміст солей у ґрунті (CO_3, HCO_3, CI, $S0_4$, Ca, Mg, Na, K, pH)	ГОСТ 26428-85 «Почвы. Методы определения катионно-анионного состава водной вытяжки»; ГОСТ 26423-85 «Методы определения pH и плотного остатка водной вытяжки»; ГОСТ 26424-85 «Почвы. Методы определения ионов карбонатов и бикарбонатов в водной вытяжке»; ГОСТ 26425-85 «Почвы. Методы определения иона хлорида в водной вытяжке»; ГОСТ 26426-85 «Почвы. Методы определения иона сульфата в водной вытяжке»; ГОСТ 26427-85 «Почвы. Методы определения натрия и калия в водной вытяжке»;
2	Солонцюватість ґрунтів. Вміст обмінних натрію, калію, кальцію та магнію	ГОСТ 26428-85 «Почвы. Методы определения кальция и магния в водной вытяжке» ГОСТ 26950-86. «Почвы. Методы определения обменного натрия»; ГОСТ 26487-85. «Почвы. Определение обменного кальция и обменного (подвижного) магния методом ЦИНАО»; ГОСТ 26210-84. «Почвы. Определение обменного калия»
3	Активність іонів H, Ca і Na в зрошувальних водах та ґрунтах	Потенціометричні методи визначення активності іонів водню, натрію та кальцію в зрошувальних водах та ґрунтах. Київ, 1997
4	Вміст гумусу в ґрунтах	ГОСТ 26213-91. «Почвы. Методы определения органического вещества»
5	Агрофізичні властивості. Щільність укладення. Структурно-агрегатний склад	Метод режущего кольца (Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А., 1973). Сухое и мокрое просеивание методом Саввинова (Методическое руководство, 1969)
6	Забруднення ґрунтів. Вміст важких металів і фтору	Инструкция по определению тяжелых металлов и фтора химическими методами в почвах, растениях и водах при изучении загрязненности окружающей среды. – М.: Гидрометеоиздат, 1978
7	Якість іригаційних вод	ДСТУ 2730-94. «Якість природної води для зрошення. Агрономічні критерії» ВНД 33-5.5-02-97. Якість води для зрошення. Екологічні критерії
8	Критична глибина ґрунтових вод	Оценка гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель. – К.: Урожай, 1991

Методика польових досліджень

Завдання оцінки ґрунтово-меліоративного стану зрошуваних земель реалізується шляхом:

- проведення щорічного ґрунтово-меліоративного контролю зрошуваних і прилеглих до них земель;
- створення ділянок тривалого стаціонарного нагляду за динамікою властивостей зрошуваних ґрунтів;
- порівняльних аналітичних досліджень на ключах-аналогах;
- періодичних ґрунтово-меліоративних зйомок зрошуваних і прилеглих земель (ВБН 33-5.5-01-97 «Організація і ведення еколого-меліоративного моніторингу». Ч. 1 - Зрошувані землі).

Комплексна оцінка еколого-меліоративного стану земель

Оцінку еколого-меліоративного стану території виконують згідно із запропонованим комплексом показників (табл. 32), які відображують загальні закономірності зміни еколого-меліоративного стану освоюваних масивів (зрошуваних та прилеглих до них земель). Оцінку здійснюють на конкретний період часу за середнім балом відповідно до оціночних шкал (критеріями) зміни показників. Середній бал визначається як середнє арифметичне суми оціночних показників. Це дозволить ідентично виконати оцінку при неоднаковій кількості показників у різних точках, а також при недостатній для оцінювання показників інформації. Залежно від значень середнього бала запропоновано кількісну оцінку еколого-меліоративного стану земель. Балом 0,3-1,0 (до 1,0) оцінюють явно добрий або задовільний еколого-меліоративний стан, який не потребує при збереженні існуючого рівня експлуатації і навантажень застосування додаткових заходів. Потрібний лише вибірковий щорічний контроль. Задовільний із загрозою погіршення стан оцінюють значенням середнього бала від 1,0 до 5,0. Без застосування додаткових агромеліоративних заходів у найближчі три-п’ять

років він неминуче погіршиться; потрібно випереджаюче планування заходів, щоб не допустити переходу земель в незадовільний стан. Бал 5-10 характеризує незадовільний стан, який потребує безвідкладного використання агромеліоративних заходів, у тому числі й зміни технологій зрошуваного землеробства. При значенні середнього бала більше 10,0 без корінної меліорації земель їх експлуатація недоцільна, площі повинні виключатися з освоєння. У залежності від того, які показники стають причиною незадовільного або задовільного із загрозою погіршення стану, намічають конкретні агромеліоративні або природоохоронні заходи, визначають їх зміст, обсягом, черговість та терміни вводу. Оцінку виконують на базі загального природно-меліоративного районування .

Аналіз стану зрошуваних земельеколого-меліоративного стану земель

При проведенні оцінки еколого-меліоративного стану як джерела інформації були використані польові, фондові та архівні матеріали й звітна документація різноманітних відомств (в основному Держкомгеології та Держводгоспу) відповідно до нормативних документів. Площі з близьким заляганням РГВ характерні для заплав рік, низьких надзаплавних терас, узбережних зон морів та лиманів, окремих ділянок зрошуваних масивів як вододільного (Інгулецька зрошувальна система Миколаївської області, Явкінська зрошувальна система Одеської області), так і терасового типу.

За мінералізацією ґрунтових вод спостерігається закономірне її зниження з півдня на північ від 5-10 і більше до 1 г/л і менше. Більш високі значення мінералізації характерні для вододільних просторів, низькі (до 1-3 г/л) – у заплавах рік. Високомінералізовані води віднесені до Присивашської зони та приморських зон тощо. Розподіл площ за глибиною залягання РГВ на зрошуваних землях України такий: менше 1 м – 0,2 %, 1-2 м – 3-4 %, 2-3 м – 10-12 %, 3-5 м – 15 % та більше 5м – 70 % від загальної площі зрошення; за мінералізацією ґрунтових вод: менше 1,1 г/л –25-28 %,

1,1-3 г/л – 30-32 % і більше 3,1 г/л – 30-33 %. Аналіз існуючого матеріалу свідчить, що в основному засолені ґрунти, приурочені до морських терас, дельт, заплав та низових терас річок, а також до днищ великих балок, найчастіше мають генетичне походження. Основні площі середньо- та сильнозасолених ґрунтів в Одеській, Херсонській, Запорізькій і Донецькій областях та Автономній Республіці Крим розташовані в приморській зоні в межах морських терас. Вони трапляються між оз. Сасик та Алібей, між Хаджибейським та Куяльницьким лиманами, вздовж Каркинітської затоки, Молочного лиману, Феодосійської затоки та ін. У Дніпропетровській, Запорізькій та Луганській областях такі ґрунти приурочені до заплав таких великих рік, як Орель, Самара, Сіверський Донець, а також до їх приток (річок Бик, Янчул, Гайчур, Деркул, Айдар, Євсуг та ін.). Найменшу засоленість мають заплави рік Південного Бугу та його притоків, Темгула, Великого Куяльника, Інгула та Інгульця. Основна ж частина ґрунтів заплав рік та низьких терас степової зони України мають слабкий ступінь засоленості. На зрошуваних масивах Одеської та Миколаївської областей на захід від Південного Бугу, де для зрошення використовували води завищеної мінералізації (зрошення на місцевому стоці), спостерігаються площі слабкого засолення. У Херсонській області, в районах Інгулецького, Краснознам'янського та Каховського каналів розповсюджені незасолені ґрунти зі слідами соди. Кількість сильно- та середньозасолених ґрунтів на масивах зрошення обмежена й трапляються у вигляді окремих плям. Таким чином, процеси вторинного засолення мають обмежений розвиток. У цілому на зрошуваних землях України площі зі слабким ступенем засолення становлять 6-8 %, із середнім – 1-2 % та сильним – 0,5-1,0 %. Оцінку еколого-меліоративного стану земель виконували на базі загального природно-меліоративного районування території з використанням скороченого комплексу показників для дрібномасштабного картографування, критеріїв та методики, розробленої ІГіМом. При оцінці до складу гідрогеологічних показників входили глибина залягання РГВ відносно критичної,

мінералізація ґрунтових вод; інженерно-геологічних – ступінь ураженості території екзогенними процесами (гідроморфна трансформація ґрунтів та подоутворення, ерозійний розмив та денудація, підтоплення та заболочування, просадка та суфозійний карст); ґрунтово-меліоративних - засоленість ґрунтів і підґрунтя верхнього метрового шару, ступінь осолонцювання (в окремих точках). Оцінку виконували з використанням бальної шкали з градаціями показників за середнім балом (Бсер.) комплексу показників. Якщо при велико- та середньомасштабних (1:200 000, 1:250 000 та більше) дослідженнях детальність оцінки передбачала визначення п'яти категорій стану (добрий, задовільний, задовільний із загрозою погіршення, незадовільний та вкрай незадовільний), то при дрібномасштабних (1:200 000-1:750 000 та менше) граничні градації об'єднували з визначенням трьох категорій еколого-меліоративного стану: добрий (Бсер. до 1,0), задовільний (Бсер.=1,0-5,0) та незадовільний (Бсер. більше 5,0).

У регіональному плані ділянки з негативним еколого-меліоративним станом земель приурочені до заплав рік, схилів річкових долин та балок, низьких надзаплавових терас, прибережних та приканальних зон, подів та мікрозападин, а також до зрошуваних земель. Негативний стан земель у межах заплав річок півдня України обумовлений головним чином засоленням ґрунтів (південно-західна приморська частина Одеської області, ліві притоки Сіверського Дінця у Луганській області, лівобережна частина Дніпропетровської області, заплави рік Орель, Самара, Вовча). На окремих площах незадовільний стан викликано дуже близьким заляганням ґрунтових вод, підтопленням або заболочуванням земель. У Присивашші до цих показників додається ще й солонцюватість ґрунтів, а також висока мінералізація ґрунтових вод. На окремих ділянках заплав рік (Донецька область) відмічені активні процеси карстоутворення (відкрита форма карсту). У межах крутих схилів річкових долин та балок незадовільний стан земель обумовлено інтенсивним розвитком площинної ерозії, яроутворення, зсувів та обвалів. На півдні Одеської та Миколаївської областей на деяких ділянках

при практично суцільному розповсюдженні зрошуваних земель незадовільний стан викликано активно діючими карстовими процесами на схилах, рідше суфозією. Інтенсивно ці процеси розвинуті вздовж Каховського водосховища в межах Херсонської області. Місцями, переважно у Миколаївській області та Криму незадовільний стан земель на схилах пов'язаний з розвитком у їх межах середньозасолених ґрунтів (на ущільнених глинах). На вододільних просторах ділянки з незадовільним еколого-меліоративним станом приурочені головним чином до зрошуваних площ як наслідок підйому РГВ вище критичних позначок та підтоплення території (Миколаївська, Дніпропетровська, рідше – Одеська області, Крим). Інколи ці процеси посилюються високою мінералізацією ґрунтових вод. У межах південної частини Дунай-Дністровського межиріччя (Одеська область), у Херсонській, рідше – Запорізькій областях причиною незадовільного стану земель є осідання лесових ґрунтів на зрошуваних площах. В окремих регіонах Херсонської, Дніпропетровської, Луганської областей та Автономної Республіки Крим активного розвитку набувають суфозійно-карстові процеси та процеси гідроморфної трансформації ґрунтів. У межах Херсонської області райони незадовільного еколого-меліоративного стану нерідко приурочені до подів (як давніх, так і новоутворених), де проходить гідроморфна трансформація ґрунтів та лесових порід. Значна частина і зрошуваних, і прилеглих до них богарних земель, які зазнають впливу іригації, характеризується задовільним станом. Найбільше таких земель у Дніпропетровській, Херсонській, Миколаївській та Одеській областях. У межах заплав річок та днищ балок такий стан викликано як неглибоким заляганням ґрунтових вод (практично повсюдно), так і слабким засоленням ґрунтів (межиріччя Дунай-Дністер, Крим, південь Запорізької області, лівобережна частина Дніпропетровської області, заплави майже всіх рік Донецької та Луганської областей). У межах терасових та вододільних рівнин півдня України незадовільний еколого-меліоративний стан обумовлено переважно розвитком зсувних процесів (північно-західна частина Одеської

області), площин змиву ґрунтів та підґрунтя (схили балок, річкових долин та крупних подів), підвищеноюмінералізацією ГВ (Миколаївська, Херсонська, Запорізька області), подоутворенням (Херсонська, у меншій мірі Одеська та Миколаївська області). Рідше загроза погіршення стану викликана розвитком негативних процесів (карсту, суфозії, осідання, еолових процесів тощо), засоленням та солонцюватістю ґрунтів.

Заходи покращення агроекологічного стану зрошуваних земель

Профілактичні заходи:

- переглянути концепцію використання земельних ресурсів відносно еколого-економічних критеріїв та адаптації до конкретних умов;
- території, співвідношення сільськогосподарських культур у зрошуваних сівозмінах;
- виконати комплексну регіональну оцінку сучасного екологічного стану земельних ресурсів. Із цією метою провести зусиллями служб Укрземпроектів, ГГМЕ та обласних станцій хімізації інвентаризацію зрошуваних земель шляхом обстеження їх стану;
- на підставі результатів обстеження розробити регіональні програми з підвищення родючості ґрунтів, одержання проектної врожайності;
- оцінити рівень техногенного впливу та ступінь його еколого-економічної адаптації до стану земель:
- виконати ранжування земель за еколого-економічними критеріями з подальшим районуванням території;
- організувати та провести моніторингові роботи, створити єдину нормативно-методичну документацію та структуру інформаційної бази, які враховують вимоги існуючих видів й блоків моніторингу. Із цією метою розширити програму та обсяг показників, які контролюють ГГМЕ за рахунок розроблених в ІГА діагностичних критеріїв і показників стану зрошуваних земель:

- виявити і картографувати зони існуючих кризових ситуацій та зони з потенційною небезпекою їх розвитку як об'єкти, які потребують невідкладного прийняття рішень за результатами комплексної оцінки.

Оперативні заходи

До оперативних належить віднести комплекс таких агромеліоративних, агротехнічних та агрохімічних засобів, як оперативне управління режимами зрошення, поліпшення якості зрошувальних вод, очищення води, планування поверхні з регулюванням поверхневого стоку, дренаж тощо. Розробка та призначення заходів, які спрямовані на збереження або поліпшення еколого-меліоративного стану земельних ресурсів, базуються на результатах оцінки еколого-меліоративного стану земель, динаміки ґрунтоутворювальних процесів та умов росту рослин. Залежно від того, який конкретно показник (або група показників) є причиною незадовільного стану, цілеспрямовано намічають конкретні меліоративні заходи, терміни їх введення. До оперативних заходів запобігання розвитку негативних процесів та оптимізації умов росту рослин відносять:

- проведення реконструкції зрошувальних систем, якій повинна передувати детальна ґрунтово-меліоративна зйомка зрошуваних земель;

- застосування автоматизованих інформаційно-дорадчих систем управління режимами зрошення, якістю іригаційної води, кальцієвим та поживним режимами. У їх основі лежить розробка та створення математичних моделей, які враховують динаміку процесу в часі та в залежності від величини техногенного навантаження. Інформаційно-дорадчі системи дозволяють дозувати техногенні навантаження в оптимальному режимі стосовно до стану земель;

- здійснення систематичного контролю за еколого-меліоративним станом земель та окремих його показників, створення розгалуженої мережі режимних та стаціонарних пунктів спостереження, яка відповідає вимогам одержання достовірної інформації.

Перспективні заходи

Насамперед необхідно розробити державне положення про використання земель меліоративного фонду. Виявлення оптимального співвідношення ріллі з іншими вгіддями та лісовими насадженнями, включаючи заповідники і заказники та проведення на цій основі реконструкції землекористування. Перехід від концепції суцільного зрошення до оазисного (локального) із впровадженням більш економних засобів зрошення. Розробка вимог для виконання екологічної експертизи на різних етапах проектних, будівельних та експлуатаційних робіт. Розробка комплексної програми підвищення технічного рівня зрошуваних та осушених земель на рівні обласних водогосподарчих установ. Розробка та впровадження агроекологічної концепції зрошення земель та біогеохімічних принципів екологічного нормування припустимих навантажень на екосистеми. Проведення моніторингу земель меліоративного фонду, розробка науково-обґрунтованої програми робіт з організації моніторингу зрошуваних земель. Створення розгалуженої мережі банків інформації та автоматизованої системи управління ними, створення геоінформаційних систем (ГІС). Створення імітаційних моделей для виявлення оптимальних режимів експлуатації, параметрів та варіантів використання тих чи інших земель. Удосконалення заходів кількісного та якісного обліку меліорованих земель на підставі дистанційного зондування, використання аеро- та космічних знімків. Проектування та створення системи дослідно-виробничих полігонів і стаціонарів для ведення постійних, довготривалих спостережень за динамікою ґрунтових процесів. Складання прогнозу ґрунтово-меліоративних режимів і загальних екологічних умов та розробка рекомендацій щодо їх регулювання.

Критерії оцінки і нормативи стану осушених ґрунтів

За даними Держводгоспу, загальна площа осушених ґрунтів становить 3 млн. 120 тис. га. Безпосередньо в складі сільгоспугідь – 2 млн. 600 тис. га. Проте близько 800 тис. га осушених земель не освоєно і використовуються

неефективно: як сінокоси і пасовища з урожайністю сіна не вище 15-20 ц/га. Коефіцієнт використання багатьох масивів осушених земель знизився до 0,4-0,7 і продовжує падати. Це обумовлено не тільки загальною економічною кризою, але й виходом із ладу дренажних систем через відсутність коштів на їх своєчасний технічний ремонт і реконструкцію. Низька ефективність використання осушених земель спричинена також деградацією ґрунтового покриву на осушених і деякій частині прилеглих до них земель, яка набула в останні роки широкого розвитку.

За Р.С. Трускавецьким, для їх розробки узагальнені результати численних досліджень у цьому напрямі [188]. Наведені в табл. 44 і 45 критерії і нормативи агроекологічного стану осушених земель вимагають постійного вдосконалення, а деякі параметри – нових розробок. Наприклад, на сьогодні залишаються невизначеними оцінки рівня забрудненості ґрунтів важкими металами, пестицидами, ерозійної піддатливості осушених ґрунтів тощо. Шляхом узагальнення літературних джерел і результатів багаторічних досліджень Інституту ґрунтознавства та агрохімії та інших закладів встановлені основні види можливих деградацій осушених земель, що призводять до виникнення кризових екологічних ситуацій:

1) дегуміфікація мінеральних ґрунтів;

2) спрацювання осушених торфовищ;

3) виробка торфових покладів без їх рекультивації та торфові пожежі;

4) переосушення;

5) хімічна деградація (озалізнення, окарбоначення, засолення, алюмінізація, підкислення та підлуження тощо);

6) вторинне заболочування;

7) вітрова і водна ерозії на осушених землях;

8) надмірне ущільнення верхніх горизонтів ґрунту;

9) забруднення ґрунтів важкими металами і залишками пестицидів;

1) радіонуклідне забруднення ґрунтів.

Виходячи з названих видів деградації, наводимо перелік окремих

критеріїв, що використовуються для оцінки агроекологічної ситуації на осушених землях (табл. 44). При цьому чітко розрізняємо дві генетично відмінні групи осушених земель: мінеральні (заболочені глейові) і органічні (торфові).

Таблиця 44

Критерії оцінки агроекологічного стану осушених ґрунтів

Види деградації	Критерії (показники) оцінки
Ущільненість ґрунту	Об'ємна маса ґрунту та його шпаруватість
Заболоченість та переосушення земель	Рівень залягання підґрунтових вод; строки відведення гравітаційних вод із верхнього 0-50 см шару ґрунту і початок весняних польових робіт на осушеному полі; вологість ґрунту, поява болотних рослин чи ксерофітів
Дегуміфікованість ґрунту	Запаси гумусу у верхньому 0-50 см шарі мінерального ґрунту, відхилення від норми
Спрацювання осушених торфовищ	Осідання торфовища; відношення втрат органічних речовин з торфового покладу до накопичення перегною у верхньому 0-50 см шарі ґрунту. Запаси сполук заліза і карбонатів у верхньому 0-50 см шарі ґрунту
Засоленість ґрунтів	Запаси токсичних солей у верхньому 0-30 см шарі ґрунту в період випітного режиму
Декальцинація і кислотність ґрунтів	Форми кислотності; pH-буферна ємність; вапняний потенціал
Хімічне забруднення	Вміст нітратів, фтору, міді, кадмію, цинку, свинцю, токсичної органіки тощо
Радіонуклідне забруднення	Щільність радіації; накопичення цезію, стронцію та інших радіонуклідів
Виробленість торфового покладу	Глибина залишкового (після виробітку) торфу; наявність траншей (% від відведеної для виробітку площі)
Еродованість ґрунту	Щорічні втрати дрібнозему і торфозему через розвиток ерозійних процесів

Якщо переважна частина мінеральних земель зазнає відносно менш відчутного негативного впливу на їх стан від проведення дренажних робіт, то торфові землі належать до екологічно дуже вразливих і процеси їх деградації залежно від режиму водорегулювання і напряму використання можуть розвиватися досить інтенсивно. Критерії оцінки агроекологічного стану осушених земель базуються як на окремих, так і на комплексних

(інтегральних) показниках складу та властивостей ґрунтів, що формують той чи інший „малюнок” ґрунтового покриву.

Для визначення благополучних, передкризових і кризових агроекологічних ситуацій на осушених землях проведено групування (класифікацію) кількісних показників за ступенем їх прояву (табл. 45). В основу групування покладені узагальнені дані фондових і літературних джерел та багаторічні результати експериментальних досліджень ІГА УААН та інших наукових і навчальних закладів з морфології, агрофізичних та агрохімічних характеристик цілинних і осушених ґрунтів різного генезису та рівня продуктивності.

Таблиця 45

Нормативна оцінка агроекологічного стану осушених ґрунтів

Деградація		**Оціночні критерії, показники, одиниці виміру**	**Нормативи оцінки стану**				
				передкризового			
Групи	**Види**		**сприятли-вого**	**слабо вираже-ного**	**середньови раже-ного**	**сильно вираженого**	**кризового**
1	2	3	4	5	6	7	8
Механічна	Вітрова і водна ерозія	Зменшення глибини гумусових (торфових) горизонтів, в % від вихідної	<10	10-20	20-40	40-60	>60
	Ущільнення мінеральних ґрунтів	Об’ємна маса, г/см^3 для суглинкових ґрунтів супіску піску Загальна шпаруватість	<1,2 <1,5 >55	1,2-1,3 1,5-1,6 55-50	1,3-1,4 1,6-1,7 50-45	1,4-1,5 1,7-1,9 45-40	>1,5 >1,9 <40
	Осадка торфовищ	Зменшення глибини торфового шару, см/рік	<0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	1,0-5,0	>5

1	2	3	4	5	6	7	8
Біохімічна	Дегуміфікація мінеральних ґрунтів	Щорічне зменшення вмісту гумусу, %	<0,2	0,2-0,5	0,5-0,7	0,7-1,0	>1,0
	Спрацювання торфовищ	Втрати органічних речовин через мінералізацію торфу, т/га, в середньому за рік	<3,0	3-7	7-12	12-20	>20
		Накопичення (вихід) перегнійних речовин у 0-50 см шарі на 1 т мінералізованого (втраченого) торфу, кг/га	>400	400-300	300-200	200-100	<100
Хімічна	Озалізнення торфових ґрунтів	Вміст валових сполук заліза (Fe_2O_3),%	<4	4-8	8-15	15-30	>30
	Окарбоначення	Вміст карбонатів кальцію ($CaCO_3$), %	<10	10-15	15-30	30-40	>40
	Декальцинація і підкислення	Вапняний потенціал (pH-0,5pCa), одиниць	<4,5	4,5-3,5	3,5-3,0	3,0-2,5	>2,5
	Забруднення торфових ґрунтів міддю	Вміст міді, %	<10	10-20	20-30	30-40	>40
Радіологічна	Забруднення радіонуклідами мінеральних ґрунтів торфових ґрунтів	Щільність забруднення, Кі/км^2	<0,4 <0,2	0,4-1,0 0,2-0,5	1,0-5,0 0,5-1,0	5,0-15 0,1-5,0	>15 >5,0
Гідрологічна (торфові ґрунти)	Вторинне заболочення осушених земель	Рівень залягання підґрунтових вод в середньому за рік, см	>70	60-70	50-60	40-50	<40
		у весняний період, см	>45	45-35	35-30	30-20	<20
	Переосушення (аридизація) земель	Рівень залягання підґрунтових вод у середньому за рік, см	<100	100-120	120-140	140-150	>150

Аналіз стану осушених ґрунтів

Будівництво осушувальних, а в даний час – осушувально-зволожувальних систем, є високоенергозатратним і ресурсозатратним засобом покращання екологічного стану. Саме тому кожний конкретний проект гідротехнічної меліорації вимагає всебічного еколого-економічного обґрунтування. У цьому відношенні критеріям якості заболочених і болотних земель, рівню їх потенційної родючості належить провідне значення. Окупність затрат на меліорацію потенційно родючих земель у три-чотири рази вища, ніж на меліорацію земель низьких категорій якості (наприклад, лучних та лучно-болотних, солонцевих комплексів, перехідних і верхових торфовищ, рихлопіщаних та важкоглинистих глейових ґрунтів тощо). Стрибкоподібне зниження ефективності гідромеліорації почалося саме з того часу, коли вичерпався фонд гідроморфних земель високих категорій якості і меліорація поширилася на землі низьких категорій. У даний час через це виникла навіть потреба в так званій ренатуралізації осушених земель низьких категорій якості і їх трансформації в землі іншого, більш раціонального використання та природоохоронні об'єкти.

Кризові ситуації на осушених землях створюються в результаті спрацювання торфовищ, дренування рихлопіщаних глеюватих ґрунтів, верхових і перехідних торфовищ, засолених заплавних земель і солонцевих комплексів, сильно озалізнених і карбонатних ґрунтів, забруднення ґрунтів важкими металами, залишками агрохімікатів, радіонуклідами, виникнення торфових пожеж і безсистемної виробки торфовищ. Осушені землі з кризовим агроекологічним станом мають місце майже у всіх регіонах їх поширення. Це землі радіоактивного забруднення, вироблених торфовищ і торфових згарищ, сильного озалізнення й окарбоначення осушених земель, переосушених та спрацьованих торфовищ, виходи на поверхню безплідної мінеральної породи, вторинного засолення осушених ґрунтів. Серед різних видів кризових ситуацій на осушених землях є такі, які характерні тільки для

певного геохімічного регіону (засолення, наприклад, для Лівобережного Лісостепу, алюмінізація – для поверхнево оглеєних ґрунтів Прикарпаття і Закарпаття тощо), і такі, які можуть мати місце у всіх без виключення природних регіонах осушених земель (наприклад, дегуміфікація ґрунтів, спрацювання торфовищ тощо). Значна частина осушених земель (до 10 %) зазнала радіонуклідного забруднення. Площа вироблених торфовищ досягла 105 тис. га. Це непридатні для сільськогосподарського виробництва землі, які вимагають відповідної рекультивації та вибору напряму використання. Кризові ситуації мають місце в результаті знімання верхнього гумусового шару під час культуртехнічних робіт, що призводить до різко вираженої гетерогенності ґрунтового покриву (з'явлення на поверхні світлих малопродуктивних плям ґрунтотворної породи).

За даними Держводгоспу на 1995 р., із всієї площі осушених земель на Україні (2 млн. 667 тис. га) в доброму меліоративному стані перебувало 1630186 га, задовільному – 878920 га і незадовільному – 152720 га. Ці дані явно «прикрашені», оскільки вони не враховують всіх показників, які характеризують агроекологічний стан осушених земель, зокрема їх біопродуктивність і різні види ґрунтової деградації. Відповідно до категорій якості осушених земель здійснюється першочерговість їх реконструкції і модернізації (удосконалення систем водорегулювання), а також вибір характеру сільськогосподарського використання.

Заходи покращення агроекологічного стану осушених земель

До профілактичних заходів слід віднести:

- детальну екологічну експертизу проектів реконструкції і модернізації гідромеліоративних систем і особливо нового будівництва;
- детальна інвентаризація об'єктів осушувальних меліорацій, глибокий аналіз причин погіршення агроекологічного стану осушених гідроморфних земель, у т.ч. кризового;
- постійний технічний контроль за режимом функціонування

дренажних систем і систем водорегулювання;

- заборона застосування екологічно небезпечних технологій хімічної, культуртехнічної та інших меліорацій і вирощування сільськогосподарських культур.

До тактичних (оперативних) заходів належать такі:

- встановлення, обґрунтування і реалізація найбільш раціональних напрямів використання осушених земель, насамперед деградованих і низької категорії якості;

- своєчасна корекція системи удобрення, обробітку і сівозміни на основі постійно діючого моніторингу осушених ґрунтів;

- запровадження і перехід на енерго- і ресурсозберігальні технології відтворення родючості ґрунтів.

Перспективними заходами, що розраховані на довгостроковий період, є такі:

- розробка довгострокової програми водних, хімічних, фітобіологічних та інших меліорацій гідроморфних земель з метою поступової трансформації їх у землі високої категорії якості, створення стабільного продовольчого фонду України;

- реконструкція (модернізація) гідромеліоративних мереж у гумідних регіонах України і перехід на нові високомобільні, екологічно надійні і ресурсозберігальні водорегулюючі системи;

- вибір обґрунтованих напрямів використання і спеціалізації рослинництва на осушених землях;

- удосконалення і реалізація раціональної структури земельних угідь (ріллі, пасовищ, сіножатей, багаторічних насаджень, створення буферних природоохоронних смуг, ренатуралізація земель кризового стану, створення стійких агроландшафтів);

- удосконалення господарювання на осушених землях, передача їх у приватну власність, встановлення цін і створення капіталу земель меліоративного фонду, режиму його відтворення і збільшення.

2.5. Науковий (прогностичний) моніторинг

Медведєв В.В. відзначає, що науковий моніторинг - це інформація підвищеної точності і ємності, за допомогою якої можна якісно збагатити виробничий моніторинг і значною мірою уточнити зміст управлінських рішень [117]. Головне - науковий моніторинг дозволяє створити істотно більш надійні прогностичні моделі. Розглянемо більш докладно складові елементи наукового моніторингу.

2.5.1. Ґрунтово-екологічні полігони

Ґрунтово-екологічні полігони. Основні завдання, які можна вирішити межах ґрунтово-екологічного полігону, зводяться до такого:

- вивчення просторового розподілу хімічних елементів, показників властивостей ґрунтів і процесів залежно від ландшафтного положення й антропогенних факторів (завдання «геостатистика»);
- спостереження за змінами основних характеристик ґрунтів під дією природних і антропогенних факторів (завдання «динаміка»);
- вивчення кількісних і якісних параметрів перерозподілу хімічних елементів , поверхневого й внутрішньоґрунтового стоку (завдання «міграція»);
- проведення спеціальних дослідів зі штучно заданими параметрами антропогенного навантаження (завдання «моделювання й прогноз»).

Для проведення досліджень полігон обладнується стоковими й мікростоковими майданчиками, лізиметрами, опадомірами, гідропостами. Здійснюється детальне ґрунтове картографування, закладаються опірні ґрунтові розрізи і напіврозрізи.

Мережа опірних спостережень формується виходячи, головним чином зі ґрунтового покриву. Ними охоплюються основні типи і підтипи ґрунтів. Мікромережі (у зоні дії опірного розрізу) закладаються для охоплення всіх інших ґрунтових таксономічних одиниць (роду,виду, різновиду). Контрольні пункти спостережень вибирають із врахуванням рельєфу (крутості,

експозиції й інших елементів), типу землекористування (рілля, косовиця, пасовище, лісосмуга) і, якщо є необхідність, типу й стану рослинності.

2.5.2. Тривалі стаціонарні досліди

На думку В.В. Медведєва [117], ідеальним представляється варіант, коли ґрунтово-екологічний полігон доповнюється серією тривалих (стаціонарних) польових експериментів з вивчення річних рівнів і типів антропогенного навантаження (з обробітком, добривами, меліораціями й іншими). Звичайно, такого роду досліди ведуть із метою відпрацювання оптимальної технології виробництва продукції рослинництва, а спостереження за змінами ґрунтових параметрів у них виглядають як незавжди обов'язковий додаток до даних урожайності культур або економо-екологічним інтерпретаціям. Разом з тим такі спостереження можуть і повинні стати самостійною й винятково важливою оцінкою в різних напрямах:

- визначення характерних показників властивостей і процесів за різних рівнів антропогенного навантаження (від мінімальних, на контролі, до максимальних, що не мають місця сьогодні, а очікувані у | перспективі);
- визначення швидкості зміни властивостей і процесів за таких навантажень;
- установлення загальної спрямованості зміни показників і процесів (кількісний опис антропогенної еволюції ґрунту).

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Види моніторингу.
2. Поняття про еталон, еталони різних властивостей ґрунтів.
3. Поточний моніторинг ґрунтів.
4. Основні причини та наслідки забруднення ґрунтів важкими металами, пестицидами та щільність забруднення радіонуклідами.
5. Поведінка важких металів та радіонуклідів у системі «ґрунт-рослина».
6. Основні наслідки застосування пестицидів у сільському господарстві.

7. Найбільш розповсюджені деградаційні процеси на зрошуваних землях.
8. Назвіть основні показники для оцінки стану зрошуваних земель.
9. Як знижується рівень урожайності сільськогосподарських культур при середньому ступені вторинної солонцюватості?
10. Основні заходи щодо поліпшення еколого-меліоративного стану зрошуваних земель.
11. Які критерії використовують для оцінки агроекологічного стану осушених земель?
12. Назвіть основні види можливих деградаційних процесів на осушених землях.
13. Якими категоріями характеризується передкризовий агроекологічний стан осушених земель?
14. Основні заходи щодо покращення агроекологічного стану осушених земель.
15. Ґрунтово-екологічні полігони та тривалі стаціонарні досліди як основа наукового моніторингу.

РОЗДІЛ 3. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ МОНІТОРИНГУ

У своїй праці В.В. Медведєв [117] вказує, що з великої кількості засобів ліцензійного програмного забезпечення, придатного для ГІС і маніпулювання растровими й векторними матеріалами, можна підібрати оптимальний комплект залежно від цілей і завдань моніторингу. З огляду на досить різноплановий формат одержуваних у результаті моніторингу матеріалів (текстових, графічних, табличних, картографічних) спочатку вартозробити інвентаризацію засобів, а потім скомпонувати з них оптимальний набір.

У роботі з растровими даними необхідно забезпечити одночасну роботу з багатьма зображеннями, їх перетворення, обробку (функціональну, геометричну, статистичну, генералізацію й т.д.), можливість формування численних вікон довільних розмірів, маніпулювання з кольором, яскравістю, масштабом, здійснювати довільні комбінації, вибірки. Важлива можливість здійснення роботи з дигітайзером.

У роботі з векторними матеріалами важливо мати більші можливості для маніпулювання із точковою, лінійною, полігонною інформацією, штрихуваннями, символами, шарами, їхніми комбінаціями, сполученнями, а також уведення, запису, видалення матеріалів.

Обов'язкова наявність можливостей роботи із просторовими базами даних, різними технологіями їх уведення, візуалізації (будь-якої їхньої частини, текстів), перегляду.

Особливі вимоги варто висунути до можливостей уведення картографічних матеріалів, їхнього редагування, нанесення умовних знаків, завантаження до основи.

Нарешті, програмне забезпечення повинно передбачити можливості сполучення растрових і векторних матеріалів з базами даних (у т.ч., взаємну їхню прив'язку).

Найбільш відомі програмні засоби (Map Info, Arc Info, Arc View, INDRISI

– відносно прості й Arc Cad, Auto Cad, ERDAS – відносно складні) здебільшого дозволяють виконати згадані й багато незгаданих вище вимог.

Істотно простіше, як здається, сьогодні можна вирішити питання камеральної комп'ютерної обробки матеріалів. На ринку представлений широкий спектр такого роду технічних засобів: потужні міні-ЕОМ, здатні замінити цілі обчислювальні центри й які мають високу швидкодію, оперативну зовнішню пам’ять й не пред’являють особливих вимог до експлуатації (не потрібні спеціальні електричні мережі, великі приміщення й т. і.). Сьогодні стає цілком реальним і здається ще більш реальним у недалекій перспективі укомплектувати спеціальні підрозділи сучасними міні-ЕОМ, пакетами прикладних програм, системами управління базами даних, засобами уведення інформації, комп’ютерної графіки й картографії.

Судячи з того, як подібно лавині зростає число користувачів ПС, як з разючою швидкістю модернізуються технічні засоби, прогноз відносно застосування цих засобів для вирішення завдань моніторингу ґрунтів може бути дуже обнадійливим.

3.1. Дистанційне зондування

Дані дистанційного зондування (ДЗ) - ще один перспективний напрям удосконалювання моніторингу ґрунтів. Можливості ДЗ для діагностики ґрунтів досить давно вивчаються й у цей час прояснені настільки, що цілком можуть розглядатися як реальний засіб для вирішення моніторингових завдань і, насамперед, для прискорення оцінювання (за наявності потужного дешифрувального апарату) і залучення в| одночасний аналіз значних територій.

Спектральна відбивна здатність ґрунтів (коефіцієнти спектральної яскравості) є основою діагностики ґрунтів за допомогою дистанційних засобів, Ґрунти, залежно від своєї ґенези й властивостей, мають різну відбивну здатність. Основний внесок у якісні характеристики спектру вносять вміст органічних речовин, співвідношення в них різних фракцій

гумусу, гранулометричний склад, уміст оксидів заліза, солей і вологості. У загальному відбивна здатність ґрунту посилюється зі збільшенням у його складі дрібнодисперсних компонентів, залізистих сполук, гумусу, вологості. У різних частинах спектру (видимій й інфрачервоній) ці залежності мають різний характер (від прямолінійний до криволінійних великої складності). Каталогізація спектрів для різних умов, формалізація залежностей, автоматичні комп'ютерні методи розрахунку й діагностика - сьогодні всі ці питання досягли значною рівня розвитку.

З огляду на те, які значні можливості ДЗ відкриваються для моніторингу, розглянемо це питання трохи докладніше. Сьогодні стали досить очевидно, що різноманітні засоби ДЗ (аеро-, фото-, космічна зйомки, а також матеріали телевізійного, теплового, мікрохвильового, радіолокаційного, лазерного, радарного й іншого видів сканування) здійснені синхронно й на геоінформаційній основі, створюють сприятливі передумови для одержання різноманітної інформації з високою оперативністю і навіть у режимі реального часу.

Аерофотознімання. Фотографування територій з літаків широко використовується в геології, гідрології, гідрографії, дослідженні лісів. Досвід вивчення ґрунтового покриву за допомогою аерофотознімання також досить значний. Накопичено велику кількість знімків, що розрізняються за масштабом, спектральною чутливістю, передачею кольору. Розроблено багато методів дешифрування таких знімків і навіть технологія ґрунтових досліджень за допомогою матеріали аерофотознімання. Установлені найбільш інформативний час для зйомок, оптимальні типи знімків. На аерофотознімках досить надійно встановлюються макро-, мезо- і мікрорельєф, неоднорідності ґрунтовоого покриву, еродованість, засоленість, солонцюватість, ступінь зволоження, вміст гумусу, границі ґрунтових контурів. Все це добре доповнює інформацію, отриману звичайним наземним способом. Разом з тим, М.С. Симакова й І.Ю. Савин [173] відзначають:

- ґрунт як цілісний об'єкт безпосередньо на аерофотознімках не зображується, не зображується будова генетичного профілю, не відображаються фізичні й хімічні властивості ґрунтових горизонтів, їхня потужність і інші характеристики. Навіть поверхня ґрунтів здебільшого закрита для фотографування. Тільки аерофотознімання розораних полів, не закритих культурною рослинністю, містить безпосереднє зображення поверхні ґрунту. Однак розгляду поверхні ґрунту недостатньо для визначення його виду й різновиду навіть під час наземних досліджень;

- дешифрування ґрунтів за аерофотознімками виконується тільки побічно, шляхом дешифрування форм рельєфу, рослинності, геологічної будови місцевості й результатів господарської діяльності. На аерофотознімках, завдяки зміні тону, відображаються деякі показники ґрунтів (вони перераховані вище). Прояв у ґрунтах цих характеристик приводить до зрідженості рослинності, що виростає, зниження вмісту гумусу.

Таким чином, тон і забарвлення знімка, розміри й форма виділа, доповнені аналізом компонентів ландшафту, також видимих на знімках, є непрямими й не завжди надійними ознаками дешифрування ґрунтів.

У науковій літературі запропоновано чимало способів підвищення надійності ознак дешифрування [15]. Надійність дешифрування аерофотознімків багато в чому залежить від озброєності ґрунтознавця-дешифрувальника знанням компонентів ландшафту, який він досліджує, і повноти наземної супровідної інформації. Про можливості аерофотознімання свідчить успішний досвід складання карт ґрунтів окремих територій, країн і цілих континентів [173] .

Космічна зйомка. Починаючи з 70-х років минулого сторіччя, у міру розвитку космонавтики здійснюється зйомка ґрунтового покриву із супутників, що літають на великих висотах (понад 100 км). Для зйомки використовуються головним чином спеціальні фото- і телекамери, а також різні сканери й радари. Одержувана середньо-, дрібномасштабна і оглядова інформація використовується для розробки відповідних карт ґрунтів або

окремих їхніх властивостей (наприклад, першою такого роду картою була карта гумусового стану ґрунтів). Для дешифрування космічних матеріалів використовується раніше вироблена методологія стосовно до аерофотознімання, однак, з огляду на різноманіття космічних знімків, останню необхідно було істотно доробити.

Найбільшого розвитку в цей час досягли методологія ґрунтового картографування за аеро- і космічними знімками. Вдається розшифрувати розміри, форму й границі об'єктів, видимих на знімках з досить високою роздільною здатністю (долини, височини, болота й ін.), їхню контрастність, тональність (у тому числі за допомогою так званих денситометрів), колір (у різних спектрах) і інші характеристики. Аналіз ґрунтових неоднорідностей різного походження за допомогою потужних ЕОМ, здатних розрізняти в 2-3 рази більше тонів, ніж потенційно може розрізнити людське око, дозволив одержати різномасштабні ґрунтом карти, насичені досить різноманітною інформацією. Особливого розвитку досяг математичний, логічний, статистичний і в цілому програмний апарат дешифрування зображення.

Одночасно розвиваються методи дешифрування властивостей ґрунтів за даними космічних зйомок. Найбільшою популярністю користується діагностика гумусного стану з урахуванням гранулометричного складу. Теоретично індикація вмісту гумусу в ґрунті можлива за оптичними характеристиками ґрунтів, що відомо в ґрунтознавстві давно [71]. Якщо ж її зробити в різних діапазонах спектру (видимому й ближньому інфрачервоному) з урахуванням різних довжин хвиль (каналів спектру), а також домогтися стандартних умов зйомки (агрофон, хмарність, вологість), то виявиться можливою майже точна індикація вмісту гумусу в ґрунті. Останні, як справедливо відзначають розроблювачі [203,204,206] відкриває широкі можливості моніторингу вмісту гумусу в ґрунтах України. Для цього створено необхідні передумови:

- є дані гранулометричного складу з достатнім ступенем детальності;
- є регіональні моделі розрахункових рівнянь;

- є космічні знімки в необхідному діапазоні електромагнітного спектру, автоматизована обробка яких з урахуванням вимог геоінформаційних систем, не представляє скільки-небудь істотних| труднощів;

- є досить однорідний агрофон - рілля (це чи не єдина перевага високої розораності території України для успішного впровадження дистанційних методів моніторингу).

Інші види зйомок. З інших, не відзначених вище способів дистанційного зондування, найбільше дослідженим, стосовно до завдань моніторингу ґрунтів, і найбільш перспективним є радіолокаційне зондування [14,34]. Перспективи такого роду зондування визначаються можливостями простежити неоднорідності різного походження в ґрунтовому профілі (майже повністю, на глибину кореневмісного шару), пов'язані зі складом, щільністю будови компонентів ґрунтів, вологістю й деякими іншими характеристиками. Із зазначених можливостей випливає, що такі процеси як ерозія, переущільнення, аридизація або гідроморфізація ґрунтів і деякі інші досить упевнено можуть бути діагностованими за допомогою багатоканальної радіолокаційної зйомки. Перевага останньої пояснюється значно меншою (порівняно з аерофотоматеріалами або космічним скануванням) залежністю від погодних умов, стану агрофону, часу доби, однак у роздільній здатності радіолокація поступається іншим видам ДЗ.

На жаль, переваги лазерною, теплового, телевізійного, мікрохвильового зондування стосовно до вивчення ґрунтів досліджено поки недостатньо.

3.2. Педотрансферні моделі

Педотрансферні моделі (функції) мають очевидні перспективи в моніторингу. Так, у Бельгії, де педотрансферні моделі широко використовуються для одержання різного роду розрахункових величин. З їхньою допомогою оцінюють можливості поверхневої і внутріґрунтової міграції сполук, у тому числі забрудників, вилуговування солей, схильність

ґрунтів до ерозії, переущільнення, емісії газів, секвестрації вуглецю, імовірність прояву різноманітних ризиків. Тим самим домагаються істотного зменшення витрат на вимірювання окремих характеристик, що вимагають коштовною устаткування. Наприклад, вологопровідності або процесів ерозії. Останнім часом педотрансферні функції (ПТФ) стали усе ширше використовуватися в ґрунтознавстві. Вони означають можливість визначення одних властивостей ґрунтів, використовуючи для цього інші, які виміряються простіше й дешевше. J. Bouma , що вперше ввів термін у наукову літературу, вважав, що це - «переведення даних, які ми маємо, у ті, які нам потрібні». Прикладом найпростішої педотрансферної моделі - функції служить рівняння I. Bгiggs зі співавторами, що дозволи розрахувати вологість в'янення за гранскладом [117]:

ВВ = 0,01 пісок + 0,12 пил + 0,57 глина

Аналогічних залежностей у літературі накопичено досить багато Як базові характеристики найчастіше використовуються гранскладъ, щільність будови, вміст органічної речовини. З їхньою допомогою розраховують ґрунтово-гідрологічні константи, фізико-механічні й технологічні властивості, міграцію вологи й речовин, оцінюють (прогнозують) можливості ґрунтів формувати мікро- і макроструктуру.

У табл. 46В.В. Медведєв систематизував відомі й маловідомі педотрансферні функції [117]. Для того щоб модель була точною й мала практичну перспективу, у ній повинні бути ясно позначені базові характеристики ґрунту.

Реалізація завдань педотрансферного моделювання, розробка нових видів ПТФ дозволить розвинути напрям у ґрунтознавстві, пов’язаний із прогнозами, різного роду оцінками й, в остаточному підсумку, управлінням ґрунтом, що і є кінцевою метою моніторингу.

Таблиця 46.

Педотрансферні функції

Назва функції	*Базові характеристики*	*Мета моделювання*
Агрегація	Гransклад, співвідношення гранулометричних елементів, уміст гумусу, щільність будови, кількість і склад обмінних катіонів	Закономірності процесів і фактори, які сприяють і не сприяють процесу, характерні параметри
Деагрегація	Те ж + система землеробства	Закономірності деградації структури
Ґрунтово-гідрологічні властивості	Гransклад, співвідношення гранулометричних елементів, структурний склад, щільність будови, вміст гумусу	Оцінка рухомості ґрунтової вологи, характерні параметри
Фізичні, фізико-механічні й технологічні властивості	Гransклад, структурний склад, вологість, антропогенне навантаження	Прогноз схильності ґрунту до деформації, кришення, міцностні характеристики, агровимоги до конструювання й експлуатації машинно-тракторних агрегатів і ґрунтообробних машин|
Міграція вологи й тепла	Гransклад. структурний склад, диференційна пористість, щільність будови. диференціація профілю	Параметри міграції
Гумусо-акумулятивна здатиість	Гransклад, вихідний вміст гумусу, структурний склад, щільність будови, вологість кореневмісного шару, загальна біологічна активність	Параметри нагромадження і втрат гумусу
Запас і доступність поживних речовин	Гransклад, pH, склад колоїдного комплексу, щільність будови, вологість	Параметри поживного режиму
Біологічна активність (чисельність, розмаїтість видів і їхня участь у трансформаційних процесах)	Гransклад, вологість, температура, вміст гумусу й поживних речовин	Закономірності й параметри трансформації речовин і енергії

3.3. Режими вимірювання in situ та on line

Моніторинг висуває підвищені вимоги до методів вимірювання ґрунтових параметрів. Якщо діяти традиційним шляхом, то виконання програми обов'язкових і регіональних показників спричинить значні об’єми польових і камеральних робіт, пов'язаних з відбиранням, транспортуванням зразків, підготовчими операціями й безпосереднім виконанням аналізів. Крім того,

потрібно забезпечити умови зберігання зразків. Але головне навіть не це.З огляду на постійну динаміку основних властивостей і режимів ґрунтів у часі залежно від зволоження, температури, мікробіологічної активності, важко очікувати, що між піковими й камеральними вимірюваннями буде відповідність. Зрозуміло, розбіжності не будуть мати місця у відношенні таких відносно консервативних властивостей як морфологічна будова або гранскладі, але відносно швидко мінливих режимів вологи, повітря, різноманітних міграцій можливі відхилення. Більше того, за однократними спостереженнями, навіть виконаними у рівноважному стані ґрунту, неможливо скласти уявлення про реальну спрямованість процесів. Наприклад, рівноважна щільність будови фактично не є такою, тому що може мінятися від року до року залежно від агрофону й погодних умов, тобто, це квазірівноважна величина. Так само інші режими ґрунту, залежно від дії антропогенних і кліматичних факторів, характеризуються своєрідною ритмікою, уловити особливості якої досить складно, опираючись на традиційні підходи у вивченні ґрунтів. Словом, оцінювання стану ґрунтів, як тіла природи, за результатами їх вивчення на однократно відібраних зразках пов'язано з ризиком одержання неточних або навіть помилкових висновків. Зрозуміло, потрібно, по можливості, віддавати перевагу даним, здобутим у режимі *in situ* (безпосередньо в польових умовах) і *on-line* (у режимі безперервної реєстрації властивостей ґрунтів).

На жаль, сьогодні не так багато можливостей реалізації вивченняґрунтів з урахуванням реальної динаміки показників (добової, сезонної і річної, багаторічної). Але вони є, і ці можливості стрімко розширюються. Наприклад, останніми роками значно вдосконалено методи вимірювання вологості ґрунту без традиційного відбирання й висушування проб. Серед багатьох різних приладів добре себе зарекомендували вимірники Time Domain Reflektometer (TDR) виробництва Delta-T Devices з Великобританії. Визначення базуються на вимірюванні швидкості електромагнітної хвилі, що випромінюють сенсори, установлені на певних глибинах у ґрунті. Перед

вимірюванням у ґрунті стаціонарно встановлюють спеціальні тонкостінні туби, в які опускають сенсори. Останні з'єднані кабелем з вимірником. Як стверджують розроблювачі, TDR надійно працюють на мінеральних і органогенних ґрунтах, не вимагають частого калібрування, здатні швидко фіксувати пересування електромагнітної хвилі, забезпечені програмними засобами для автоматичної обробки результатів. Вони можуть стати незамінними у вивченні режиму вологості на моніторингових майданчиках.У лабораторії геоекофізики ґрунтів ННЦ «ІГА ім. О.Н.Соколовською» TDR використовується вже протягом декількох років і одержав позитивну оцінку.

За рубежем стає популярним використання методу електромагнітної індукції для оцінювання стану родючості ґрунтів [212]. Ці англійські дослідники встановили досить високий рівень кореляції між агрономічно важливими властивостями ґрунтів і електропровідністю. Остання зростала разом зі зростанням у ґрунті вмісту доступної вологи, концентрації ґрунтового розчину, ємності катіонного обміну, вмісту дрібнодисперсних компонентів. Наявність таких зв'язків, здається, цілком виправданою, тому що перераховані властивості дійсно пов'язані з рівнем ґрунтової родючості. Важливо підкреслити, що в дослідженнях Л.В. Аніскевича [8] , виконаних у Національному університеті біоресурсів і природокористування, у Києві, цей метод був успішно випробуваний у вивченні неоднорідності ґрунтів у межах земельної ділянки з метою диференціації внесення добрив у технологіях точного землеробства.

Досить широкий набір нових приладів для ґрунтово-агрохімічних досліджень в умовах *in situ* і *on-line* пропонує голландська фірма Eijelkamp**.** Це комплекс стаціонарного польового устаткування для визначення надходження, міграції, використання й балансу вологи, спостережень за водною ерозією, дефляцією і іншими ґрунтово- атмосферними процесами.

Англійська фірма ADC Bioscientific Ltd виготовляє устаткування для дослідження трансформації органічного вуглецю в системі ґрунт-атмосфера (акумуляції, секвестрації, емісії).

Німецька фірма Trime виробляє комплект устаткування для автоматичної реєстрації термодинамічних параметрів ґрунтової вологи.

Французька фірма Lumbrinus випускає пересувну аналітичну лабораторію для визначення безпосередньо в польових умовах забруднення ґрунтів різного походження.

Крім того, фірмами Великобританії, Німеччини, Франції виробляються різноманітні автоматичні кліматичні станції. Вони дозволяють контролювати велику кількість параметрів зволоження й температури приземного шару повітря, що істотно розширює дослідницькі можливості вивчення екологічних і продуктивних функцій ґрунтів на високому методичному рівні.

Для контролю фізичною стану ґрунтів розроблено твердомір з автоматичної реєстрацією показника під час виконання ґрунтообробної операції [209]. Для цього пенетратор було закріплено на стійці глибокорозпушувача, щоб вимірювати твердість на різних глибинах, у тому числі, в підорному шарі, на глибині плужної підошви.

У Бельгії розроблено мобільний комплекс, що дозволяє визначати безпосередньо в польових умовах загальний вміст органічного вуглецю і доступного фосфору, вологість і pH за допомогою навісного спектрофотометра [217]. Після виконання технологічної операції на полі виявилося можливим одержати карту вмісту в ґрунті вимірюваного компонента. Порівняння карт, отриманих за допомогою мобільного комплексу й звичайним шляхом, дало цілкомпорівнянні контури.

Останнім часом розширюються можливості оцінки стану родючості ґрунту дистанційними засобами й, зокрема, за допомогою методу NDVI (Normalized Difference Vegetation Index - нормалізований індекс розходжень у спектральній характеристиці рослинності). NDVI - загальноприйнятий індикатор «зеленості» у відбитому від поверхні ґрунту сонячному випромінюванні. У деяких роботах він називається хлорофільним індексом і показує вміст хлорофілу в листах, що, як відомо, прямо пов'язано зі вмістом доступних форм азоту в ґрунті. J.Havrankova [213] з успіхом використовувала

цей метод для встановлення доз азотних добрив при підживленні озимої пшениці.

Таким чином, на наведених вище прикладах було показано безперечну перевагу дослідження ґрунтів у режимах *in situ* і *on-line* порівняно зі звичайною технологією, яка передбачає відбирання численних зразків, транспортування їх до лабораторії й проведення камеральних аналітичних робіт. Нові підходи, безсумнівно, допоможуть у розумінні сутності процесів ґрунтоутворення, родючості, їхньої динаміки. Головне ж - за допомогою даних, отриманих безпосередньо в полі, агротехнічні операції й взагалі процес управління родючістю стануть більш точними, обґрунтованими й економнішими. Тим самим, будуть більш ефективно реалізовані завдання моніторингу

3.4. ГІС-технології

Геоінформаційна система (ПС) є відносно новим, сучасним технічним засобом об'єднання й аналізу різноманітної інформації, тобто, саме такої інформації, що виробляється в процесі моніторингу. Це картографічна інформація (ґрунтові, топографічні, гідрометеорологічні, гідрогеологічні й інші карти, карти землекористування), а також будь-яка інша цифрова інформація про властивості ґрунтів. ПС дозволяє зіставити, проаналізувати, графічно представити, оновити, реконструювати інформацію в зручному для користувача вигляді, побудувати нову карту, таблицю, графік, тобто, одержати принципово нову інформацію. ГІС (за умови, звичайно, якщо вона забезпечена досить потужнимипрограмними засобами) - це одночасно й довідкове джерело інформації й експертна система, без якої вже неможливо собі представити сучасного менеджера, якому потрібно приймати оперативні й по можливості оптимальні рішення за наявності масової й нерідко суперечливої вихідної інформації.

У ГІС можливо організувати тематично різноманітну просторову

інформацію, робити з нею багато дій і забезпечувати автоматизований її аналіз.

Будь-яка ПС дозволяє виконати такі обов'язкові процедури:

- унести в комп'ютер і відредагувати інформацію про простір, прив'язаний до точок, ліній та полігонів;
- зберегти, поповнити, оновити і, якщо буде потреба, знайти внесену в комп’ютер інформацію;
- зробити аналіз уведеної в комп'ютер інформації, що може полягати в картографуванні, статистичній обробці, імітаційному моделюванні, а також піддати її більш складним перетворенням (наприклад, з метою прогнозу);
- скласти звіту вигляді таблиць, графіків, карт.

З вищевикладеного зовсім ясно, що система моніторингу ґрунтів не може обійтися без ГІС. Вона, звичайно ж, є дуже ефективним помічником для будь-якого виду моніторингу - стандартного, фоновою й, особливо, кризового.

З моменту створення першої ГІС (60-і роки минулого сторіччя) цей напрям у науці й у практиці пройшов значний шлях концептуального програмного, технічного й прикладного вдосконалення. У початкові роки ГІС використовували лише в окремих організаціях, сьогодні, коли програмно-технічні засоби стали значно дешевшими, ГІС поширюються буквально як снігова лавина. Очевидно, що і ґрунтознавство, і моніторинг ґрунтів мають стати активними об'єктами нової методології. Ґрунтові матеріали - карти ґрунтів, землекористування й дуже невелике число параметрів, що характеризують властивості ґрунтів, звичайно входять складовою частиною в більш загальні ГІС - наприклад, управління земельними, водними й лісовими ресурсами. У цей час такого роду ГІС розроблено в більшості розвинених країн. На жаль, спеціалізована ГІС «Моніторинг ґрунтів» - очевидно, справа майбутнього, вона стане реальністю в міру розвитку моніторингових мереж і їх аналітичної підтримки.

Методологія формування ГІС для вирішення завдань моніторингу ґрунтів з успіхом може бути запозичена із суміжних областей. Потрібні лише погоджені зусилля відомств, організацій, що мають інформацію, науковців і виробничників. На думку В.В. Медведєва [117] , в Україні всі необхідні передумови для створення повноцінної ПС «Моніторинг ґрунтів».

3.5. Геостатистика

Геостатистика - новий етап у вивченні просторової неоднорідності ґрунтового покриву, розвинутий в основному зусиллями R. Webster і ін. . Останніми роками метод став освоюватися й поширюватися на території СНД [97,98]. В Україні, наскільки нам відомо, метод геостатистики поки що застосовувався дуже обмежено. В основі геостатистики лежить теорія стохастичних (імовірнісних) функцій. За допомогою так званих регіоаналізованих змінних вона дозволяє перейти від характеристики дискретних даних до характеристики континіуму, яким, по суті, і є ґрунтовий покрив. Відповідно до цієї теорії будь-яка характеристика ґрунту має певну просторову структуру, яку можна відрізнити від випадкової. Геостатистика пропонує кілька математичних процедур (розрахунок дисперсії, побудова варіограм, кригінг і інші), які сприяють більш адекватному відбиттю просторових особливостей властивостей ґрунтів. Для цілей моніторингу надзвичайно важлива можливість, надавана геостатистикою, а саме: перейти від вивчення властивостей ґрунтів у профілі *(point, section, microscale)* до ключової ділянки *(cose studies*) і далі до поля, ландшафту, водозбору *(landscape, macroscale*), тобто , перейти від вивчення вертикальної до горизонтальної й у цілому до просторової (об'ємної) анізотропності (векторної варіабельності) властивостей ґрунтів.

Колись просторова варіабельність властивостей ґрунтів не тільки недооцінювалася, але, навпаки, було запропоновано чимало способів її «усунення» (збільшення кількості відібраних зразків, їх усереднення, рендомізація). У той же час геостатистичне вивчення, наприклад, деяких

фізичних властивостей на ґрунтово-екологічному полігоні, дозволяє виявити території, через які переважно здійснюється внутрішньоґрунтове скидання поверхневих (талих або атмосферних) вод, території, які вимагають вибіркових підходів до обробітку (максимізації або мінімізації) або до меліорації (рис. 8).

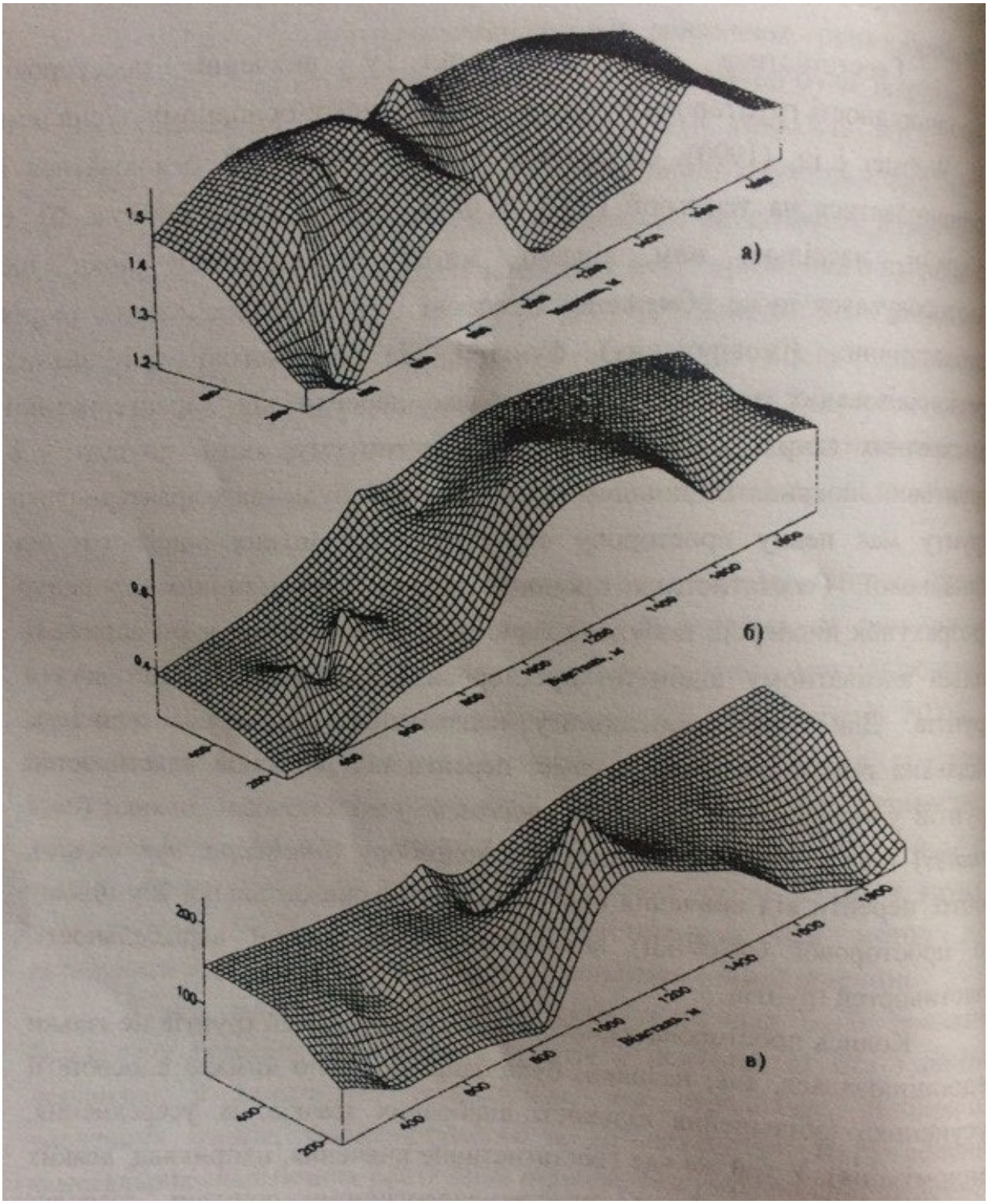

Рис. 8. Залежність неоднорідності ґрунтів екологічного полігону від щільності будови (а), вологостійкості (б) і водопроникності (в)

Далі, за допомогою кригінгу, можна з великою часткою імовірності виявити зони, де домінують підвищені параметри певного показника ґрунту (забруднення або засолення). Крім того, за допомогою геостатистичного методу корегіоналнації за наявності густої мережі спостережень (наприклад, гранулометричного складу, щільності або інших характеристик) можна коректно характеризувати сусідні ділянки із зрідженою мережею спостережень.

Серед аспектів, де геостатистика знайде широке застосування, відзначимо детальну ґрунтову картографію й, особливо, точне землеробство. Надалі, здається, жодна прогностична модель будь-яких міграційних процесів не може бути визнана коректною без просторових виправлень. Особливо перспективним для цілей моніторингу може бути поєднання геостатистичного методу з дистанційним зондуванням.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Засоби дистанційного зондування.
2. Перспективи педотрансферних моделей у моніторингу.
3. Необхідність впровадження ГІС «Моніторинг ґрунтів».
4. Геостатистика як перспективний напрямок розвитку моніторингу.

ЧАСТИНА 2. МОНІТОРИНГ ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬ

РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ЗЕМЕЛЬНИХ УГІДЬ, ЇХ ЯКІСНА ОЦІНКА ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ

1.1. Критерії і показники оцінки стану земель

Земельні вгіддя – це землі, що систематично використовуються, або можуть використовуватися для конкретних господарських цілей. До основних земельних угідь, з яких складаються земельні ресурси України та від стану яких у значній мірі залежить екологічна ситуація в країні, відносять сільськогосподарські, лісові та природоохоронні землі. Існує велика кількість критеріїв для об'єктивної якісної і кількісної їх оцінки. Найбільш інформативні з них розглянуто стосовно основних категорій земель.

Перелік критеріїв та показників

Землі сільськогосподарського призначення:

1) структура угідь і ґрунтового покриву;

2) екологічна стійкість земельних ресурсів (співвідношення стабільних та нестабільних в екологічному відношенні угідь);

3) родючість ґрунтів (уміст 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).

Землі лісового фонду:

1) структура лісових земель;

2) продуктивність земель лісового фонду (лісистість, бонітети лісів, повнота насаджень, запаси головних лісоутворюючих порід, середній приріст деревини на 1 га вкритої лісом площі).

Землі природно-заповідного фонду (ПЗФ)

1) структура земель ПЗФ за категоріями;

2) розміщення та кількість об'єктів ПЗФ в областях;

3) частка земель ПЗФ у структурі земельних ресурсів кожної області.

1.1.1. Землі сільськогосподарського призначення

Структура угідь і ґрунтового покриву

Площі сільськогосподарських земель у різних адміністративних областях України займають від 37 до 89 %. Усі області умовно поділяються на три групи за ступенем сільськогосподарської освоєності земель: I –<60 %, II – 61–80 і III –>80 % (табл. 47).

Таблиця 47

Структура сільськогосподарських земель (С.Ю. Булигін, 2008)

Група земель	Область	Усього с.-г. земель від площі області	В т.ч., % від площі с.-г. земель			
			рілля	сіножаті	пасовища	багато-річні насад-ження
I	Закарпатська	37	42	21	30	7
	Івано-Франківська	47	65	12	20	3
	Львівська	60	67	12	19	2
	Волинська	54	64	15	20	1
	Рівненська	47	71	13	14	2
	Чернівецька	60	72	9	13	6
II	Житомирська	54	77	9	12	2
	Чернігівська	68	71	14	14	1
	Черкаська	75	88	4	6	2
	Тернопільська	78	84	3	12	1
	Полтавська	80	84	7	8	1
	Вінницька	78	86	3	8	3
	Хмельницька	78	81	8	8	3
	Сумська	73	77	11	10	2
	Луганська	73	73	3	22	2
	Донецька	78	81	2	14	3
	Київська	64	84	6	7	3
	Харківська	79	81	5	12	2
III	Запорізька	89	85	4	9	2
	Херсонська	82	90	1	8	2
	Дніпропетровська	83	84	1	12	2
	Одеська	83	80	2	14	4
	Кіровоградська	86	87	1	11	1
	Миколаївська	87	84	1	13	2

Сільськогосподарські землі, що використовуються для виробництва рослинної продукції, називаються сільськогосподарськими угіддями, основними з яких є рілля, сіножаті, пасовища, багаторічні насадження.

Найбільші площі сільськогосподарських угідь знаходяться в степових областях, де також більшість з них розорані.

Про структуру ґрунтового покриву на сільгоспугіддях й орних землях дає уявлення табл. 48. Наведені дані свідчать, що в Україні домінують чорноземи звичайні (27,7 % загальної площі орних земель), сірі лісові ґрунти (21,3 %) і чорноземи типові (18,1 %), тобто потенційно родючі ґрунти, придатні і для вирощування багатьох сільськогосподарських культур і взагалі ведення ефективного господарювання.

Таблиця 48

Площі основних типів ґрунтів, ступінь їх розораності (С.Ю. Булигін, 2008)

Назва ґрунтів	**Площі ґрунтів**		**Площі оранки**		
	Тис.га	**%**	**тис.га**	**% загаль-ної**	**% оран-ки**
Дерново-підзолисті супіщані і глинисто-піщані	1573,0	3,5	1015,0	64,5	3,5
Дерново-підзолисті оглеєні	1916,9	4,3	1140,7	59,5	3,6
Сірі лісові	7924,0	17,8	6719,1	84,8	21,3
Чорноземи типові на лесах	6272,2	14,1	5731,4	91,4	18,1
Чорноземи звичайні на лесах	10395,0	23,4	8760,0	84,3	27,7
Чорноземи південні переважно на лесах	6237,9	14,1	4662,4	74,7	14,8
Лучно-чорноземні переважно на лесах	1124,9	2,5	700,7	62,3	2,2
Темно-каштанові та каштанові на лесах	1489,9	3,4	1241,0	83,3	3,9
Лучні переважно на алювії	1936,1	4,4	663,0	34,2	2,1
Болотні, торфово-болотні і торфовища	2016,8	4,6	78,5	3,8	0,2
Солонці й осолоділі	537,8	1,2	256,1	47,6	0,9
Дернові	1627,1	3,7	396,3	24,4	1,3
Буроземні, дерново-буроземні	956,4	2,2	192,7	20,1	0,6

Коричневі гірські, гірсько-лучні	41,8	0,1	7,2	17,2	0,02
Виходи порід та зольники	311,0	0,7	21,6	6,9	0,1
Разом	**44406**	**100**	**31586,3**	**71,7**	**100**

Екологічна стійкість земельних ресурсів

Ступінь розораності земель характеризує їх екологічну стійкість. Найбільш нестійкими в екологічному відношенні є ті райони, в яких розорані землі значно переважають над умовно стабільними угіддями, до яких відносять: сіножаті; пасовища; землі, вкриті лісом, чагарником; болота. Показник стійкості (ПС) відповідає відношенню площі умовно стабільних угідь до площі ріллі. Найбільш стійкими слід вважати земельні ресурси північних і західних областей України (ПС>0,7), а найбільш вразливими – південних і східних областей (ПС<0,3).

Основні параметри родючості ґрунтів України представлені в табл. 49.

Продуктивність орних земель

Найбільш інформативним критерієм стану сільськогосподарських угідь є їх продуктивність, яка визначається врожайністю культур, що вирощуються у сівозмінах на орних землях, продуктивністю сіножатей, пасовищ і багаторічних насаджень.

Найвищою продуктивність ріллі відносно озимої пшениці за період 1981–1985 рр. (найбільш стабільний період з хімізації землеробства та агротехніки) відмічається в Центральному Лісостепу. „Пшеничний пояс” обмежується з півночі лінією Львів–Київ–Суми, з півдня – Чернівці – Полтава, де врожайність сягає 40–9 ц/га. Далі на південь продуктивність агроценоз. У Поліссі продуктивність ґрунтів відносно озимої пшениці становить лише 25–18 ц/га..

Таблиця 49

Якісна характеристика ґрунтового покриву сільськогосподарських земель України
(% від площі сільськогосподарських угідь)

Ґрунти	Гранулометричний склад							Еродованість						Вид						
								Змиті			Дефльовані			Оглеєнність				Засоленість і солонцюватість		
														поверх-нева		ґрунтова				
	Піщані	Глинисто-піщані	Супіщані	Легко – суглинкові	Середньо - суглинкові	Важко – суглинкові	Глинисті	слабо	середньо	сильно	слабо	середньо	сильно	глеюваті	глейові	глеюваті	глейові	солонцюваті	солонцюваті і засолені	солонцюваті у комплексі із солонцями
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
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			
Дерново-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			
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				
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			
Чорноземи опідзолені		0,1	2,0	26,7	35,6	35,6	0,1	26,8	11,1	3,6										
Чорноземи типові			0,4	25,0	40,4	34,1	0,1	21,3	6,1	1,9										
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

Продовження табл. 49.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Чорноземи звичайні				2,2	10,5	84,4	3,0	18,5	5,5	1,5	4,6	1,4						15,2		0,1
Чорноземи та лучно-чорноземні ґрунти			0,7	8,0	8,6	78,8	3,9	7,9	2,0		4,2	0,5						80,9		19,0
Темно-каштанові солонцюваті			2,0	8,2	18,3	67,5	4,0				5,2	2,1						9,7		90,3
Каштанові солонцюваті					10,0	90,0												35,0		6,4
Лучно-чорноземні		0,2	2,1	36,8	31,9	28,2	0,8													
Лучно-каштанові			0,3		3,2	87,1	9,7													
Лучні	0,1	0,6	4,6	32,0	23,4	34,6	4,7											8,2	30,0	9,6
Торфово-болотні і торфовища																		8,9	3,1	
Алювіальні дерново оглеєні та їх опідзолені види	1,7	15,7	33,9	24,0	24,4	0,3										11,0	89,0			
Дерново поверхнево оглеєні осолоділі					36,8	63,2									100,0					
Солонці лучно-степові	0,1		0,5	12,8	14,8	39,1	32,7													
Солончаки	0,5	1,9	3,1	5,6	4,5	65,3	19,1													
Мочаристі			0,5	1,4	6,8	63,1	27,2													
Буроземи кислі			3,6	35,4	45,9	11,9	3,2	15,5		12,7										

Висока продуктивність ріллі відносно зерна кукурудзи (60–69 ц/га) має місце в областях західної України, частково у Вінницькій, Київській та Черкаській областях, далі на схід та південь урожаї зменшуються до 27 – 38 ц/га. Територія з відносно високою продуктивністю ґрунтів щодо соняшнику (19–23 ц/га) обмежена з півдня лінією Кіровоград–Запоріжжя, з півночі – Чернівці–Харків, далі на північ та південь продуктивність знижується до 12–15 ц/га.

Найвища продуктивність ріллі відносно картоплі (200 ц/га) відмічена в Поліссі (Волинська, Рівненська, Чернігівська області), далі на схід та південь продуктивність знижується до 76–115 ц/га. У Західному Лісостепу найвища продуктивність відносно цукрових буряків (367–417 ц/га), далі на схід її продуктивність набагато нижча (183–245), але в Автономній Республіці Крим знову зростає

Продуктивність кормовихугідь

Угіддя кормового призначення на відміну від орних земель слід розглядати як екосистеми, продуктивність яких визначається зональними і регіональними особливостями їх розвитку. На території України виділено 19 типів екосистем кормового призначення з урахуванням типів природних кормових угідь, домінуючої рослинності, типів ґрунтів, геоморфологічнихта кліматичнихособливостей територій (табл. 50 і 51).

Установлено, що продуктивність кожного типу екосистем (виражена через урожай сіна, ц/га) практично азональна і може залежати лише від погодних особливостей року. Кормові вгіддя найчастіше розташовані на заплавних землях, а саме в межах долин великих і малих річок, на лучних терасах. Ці землі завдяки особливостям місцеположення виконують специфічні біосферні функції. Ландшафт заплави, чітко означений стержнем – річкою, з його деревами, чагарниками, озерами, старорічищами, болотами, торфовищами являє собою класичний геохімічний бар'єр, на якому затримуються та очищуються стоки, що попадають сюди з плакорів та

водорозділів.Цим самим заплававиконує і специфічну санітарно-гігієнічну та водорегулюючу функції.

Таблиця 50

Продуктивність екосистем кормового призначення (С.Ю. Булигін , 2008)

Область	Типи екосистем*																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*
Волинська	12	26		7						17			11	3				8	
Рівненська	12	26		7						17			11	3					
Львівська	12	26								17			11			19	17	8	
Житомирська	12	26		7						17			11					8	
Київська	12	26		7						17			11	3				8	
Сумська	12	26		7						17			11	3				8	
Чернігівська	12	26		7						17			11	3				8	
Закарпатська															32	19	17		
Івано-Франківська															32	19	17		
Чернівецька										17					32	19	17		
Вінницька				7						17				3					
Тернопільська													11						
Хмельницька				7						17			11	3					
Черкаська				7						17			11	3					
Кіровоградська				7						17									
Полтавська				7						17			11	3					
Харківська				7						17			11	3					
Луганська				7	5	13	3	4		17				3					
Донецька				7	5	13	3	4	3	17									
Дніпропетровська				7						17			11	3					
Запорізька				7				4		17			11						
Одеська				7				4		17			11						
Миколаївська				7	5	13		4	3	17	5								
Херсонська				7	5	13			3	17	5			3					
Республіка Крим																			

*** Див. «Типи екосистем кормового призначення», табл. 51**

Таблиця 51

Типи екосистем кормового призначення України (С.Ю. Булигін, 2008)

Код	Характеристика
1	**2**
1	Природні лучні фітоценози на дерново-підзолистих ґрунтах морено-зандрових ландшафтів Полісся
2	Кормові агроценози у складі сільськогосподарських земель на місці тих же ландшафтів
3	Природні лучно-степові ковилово-типчаково-різнотравні та різнотравні фітоценози на типових чорноземах та інших ґрунтах Східноєвропейських лісостепових ландшафтів з лесовими породами – переважно у заповідниках, заказниках та деяких господарствах поза сівозмінами
4	Кормові агроценози у складі сільськогосподарських земель на місці колишніх лучно-степових екосистем у межах посередніх ландшафтів
5	Природні типово степові різнотравно-типчаково-ковилові фітоценози на чорноземних ґрунтах Східноєвропейських степових ландшафтів – заповідники, заказники та фрагменти поза сівозмінами в деяких господарствах
6	Кормові агроценози у складі сільськогосподарських земель на місці цих же, але розораних ландшафтів
7	Кормові агроценози у складі сільськогосподарських земель на кам'янистих землях Донецького Кряжу та інших регіонів України, включаючи Кримське передгір'я
8	Те саме на місці псамофітних степів
9	Сухостепові (напівпустельні) полиново-типчаково-ковилові та полиново-злакові фітоценози на каштанових та темно-каштанових солонцюватих ґрунтах у комплексі із солонцями та солончаками лесових рівнин Причорномор'я та Приазов'я
10	Заплавні фітоценози, у т.ч. у поєднанні з лісовими, чагарниковими, болотними ценозами та сільськогосподарськими землями з алювіальними ґрунтами центральної, прируслової притерасної заплави, а також кормові агроценози у складі сільгоспземель на меліорованих заплавних та інших землях
11	Різнотравно-злакові фітоценози подових, западинних та блюдце подібних ландшафтів з галогенними ґрунтами, а також кормові агроценози у складі сільськогосподарських земель на їх місці
12	Галофільні та лучно-галофільні кормові ценози на солончакових, солонцюватих та інших ґрунтах Присивашшя тощо
13	Болотні екосистеми, місцями поєднані з лісами, чагарниками та луками на евтрофних та алкалітрофних торфовищах Полісся та Лісостепу, у т.ч. кормові агроценози у складі сільськогосподарських земель на осушених болотах
14	Псамофітно-терасові трав'янисті фітоценози та їх комплекси з піщано-степовими та лісовими (дубовими, березовими, вільховими та сосновими) ценозами різних ландшафтних зон
15	Лучні фітоценози заплавних ландшафтів Закарпатської низовини

Продовження табл. 51

1	2
16	Субальпійські фітоценози Карпатських полонин з дерново-буроземними торфо-лучними та і гірсько-лучними щебенистими ґрунтами на елювії палеолітового флішу
17	Трав'янисті фітоценози на алювіальних ґрунтах гірсько-заплавних ландшафтів
18	Лісові та чагарникові фітоценози кормового призначення різних ландшафтних зон (липові, березові, кленові, ясеневі, вербові, соснові тощо)
19	Заплавні екосистеми кормового призначення, загублені при затопленні водами штучних водосховищ на рівнинних ріках (Дніпро, Сів. Донець, Оскол тощо) та під мілководдями

Заплава на сьогодні залишається одним з 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; тут є рідкісні, реліктові, зникаючі, лікарські, кормові, медоносні та інші рослини. У заплавах розташовані улюблені місця відпочинку, мисливські та рибальські угіддя.

Заплавні торфовища Полісся до їх осушення відігравали глобальну біосферну роль поглинувачів діоксиду вуглецю та акумуляторів вологи, яка використовувалася великими ріками. Важливу і фітотерапевтичну функцію виконують торфовища, болота, луки.

Отже, зважуючи на перелічені вище біосферні та екосоціальні функції заплавних земель, кормових екосистем, їх значимість для суспільства не може визначатися лише економічними критеріями. Крім того, суспільство має корінним чином змінити свій погляд на використання таких угідь, звільнитися від пануючої впродовж останніх десятиріч трансформативної тенденції, яка ввійшла в явну суперечність з проблемою збереження і відтворення природи.

Бальна оцінка земель

Оцінка ґрунтів (бонітування) має велике значення для порівняння їх якості та продуктивності.

В Україні було проведено бонітування ґрунтів спочатку за багаторічними даними врожайності сільгоспкультур, а в 1993—1995 рр. — за природними властивостями ґрунтів.

Часткова оцінка ґрунтів була проведена за врожайністю зернових культур і цукрових буряків, а бали загальної оцінки встановлювалися за показниками продуктивності всіх культур, які перераховувалися в зернові одиниці. Бальна оцінка ґрунтів за врожайністю сільгоспкультур використовувалася для планування виробництва сільгосппродукції, аналізу господарської діяльності сільськогосподарських підприємств тощо. Ця оцінка зазнала критики, тому щоне враховувала природних властивостей ґрунтів і наближалася до економічної оцінки земель.

У зв'язкуіз цим колективом авторів була розробленаМетодика оцінки ґрунтівза їх властивостями. Бралися до уваги такі показники**:** вміст гумусу і фізичної глини в орному шарі, глибина гумусового горизонту, глибина залягання глеєвих горизонтів, індексагрофізичного стану.

Розрахунок балів бонітетів ґрунтів проводили спочатку на підставі окремих властивостей, а потім розраховували загальну його величину за всіма властивостями з урахуванням частки впливу окремих показників на врожай культури. Для врахування впливу на родючість ґрунтів солонцюватості, засолення, скелетності, кислотності й оглеєння в бали бонітетів вводяться попередньо розроблені поправочні коефіцієнти.

Найбільш високу оцінку (48–55 балів) одержали ґрунти Черкаської, Кіровоградської, Одеської, Харківської та Донецької областей, що, як виявилося, не завжди відповідає величині їх фактичної продуктивності. Це свідчить про те, що в цілому перспективна методика оцінки ґрунтів за властивостями потребує доопрацювання.

1.1.2. Землі лісового фонду

Лісовий фонд — це сукупність лісових та нелісових земельних площ, призначених для ведення лісового господарства. До нього входять: землі, вкриті лісовою рослинністю; не вкриті, які підлягають залісненню; зайняті

лісовими шляхами, просіками, протипожежними розривами; нелісові землі, зайняті спорудами, пов'язаними з 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.

Структура земель лісового фонду

До структурних особливостей лісових земель відносяться розподіл земель за формою користування та цільовим призначенням, а також розподіл лісів за породним складом, віком, повнотою та бонітетом.

За формою користування лісовий фонд України поділяється на лісовий фонд державного значення і колгоспні (тепер колективні підприємства) ліси. Лісовий фонд державного значення перебуває у безпосередньому віданні Міністерства лісового господарства України та довгостроковому користуванні окремих державних організацій – комунальних господарств, курортів, навчальних закладів. Колективним сільськогосподарським підприємствам ліси як складова частина державного лісового фонду надані у безстрокове використання. Структура лісового фонду України за формою користування представлена в табл. 52.

Таблиця 52

Загальна характеристика лісового фонду України (С.Ю. Булигін , 2008)

Приналежність лісового фонду за формою користування	**Площі лісового фонду**			
	всього		**в т.ч. вкриті лісом**	
	тис. га	**%**	**тис. га**	**%**
Держлісфонд	7175	72,2	6151	71,3
Ліси, закріплені за колективними сільськогосподарськими підприємствами	2356	23,7	2160	25,1
Ліси закріплені за міністерствами і відомствами	411	4,1	309	3,6
Усього	9942	100	8620	100

Державні ліси поділяються за цільовим призначенням 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) відносять ліси зелених зон навколо міст і промислових центрів (37,6 %), охоронні смуги вздовж річок, навколо озер та інших водойм (11,4 %), полезахисні 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. Обсяг лісокористування в них визначається розрахунковою лісосікою, що не перевищує середньорічного приросту деревини.

Породний склад та вікова структура лісів – важливі характеристики лісового фонду. Відповідність лісоутворюючих порід умовам місцезростання є одним з головних факторів, що визначають ефективність використання продуктивних сил природи. Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови України визначають досить різноманітний породний склад лісів. Понад 25 листяних і хвойних порід зростають у лісах України, серед яких найпоширенішими із хвойної групи є сосна і смерека, а з листяної – дуб, бук, граб, береза і вільха. Лісостани з переважанням у складі цих порід займають 93,0 % вкритої лісом площі. Результати обліку лісового фонду свідчать, що Україна належить до малолісних, лісодефіцитних держав. На душу населення в Україні припадає всього 0,17 га вкритої лісом площі, 20 м^3 запасів деревини та 0,28 м^3 обсягу річного користування. Для порівняння: в Радянському Союзі ці показники становили відповідно – 3,06; 332 та 1,5. Критеріями для оцінки стану та продуктивності земель лісового фонду є лісистість (відношення вкритої лісом площі до загальної) території, бонітети лісів та повнота насаджень, запас головних лісоутворюючих порід, середній приріст деревини на 1 га

вкритої лісом площі. Між різними областями України існують суттєві відмінності у лісозабезпеченні (табл. 53).

Основні лісові запаси зосереджені в Карпатах (29 %), Лісостепу (31 %) і Поліссі (33 %). У степовій зоні та Криму знаходиться лише 7 % лісових запасів. Нормативом для визначення необхідної кількості лісів на території різних регіонів України є показник оптимальної лісистості, за яким найбільш ефективно виявляється весь комплекс корисних властивостей лісу (середовище утворюючих, сировинних, захисних, водоохоронних, санітарно-гігієнічних та ін.).

Продуктивність лісових земель

Продуктивність лісів України визначається за їх бонітетом, повнотою насаджень, запасом головних лісоутворюючих порід та середнім приростом (табл. 54).

Оцінку продуктивності лісових земель зроблено на основі узагальнення матеріалів ґрунтово-лісотипологічного обстеження, зведених до рівня області.

Ліси України мають відносно високу продуктивність. Середній приріст деревини на 1 га вкритої лісом площі Держлісфонду становить 4,0 м^3, середній запас деревостанів становить 171 м^3. Найвищу продуктивність мають хвойні лісостани – 4,4 м^3/га. Середній приріст на 1 га вкритої лісом площі досягає в лісах Карпат – 4,6 м^3 , Лісостепу – 3,9, Полісся – 3,6, Степу – 2,9 м^3. Групування окремих областей України проведено за рівнем продуктивності їх лісів, що виражається через середній приріст деревини. До групи найбільш продуктивних земель відносять ліси північних і західних областей України. Середня продуктивність лісів України характеризується II класом бонітету.

Таблиця 53.

Лісовий фонд України*

Області	Землі лісового фонду. тис. га				% лісистості	
	Усього		лісові землі	вкриті лісом	фактич-ний	оптима-льний
	тис. га	% від площі області				
У тому числі:						
Вінницька	333,2	12,6	332,1	306	11,5	15
Волинська	699,3	34,7	645,4	611,2	30,4	36
Дніпропетровська	152,4	4,8	128,3	113,3	3,6	8
Донецька	159,2	6,0	142,9	128,2	4,8	12
Житомирська	1049,4	35,2	976,9	934,7	31,3	36
Закарпатська	687	53,9	662	639,8	50,0	55
Запорізька	55,5	2,0	48	36,3	1,3	5
Івано-Франківська	634,3	45,5	594,6	566,1	40,7	48
Київська	651,4	23,1	589,9	562,1	19,4	14—33
Кіровоградська	126,8	5,2	122,4	111	4,5	11
Республіка Крим	297,1	11,4	248,4	239,6	9,2	6—53
Луганська	289,7	10,8	261,8	234,4	8,8	10—2
Львівська	681	31,2	643,7	610,2	28,0	29—30
Миколаївська	80,6	3,3	67,1	46,5	1,9	7
Одеська	207,7	6,2	163	138	4,1	9
Полтавська	241,4	8,4	227	214,6	7,5	15
Рівненська	844,6	42,1	765,8	728,5	36,2	41
Сумська	421	17,7	405,1	387,3	16,3	20
Тернопільська	193	14,0	185.6	177.5	12,9	20
Харківська	378,4	12,0	360,1	336,5	10,7	12—19
Херсонська	185,7	6,5	109,1	89	3,1	8
Хмельницька	279,3	13,5	260,9	244,3	11,9	17
Черкаська	316,6	15,1	303,6	287,4	13,8	16
Чернівецька	257,1	31,7	247,2	233,5	28,8	33
Чернігівська	679,6	21,3	634,9	611,8	19,2	15—25
Всього по Україні	9942,4	16,4	9151	8620,6	14,3	19

Таблиця 54

*За даними УкрНДІЛГА станом на 01.01.1988 р.

Продуктивність лісів України

Області	Покриті лісом землі по класах бонітету, тис.га			Покриті лісом землі по повнотамх тис.га			Середній запас деревини на 1 га головних лісоутворюючих порід, м^3		Середній приріст деревини	
	II та вищі класи бонітетів	III-V класи бонітетів	Va та нижчі класи бонітетів	1,0—0,8	0,7—0,5	0,4—0,3	всіх насаджень	спілих, які можна експлуату-вати	загальний, млн м^3	на 1 га покритих лісом земель, м^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
У 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
Автон.республіка Крим	9	174	59	107	121	14	130	–	0,4	1,7
Львівська	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
Україна – всього	4939	1126	84	2526	3499	124	171	287	24,4	4,0
Мінлісгосп– всього	3939	1017	72	2043	2896	89	155	249	18,7	3,7

У Держлісфонді України переважають насадження з повнотою 0,7 і вище. Їх питома вага становить 75 %. Однак значні площі (25 %)

низькоповнотних лісів повинні стати об'єктами збільшення продуктивності. Раціональне розміщення і співвідношення лісових та сільськогосподарських угідь має надзвичайно велике значення в природокористуванні. Саме цим зумовлено створення системи лісозахисних смуг, особливо в посушливих зонах. Однак не менш важливим є й правильне використання земель у межах Держлісфонду. Ураховуючи необхідність інтенсифікації використання таких різноманітних функцій лісу, як заготівля грибів, ягід, горіхів, лікарських рослин, живиці, хвойно-вітамінного борошна, мисливської фауни тощо, особливо слід відмітити можливість суттєвого покращення кормової бази тваринництва за рахунок розширення і значного поліпшеннястану сіножатей у системі Держлісфонду.

Існуюча практика суцільного заліснення галявин та інших не вкритих лісом земель помилкова. У природних лісах завжди є відкриті ділянки з різних причин більш сприятливідля трав'янистої рослинності. Це землі, що періодично затоплюються, неглибокі, заболочені або засолені, безумовно значно перспективніше використовувати під луками, ніж під малоцінними нестійкими лісовими насадженнями. Крім того, на таких ділянках зберігається багато природних трав'янистих рослин, унаслідок чого ліси на сьогодні є основними резерватами флористичних скарбів різних регіонів.

1.1.3. Землі природно-заповідного фонду

До природно-заповідного фонду (ПЗФ) відносять ділянки суші і водного простору, природні 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 фонового моніторингу навколишнього природного середовища. Такі землі повністю або частково виключаються з господарського використання.

Структура земель природно-заповідного фонду

До складу природно-заповідного фонду України входять території та об'єкти 11 категорій, які складаються з 16 типів (табл. 55). Існуюча в країні

заповідна мережа створювалася в основному для охорони рідкісних рослин, тварин і ландшафтів. Однак за теперішнього часу вона не повністю забезпечує вирішення актуальних задач охорони природи і потребує розширення. Критеріями стану мережі ПЗФ є репрезентативність у ній рослинного покриву та ландшафтів усіх регіонів, відбиття типових для певного регіону угруповань усіх типів рослинності та рідкісних угруповань рослин, відбиття флори України. Однак не всі регіони України мають достатню кількість об'єктів ПЗФ.

Таблиця 55

Мережа територій та об'єктів природно заповідного фонду України за категоріями*

Категорії	**Кількість**	**Площа, га**
1	**2**	**3**
Природні заповідники	12	119519,3
Біосферні заповідники	3	88091,0
Національні природні парки	4	176648,0
Заказники:		
загальнодержавного значення	227	329995,3
місцевого значення	1709	499679,4
Пам'ятки природи:		
загальнодержавного значення	123	4847,8
місцевого значення	2727	12659,5
Ботанічні сади загальнодержавного значення	17	1877,7
Дендрологічні парки:		
загальнодержавного значення	19	1243,5
місцевого значення	2	14,1
Зоологічні парки загальнодержавного значення	6	108,0
Парки-пам'ятки садово-паркового мистецтва		
загальнодержавного значення	83	5806,2
місцевого значення	426	7584,2
Регіональні ландшафтні парки	5	81285,2
Заповідні урочища	737	83442,8
Усього	6100	1412802,0

* За даними УкрНДІЕП, 1995

Розміщення об'єктів ПЗФ в областях

У табл. 56 подається кількість об'єктів та площа земель, що зайняті об'єктами ПЗФ по областях України.

Відсоток заповідності вказує на частку земель ПЗФ у загальній площі

земель області. Землі, що зайняті об'єктами ПЗФ, мають відігравати велике значення в оздоровленні земельних ресурсів і в більшості випадків як екологічні оазиси. При цьому велике значення має репрезентативність мережі об'єктів. Однак аналіз показує, існуюча мережа ПЗФ не повністю відображає різноманітність земельних ресурсів України і томупотребує

Таблиця 56

Кількість територій та об'єктів природно-заповідного фонду України по областях і Автономній Республіці Крим*

Області	Усього		% заповідності
	Кількість	Площа,га	
Вінницька	311	18615,7	0,7
Волинська	359	105325,6	5,2
Дніпропетровська	111	15709,1	0,5
Донецька	79	18526,1	0,7
Житомирська	134	40250,6	1,35
Закарпатська	442	84064,9	6,6
Запорізька	317	44402,4	1,6
Івано-Франківська	438	95139,0	6,8
Київська	88	15871,0	0,5
Кіровоградська	76	5671,8	0,2
Авт.республіка Крим	129	113798,5	4,2
Луганська	92	8259,6	0,3
Львівська	416	74684,2	3,4
Миколаївська	107	35441,7	1,4
Одеська	114	50657,4	1,5
Полтавська	259	29678,7	1,0
Рівненська	246	112547,0	5,6
Сумська	174	39271,4	1,65
Тернопільська	419	114219,7	8,3
Харківська	155	29064,0	0,9
Херсонська	70	176749,3	1,6
Хмельницька	341	28237,3	1,4
Черкаська	329	24876,8	1,2
Чернівецька	281	18232,4	2,25
Чернігівська	563	84555,9	2,65
м. Київ	41	3876,9	–
м. Севастополь	9	26075,0	–
Усього	6100	1412802,0	2,3

* За даними УкрНДІЕП, 1995

перегляду. Крім того, необхідність залучення об'єктів ПЗФ до мережі контрольних пунктів моніторингу земель вимагає докорінних змін у системі

спостережень на об’єктах, доповненні їх обов'язковими загальними показниками.

1.2. Пропозиції щодо поліпшення стану земель

„Раціональне використання земель – це одна з основних проблем, від вирішення якої залежить майбутнє людства” –зазначав видатний французький вчений Ж. Дорст . Точність і ємність цього вислову безперечна, до нього можна лише додати слова відомої українськоївченої О.С. Мігунової**:** „Природа єдина. Тому і система її збереження,покращення і використання повинна бути єдиною” . Так,саме комплексний, системний підхід до оцінки стану земельних ресурсів, дасть можливість не тільки констатувати сучасний стан і прогнозувати характер змін, але й знайти найбільш адекватніміри реагування, розробити дійсно природоохоронну стратегію раціонального використання земель.

Раціональним вважають економічно вигідне й екологічно безпечне використання. Виходячи з викладеної вище інформації простан земельнихресурсів та нормативів його оцінки, сформулюємо основні вимогидораціонального землекористування:

- упровадження оптимальногоспіввідношення земельних угідь;
- максимальне врахуванняпотреб у земельних ресурсах усіх галузейгосподарства;
- підтримка заходів, спрямованих на збереження самовідновлювальних та екологоутворюючих функційвсіх елементів екосистем;
- регулювання антропогенного навантаженняна земельні ресурси, недопущення перевищення міри екологічної вразливості;
- перебудова свідомості суспільства, перехід від антропоцентричної політики природокористування до ексцентричної.

Зазначені пропозиції будуть конкретизовані в подальших розділах.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Дайте визначення поняття „земельних угідь”.

2. Охарактеризуйте структуру земельних угідь України.

3. Назвіть основні критерії та показники для якісної оцінки земель сільськогосподарського призначення.

4. Назвіть найбільш поширені ґрунти України і дайте їм якісну оцінку.

5. Розкрийте поняття „екологічна стійкість” земельних ресурсів ?

6. Охарактеризуйте продуктивність орних земель відносно основних сільськогосподарських культур.

7. Назвіть основні функціональні відмінності орних земель і кормових угідь.

8. Критерії та показники для якісної оцінки земель лісового фонду.

9. Критерії та показники для якісної оцінки земель природно-заповідного фонду.

10. Розкрийте суть основних вимог щодо раціонального використання земель.

РОЗДІЛ 2. ОЦІНКА ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВРОДЮЧОСТІ ЗЕМЕЛЬ

2.1. Родючість ґрунтів як інтегральний показник якості земель сільськогосподарського призначення

Критерієм оцінки екологічного стану сільськогосподарських угідь насамперед є рівень родючості ґрунтів, як основа функціонування цієї категорії земель. Саме родючість ґрунтів зумовлює рівень продуктивності земель, їх господарську значимість і вартість. За Законом України "Про охорону земель" родючість ґрунту – це здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі і теплі в достатніх кількостях для їх нормального розвитку, які в сукупності є основним показником якості ґрунту [57]. Родючість – основна специфічна властивість ґрунтів, що якісно відрізняє їх від вихідної (материнської) гірської породи. На цілині родючість тісно пов'язана з генетичними особливостями ґрунтів, а на ріллі, крім того, ще й з характером їх сільськогосподарського використання. Її рівень залежить від складу ґрунту, агрономічно цінних властивостей і режимів, які в свою чергу зумовлені як ґрунтоутворювальними процесами, так і технологіями вирощування сільськогосподарських культур.

Таким чином, родючість – не тільки природне, а й соціально-економічне явище. По суті воно дуже складне, багатофакторне, різноманітне, відносне і динамічне. Через це для характеристики родючості використовують багато термінів. Найбільш узагальнену класифікацію термінів з родючості ґрунтів розробив Б.О. Нікітін (рис. 9).

Наведені на рис. 9 терміни характеризують або особливості генезису родючості й проявлення її через урожай сільськогосподарських культур, або відображають рівень економічного стану родючості. Наприклад, розподіл родючості на природну і штучну пов'язаний з її походженням; на потенційну

та ефективну – з мірою економічної доцільності використання ґрунтів на певному етапі розвитку землеробства.

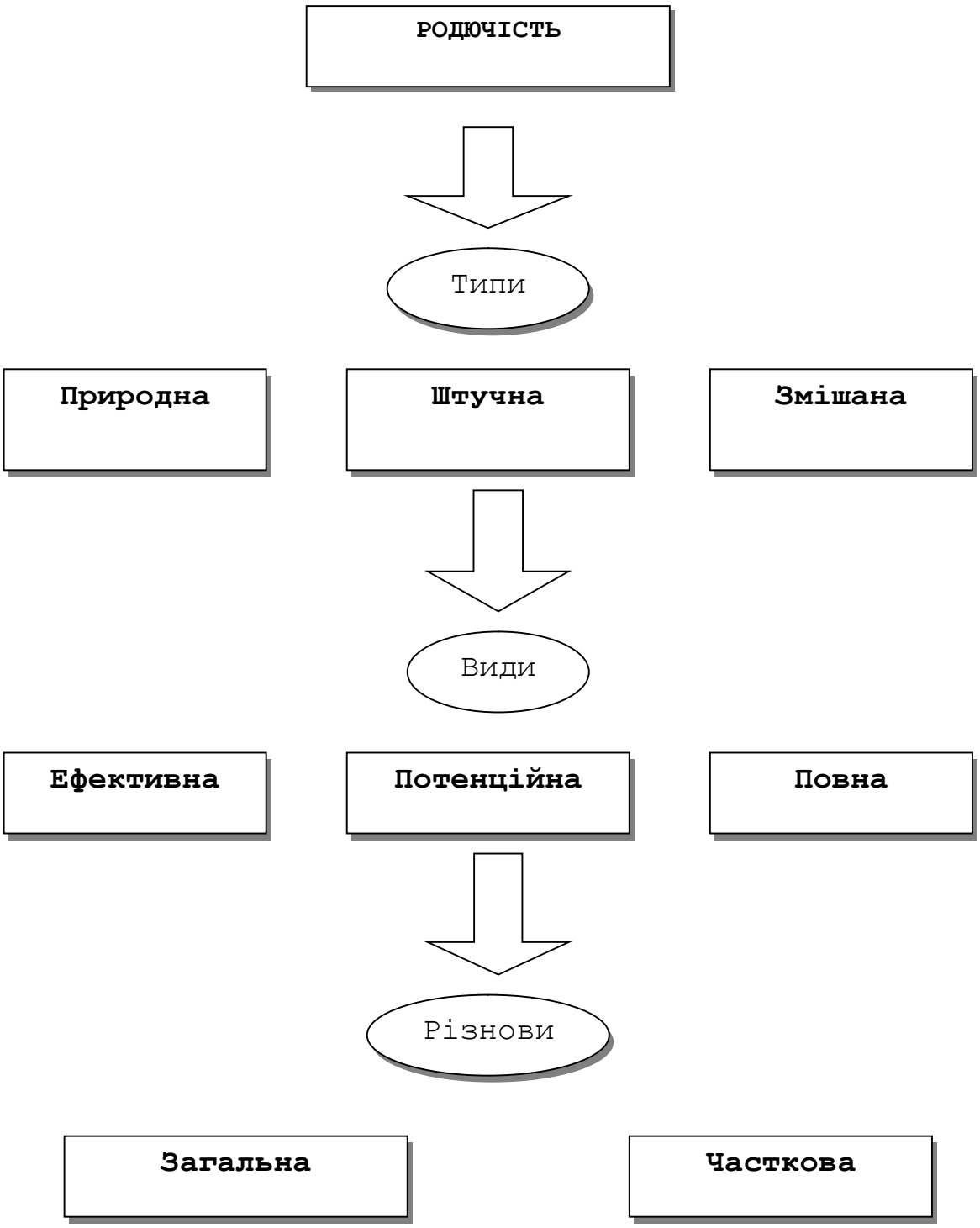

Рис. 9. Класифікація термінів за родючістю (за Б.О. Нікітіним)

Потенційна родючість орних земель, за визначенням В.В. Медведєва, це та частина повної родючості, яка закладена в її агрономічних властивостях як можливість одержання максимального врожаю сільськогосподарських культур, але з об'єктивних причин вона не може бути повністю реалізована.

Потенційна родючість визначається складом і сукупністю відносно сталих властивостей ґрунту. Тому при використанні звичайних агротехнічних прийомів вона відносно стала і змінюється, як правило, повільно. Однак під впливом інтенсивної меліорації (осушення, промивання від солей, меліорація кислих і солонцевих ґрунтів), а також внаслідок забруднення токсичними речовинами, вторинного засолення та інших несприятливих факторів потенційна родючість ґрунту може швидко та істотно змінюватися.

При сільськогосподарському використанні ґрунтів частина потенційної родючості реалізується в урожаї культурних рослин. Саме вона і являє собою ефективну родючість ґрунту. При цьому відбуваються певні „витрати” не тільки поживних речовин ґрунту, а й іншого речовинного складу та агрономічних властивостей.

Теоретично ефективна родючість має оцінюватися сукупністю показників властивостей ґрунтів, від яких залежить забезпечення врожаю. Однак у зв'язку з тим, що наука ще не виробила критерії оцінки „витрат” усіх агрономічних властивостей (за винятком увібраних рослинами поживних речовин), то практично вона вимірюється рівнем урожаю. Деякі автори пропонують взяти за основний показник величину поживних речовин, що перейшли в біомасу за вегетаційний період на одиниці.

Ефективна родючість досить динамічна не тільки в багаторічному циклі, а й протягом вегетації. Тому як мінімальний період часу для визначення її рівня можна використати ту чи іншу фазу розвитку сільськогосподарських рослин, які вирощують на даному ґрунті.

Рівень ефективної родючості в природних умовах, незважаючи на залежність від погоди, має певні межі величин, що характерні для

рівноважного стану даного біогеоценозу. На сільськогосподарських угіддях вони можуть дуже коливатися залежно від сортів рослин, агротехнічних прийомів, економічних умов. У зв'язку із цим ефективна родючість на ґрунтах сільськогосподарських угідь проявляється у формі економічної або природно-економічної. Вона формується за умов конкретної господарської діяльності людини, коли можливі значні відхилення біологічного кругообігу речовин від незайманих природних ценозів як у бік зниження, так і підвищення її ємкості. Звідси економічна родючість може бути прибутковою, мінімальною і критичною.

На сучасному етапі розвитку землеробства розробляється новий підхід до управління родючістю ґрунтів. У його основу покладено ідею створення моделей високородючих ґрунтів за допомогою ЕОМ. Для розв'язання такого завдання необхідні досить широкі дослідження з вивченням закономірностей функціонування потенційної та ефективної родючості, відпрацювання діагностичних показників і їх оптимальних параметрів для контролю стану родючості як у цілому, так і окремих її складових компонентів. Простежимо закономірності еволюції ефективної та потенційної родючості ґрунтів під час освоєння і використання їх у землеробстві на прикладі чорноземів типових Лісостепу. У період освоєння (перші 7-12 років після оранки цілини) ефективна родючість (урожай сільськогосподарських культур) помітно зростає при одночасному зниженні потенційної (зменшуються вміст гумусу, валові запаси азоту і фосфору, погіршуються фізико-хімічні й фізичні властивості тощо). У подальші роки (приблизно до 50 років) ефективна родючість чорноземів знижується до певного рівня, але ще залишається високою. Після цього за умов незмінної агротехніки вирощування сільськогосподарських культур, невикористання добрив і меліорантів ефективна родючість староорних чорноземів підтримується приблизно на однаково низькому рівні за рахунок мобілізації і виорювання потенційної родючості. Врешті це призводить до зниження як ефективної, так і потенційної родючості.

Таким чином, людина, використовуючи ґрунт у сільськогосподарському виробництві, сприяє різкій активізації потенційної родючості, що зумовлює високі врожаї культурних рослин під час освоєння ґрунтів. Високий рівень ефективної родючості при неповній компенсації факторів ґрунтової родючості підтримується за рахунок одночасного зниження потенційної. Але при тривалому такому використанні ґрунтів значно знижується і ефективна родючість. Унаслідок цього формуються деградовані, виснажені ґрунти з низькою потенційною та ефективною родючістю.

На формування деградованих ґрунтів в умовах агроценозів впливають не тільки некомпенсований кругообіг речовин у системі ґрунт - рослина, а й негативні наслідки від використання агроприйомів, а також від ущільнювальної дії ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин на ґрунт. Це в цілому зумовлює втрати гумусу, кальцію, руйнування структури, ущільнення, висушування, змитість ґрунтів, ерозійні явища тощо.

Для підтримання потенційної родючості орних земель потрібно систематично і своєчасно компенсувати втрати органічної речовини і кальцію (табл. 57). На орних ґрунтах концентрується значна кількість фітомаси, причому в Лісостепу і Степу – навіть більше за цілину. Однак надходження рослинних решток у ґрунт на ріллі порівняно з природними аналогами різко зменшується. Унаслідок цього багато виноситься поживних речовин і втрачається гумусу з ґрунту, що вимагає компенсації з боку людини. Але в цьому випадку окремих заходів недостатньо, потрібний комплексний підхід до окультурення ґрунтів.

За В.В. Медведєвим, під окультуренням ґрунтів розуміють екологічну реорганізацію ґрунтового тіла і зміну ґрунтових процесів згідно з вимогами головної групи сільськогосподарських культур з метою сталого зростання їх урожайності на основі підвищення потенційної та ефективної родючості.

Поняття родючість ґрунту обов'язково включає рослину і відображає ступінь відповідності в системі ґрунт - рослина. Оскільки певні рослини

ставлять неоднакові вимоги до властивостей ґрунту і в різній мірі здатні використовувати потенційну родючість ґрунту, то звідси логічно випливають такі завдання щодо окультурення: неоднозначна зміна найважливіших агрономічних властивостей ґрунтів; встановлення оптимальних взаємовідносин між ґрунтом і головною екологічною групою вирощуваних на ньому рослин; спеціалізація землеробства з урахуванням агроекологічних та економічних умов. Нині вже створені теоретичні передумови управління ґрунтовою родючістю як відносно простого, так і поширеного відтворення, при цьому система контролю і управління родючістю ґрунту має будуватися на основі ґрунтово-екологічного районування з урахуванням спеціалізації і концентрації сільськогосподарського виробництва.

Таблиця 57

Кількість і якість рослинних решток, що надходять у ґрунт, та біопродуктивність природних і культурних ценозів (С.Ю. Булигін, 2008)

Угіддя	**Приріст фітомаси за рік, ц/га сухої речовини**	**Фітомаса рослинних решток, ц/га/рік сухої речовини**	**Кальцій у рослинних рештках, кг/га/рік**
Дерново-середньопідзолистий ґрунт			
Ліс	110	65	35
Рілля	64	25	33
Рілля інтенсивного використання	92	32	25
Чорнозем типовий			
Переліг	143	143	51
Рілля	178	28	13
Рілля інтенсивного використання	226	34	10
Темно-каштановий слабосолонцюватий ґрунт			
Переліг	40	40	64
Рілля	93	26	10
Рілля інтенсивного використання, зрошувана	309	55	61

2.2. Природна та ефективна родючість земель України за агропотенціалом основних сільськогосподарських культур

Земельні ресурси України значно диференціюються за родючістю. В умовах важкого економічного стану більшості сільгосппідприємств вимоги рослин задовольняються практично за рахунок тільки природної родючості ґрунтів. Її параметри стосовно провідних сільськогосподарських культур визначаються генетичними особливостями ґрунтів, їх гранулометричним складом, ступенем зволоження та попередниками і мають значні відмінності в зонально-регіональному плані. Наприклад, агропотенціал озимої пшениці після зайнятого пару за природної родючості ґрунтів у середні за зволоженням роки і при високому рівні агротехніки коливається від 7-9 до 34-38 ц/га. Урожайність 7-9 ц/га властива дерновим опідзоленим піщаним ґрунтам, 10-15 ц/га – дерновим опідзоленим зв'язно-піщаним, буро-підзолистим кислим поверхнево- оглеєним легко- і середньосуглинковим, світло-сірим та сірим поверхнево-оглеєним недренованим легко- і середньосуглинковим; світло-сірим та сірим поверхнево-оглеєним; 16-21 ц/га – дерново-підзолистим автоморфним і глеюватим легкосупіщаним (11-15 % фізичної глини), каштановим та темно-каштановим середньо- і важкосуглинковим та легкоглинистим; 23-26 ц/га – дерново-підзолистим автоморфним і глеюватим важкосупіщаним (16-20 % фізичної глини), чорноземам південним важкосуглинковим і легкоглинистим, чорноземам звичайним важкосуглинковим східної частини центрального Степу; 27-30 ц/га – чорноземам звичайним глибоким важкосуглинковим; 31-33 ц/га – сірим лісовим, темно-сірим опідзоленим, чорноземам опідзоленим та чорноземам типовим північної частини Лісостепу із вмістом фізичної глини 26-40 %; 34-38 ц/га – темно-сірим, чорноземам опідзоленим середньосуглинковим вологої частини Лісостепу; темно-сірим опідзоленим,

чорноземам опідзоленим та чорноземам типовим важкосуглинковим і легкоглинистим південної частини Лісостепу, чорноземам звичайним глибоким легкоглинистим Північного Степу. При внесенні добрив та проведенні меліоративних заходів в оптимальних об`ємах параметри родючості зростають на 10-30 % для ґрунтів Сухого Степу, Степу та південної частини Лісостепу, 30-50 % – північної та вологої частини Лісостепу, до 100-200 % - на ґрунтах Полісся, до 300 % – на поверхнево-оглеєних ґрунтах. Аналогічна диференціація за параметрами природної та ефективної родючості також властива ґрунтам стосовно інших культур. Реалізація вказаних її рівнів досягається лише за умови високої агротехніки, якісного насіннєвого матеріалу тощо.

В Україні в залежності від регіону до 30-60 % земель знаходиться на схилах. Їх погіршені умови ґрунтоутворення на них унаслідок аридизації водного режиму знаходять відображення як у формуванні різних за параметрами профілю ґрунтів, так і суттєвому – на 15-50 % залежно від ступеня ксероморфності – зниження їх родючості. Крім цього, для них характерний періодичний розвиток ерозії, приуроченої до природної мікрорельєфної стокоскидної мережі. Реорганізація землевпорядкування в ході проведення земельної реформи призвела до збільшення кількості меж, доріг тощо як штучних рубежів на шляху природного скидання поверхневого стоку, що загрожує посиленням водної ерозії.

За 40 років після закінчення великомасштабних обстеу зв`язку із цим оцінити реальний стан земельних ресурсів можливо лише за умови суцільного дослідження ґрунтового покриву. Україна в деякій мірі запізнюється з вирішенням цього па економіки та введення приватної власності на землю вимагає точної інформації про якісний склад земельних ресурсів для визначення їх агровиробничих можливостей, оцінки вартості, податкової політики, моніторингу за станом ґрунтів з метою недопущення їх деградації, підвищення ефективності виробництва шляхом упровадження адаптованих до ґрунтово-екологічних умов технологій землеробства тощо.

На сьогодні актуальним є питання про повторне великомасштабне дослідження ґрунтів України. За його результатами для кожного землевласника повинні бути розроблені матеріали для використання у практичних цілях [142]:

1. Сертифікати якості ґрунтів за властивостями і вмістом токсичних забруднювачів та їх інтерпретація за ступенем сприятливості для сільськогосподарських культур і обґрунтування досягнення оптимального рівня.

2. Агропотенціал природної та ефективної родючості ґрунтів у розрізі провідних сільськогосподарських культур.

3. Рекомендації з раціонального використання природного потенціалу ґрунтів і підвищення їх ефективної родючості в умовах мінливої ринкової кон'юнктури.

4. Розробка проектів меліорації чи реорганізації землевпорядкування, якщо землі потребують меліорації або зазнають деградації внаслідок недоліків існуючого землевпорядкування.

2.3. Показники для контролю і прогнозування процесів деградації родючості ґрунту

Основні фактори і несприятливі ґрунтові процеси, що зумовлюють зниження ґрунтової родючості:

1) водна і вітрова ерозія;

2) дегуміфікація;

3) агрофізична деградація ґрунтів;

4) трансформація лужних і кислих ґрунтів;

5) процеси засолення й осолонцювання зрошуваних ґрунтів;

6) негативні явища в ґрунтоутворенні на осушених землях;

7) процеси техногенного забруднення ґрунтів.

Незважаючи на сучасне екстенсивне ведення землеробства, деградаційні процеси ґрунтового покриву України продовжують зростати у зв'язку з невизначеністю у співвідношенні між сільськогосподарськими угіддями, незбалансованістю біогеохімічних речовин і енергії в агроландшафтах, недосконалістю протиерозійних систем охорони ґрунтів та відсутністю агроґрунтового моніторингу.

2.3.1. Індивідуальні показники

Важливою складовою методологічної основи ґрунтового моніторингу є система показників контролю, вибір яких зумовлений необхідністю адекватної характеристики основних функцій ґрунтів, ґрунтоутворювальних або ґрунторуйнівних процесів, а також основних режимів і параметрів, найважливіших для рослин. Розробку системи показників треба проводити з урахуванням таких обставин: можливості використання інформації діючих нині служб контролю за станом ґрунтового покриву, родючості й санітарного стану ґрунтів, а також необхідності поширення обсягу досліджень на основі сучасної технічної бази і перспективних методів. Існують різні теоретичні підходи до вибору класифікації контрольних показників залежно від структури і призначення моніторингу [142].

Концепція агроекологічного моніторингу передбачає вирішення екологічних проблем землеробства на основі найбільш повного врахування ґрунтово-кліматичних, господарсько-економічних особливостей агроекосистеми, якісного і кількісного стану всіх складових її блоків-компонентів (ґрунт-рослина-вода-атмосфера). На думку авторів цієї концепції, агроекологічний моніторинг являє собою систему постійного і тривалого спостереження в просторі та часі за кожним блоком-компонентом з використанням відповідних параметрів і показників. Принцип підбору показників такий: із численних показників вибирають ті, які зумовлені основним завданням зонального агроекологічного моніторингу, його функціональною схемою. Показники групують у спеціальні категорії. У

блоці-компоненті „ґрунт” вони поділяються на 11 груп для характеристики основних властивостей і процесів.

Агроекологічний моніторинг в інтенсивному землеробстві згідно з більш ранньою публікацією (Мілащенко Н.З. та інш., 1988) в першу чергу передбачає ранжування показників на три групи: перша – включає ті, що характеризують короткочасні зміни властивостей, друга – довгострокові; третя – показники для ранньої діагностики. Потім автори пропонують ранжувати показники на категорії, які, очевидно, підпорядковані лише одній із цілей моніторингу – контролю за санітарним станом середовища [142]:

1) для визначення вмісту речовин, що необхідні для нормального функціонування агроекосистеми;

2) для виявлення речовин, які в певних концентраціях мають негативний вплив;

3) для характеристики токсичних речовин, присутність яких або зовсім виключається або допустима в мікрокількостях.

Аналогічний принцип класифікації показників (необхідні, допустимі в певних кількостях, недопустимі) покладено в основу методичного підходу до групування показників якості води в сільськогосподарському водокористуванні.

У практичній діяльності різних організацій, які контролюють ті чи інші аспекти стану ґрунтів, вже вироблено певний набір необхідних показників, їх вибір і групування залежать від цілей і направленості роботи. Незаперечно, що оцінка якості земель повинна бути комплексною, оскільки фактори родючості ґрунтів незамінні і рівнозначні. Це в свою чергу вимагає визначення значної кількості показників, що пов’язано із затратами часу і коштів. Тому показники вибирають за принципом „розумного мінімуму і реального максимуму”, а саме: беруть максимально можливу кількість показників, що входять до реально діючого контролю певних організацій, у той же час ця кількість є мінімальною (звуженою) для комплексної екологічної оцінки територій.

В Україні існує багато наукових і виробничих установ, що функціонують у цій галузі, але, на жаль, результати їхньої роботи ніхто не координує. Це обласні проектно-технологічні центри родючості ґрунтів Мінагрополітики, обласні філіали Державного підприємства „Головний науково-дослідний і проектний інститут землеустрою”, мережа пунктів спостережень Держкомгідромету, гідрогеолого-меліоративні експедиції, державні сільськогосподарські дослідні станції та інститути агропромислового виробництва УААН, обласні санепідеміологічні станції тощо. Щоб уникнути дублювання і підвищити якість обробки інформації, необхідно діяльність цих організацій координувати. Найбільш коректно цю функцію могла б забезпечити лише Служба охорони ґрунтів України, необхідність створення якої визначають провідні вчені-аграрники.

Основні показники, якими користуються дані установи, належать до розряду індивідуальних:

1) pH водної і сольової витяжки, форми потенційної кислотності, окисно-відновний потенціал;

2) загальний вміст гумусу і його якісний склад;

3) ємність вбирання і склад обмінних катіонів;

4) активність іонів у системі ґрунт – ґрунтовий розчин;

5) ступінь нагромадження в ґрунтах важких металів як стосовно загального їх вмісту, так і форм сполук;

6) щільність складення в урівноваженому стані;

7) структурно-агрегатний склад ґрунту й водотривкість агрегатів;

8) водопроникність і польова вологість ґрунту;

9) вміст рухомих форм макро- та мікроелементів тощо.

Дотримуючись такого набору, можна адекватно оцінювати сучасний стан ґрунтів, діагностувати всі види їх деградації і прогнозувати зміни на ближчу або навіть на віддалену перспективу. Проте такий значний масив показників, отриманий різними організаціями, нерідко, без дотримання єдиних стандартизованих (сертифікованих) методик, а до того ж не в

акредитованих лабораторіях, не може забезпечити цілісну картину якості земель у різних регіонах зокрема і країні в цілому.

2.3.2. Комплексні показники

Відомі методи розрахунку узагальненого показника агро- і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, за допомогою яких численні різноманітні ознаки, що зумовлюють основні параметри ґрунтових режимів, виражають через комплексну оцінку родючості з урахуванням її ефективності та еволюції. Згідно з ними кожний окремий показник вираховують у процентах від свого максимального значення у вибірці спостережень, а зведений показник складають як середнє арифметичне нормованих показників і знову виражають у процентах від максимального значення у вибірці. Одним з істотних недоліків такого способу є те, що нормування тісно пов'язано з конкретною вибіркою. У такому разі цілком різні вибірки можуть призвести до тих самих нормованих показників.

У Білорусі цей принцип знайшов широке застосування [142], але з часом він видозмінився: кожний окремий показник властивостей ґрунтів тепер виражають у процентах від оптимального значення для даного типу ґрунту з подальшим розрахунком „комплексного агрохімічного бала”, або „індексу окультуреності” як середньоарифметичного з нормованих властивостей. Однак і в цьому індексі не повністю враховують вплив найгірших властивостей ґрунтів (малих значень складових). Наприклад, для дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів, індекс окультуреності дорівнює 100 балів (оптимум) при pH 6,5, вмісті P_2O_5 - 28 і K_2O - 24 мг/100 г ґрунту і гумусу 2,2 %. Якщо припустити, що за вмістом P_2O_5,K_2O і гумусу ґрунт зберігає ці оптимальні значення, а рівень сольового pH досягає 4,5, то індекс окультуреності знижується тільки до 82 балів, тобто залишається не просто досить високим, а навіть відповідає рівню родючості ґрунту, вищому за середній. Отже, цей метод, як і більшість раніше запропонованих, не позбавлений загального недоліку, тобто не відповідає такій вимозі: якщо

хоча б за одним окремим показником якість незадовільна, то в цілому вона не може оцінюватися високо.

При вирішенні завдань з кількома залежними змінними перспективно нині використовувати так звану „функцію бажаності”. Під цим розуміють той чи інший бажаний рівень параметра оптимізації. Згідно з даним методом, всі показники (x) трансформують таким чином (y), щоб найкращому значенню певного показника відповідала одиниця (або 100), а найгіршому – нуль.

Позбавлений недоліків інших аналогічних методів, метод комплексної оцінки еволюції родючості ґрунтів за зведеним показником якості ґрунтів (ЗПЯГ) за Грінченко Т.О. Виходячи з принципу функції бажаності, пропонується таке функціональне перетворення окремих параметрів оптимізації рівня ґрунтової родючості (агрохімічних, фізико-хімічних, біологічних та інших властивостей ґрунтів):

$$Y_i = \exp\left\{ -k \left| \frac{x_i - a_i}{a_i - b_i} \right| n \right\},$$

де x_i — вихідний, y_i — перетворений показник властивості ґрунту, a_i — оптимальне значення, b_i — найгірше значення, „к=5” і „n=3” — коефіцієнти перетворення, які підбирають відповідно до проміжних рівнів показників x_i і y_i. Потім складають середнє геометричне вже перетворених показників – окремих параметрів оптимізації. Це і буде ЗПЯГ. Метод апробовано на прикладі розрахунку ЗПЯГ для дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів Полісся України, які різняться за ступенем опідзолення, оглеєння, гранулометричним складом і окультуренням. Розрахунки виконували з використанням шести показників: pH сольовий, гідролітична кислотність, вміст P_2O_5, K_2O, гумусу і ступінь насиченості основами. У табл. 58 наведено значення ЗПЯГ за 100-бальною шкалою в межах адміністративних областей України за результатами першого і четвертого турів агрохімічного обстеження ґрунтів.

Встановлено, що в період між турами на Поліссі індекс окультуреності ґрунтів підвищився від 41 до 55, а в Лісостепу – від 63 до 69 балів. Максимальне значення ЗПЯГ (+22 бали) відзначено в Житомирській та Івано-Франківській областях. Аналіз кореляційних зв'язків між індексом окультуреності та врожайністю основних сільськогосподарських культур показав, що на Поліссі, наприклад, ці зв'язки не тільки тісні (коефіцієнт кореляції г=0,8), а й значимі (дисперсійне відношення $F>F_{01}$). Тобто сукупність агрохімічних показників, на основі яких розраховували зведений показник, багато в чому зумовлює врожайність сільськогосподарських культур.

Таблиця 58

Індекс окультуреності ґрунтів України (за Т.О. Грінченко, 1992)

Область	**ЗПЯГ у балах по турах агрохімічного обстеження**	
	1	**4**
Волинська	44	54
Рівненська	49	56
Житомирська	34	55
Чернігівська	49	61
Київська	52	59
Сумська	63	69
Львівська	35	42
Тернопільська	52	63
Івано-Франківська	33	55
Закарпатська	37	54
Чернівецька	43	59
Хмельницька	48	55
Вінницька	59	66
Черкаська	74	76
Полтавська	76	78
Харківська	71	80

Автором цього методу зауважено, що в інтервалі від 25 до 50 балів вихід зернових одиниць становив 19-25 ц/га, а в інтервалі 50 – 75 – 40 ц/га. Подальше збільшення індексу окультуреності (75-100 балів) забезпечує вихід зернових одиниць від 40 до 57 ц/га. Таким чином, кожні 10 балів відповідають приросту врожаю 7 ц/га.

2.4. Гумус

Одним з головних показників для оцінки родючості ґрунту є вміст у ньому гумусу. Гумусом називають складний динамічний комплекс органічних високомолекулярних сполук кислотної природи, які утворилися внаслідок процесів розкладу та гуміфікації органічних решток і вступили у тісний взаємозв'язок з мінеральними компонентами ґрунту. У загальній масі органічної речовини ґрунту він складає 80-90 %.

Уміст гумусу в ґрунтах України визначається зональністю і їх гранулометричним складом, ефективністю запобігання водній ерозії і дефляції. Найменшою гумусованістю характеризуються дерново-підзолисті ґрунти Полісся (0,7-2,0 %), в ґрунтах Лісостепу вміст гумусу поступово зростає від світло-сірих лісових (1,0-2,5 %) до чорноземів типових (4,0-6,0 %), в чорноземах Степу у напрямку з півночі на південь вміст гумусу зменшується від 6,0 до 1,5 %. Аналогічним чином змінюються й запаси гумусу в різних ґрунтах (табл. 59).

Таблиця 59

Запаси гумусу в різних типах ґрунтів (А.Е. Возбуцкая, 1968)

Ґрунти	Запаси гумусу, т/га	
	Шар 0 - 20 см	Шар 0 - 100 см
Підзолисті	53	99
Сірі лісові	109	215
Чорноземи		
вилугувані	192	549
типові	224	709
звичайні	137	426
Каштанові	99	229

Різноманітність умов ґрунтоутворення в різних зонах нашої країни відображується і на розподілі гумусу по ґрунтовому профілю. Більше всього гумусу знаходиться в орному шарі, де його кількість коливається від 2 до 5-6 %. На глибині 120-140 см вміст гумусу знижується до 0-1,3 %.

На змитих ґрунтах у верхньому горизонті вміст гумусу знижується на 30-40 % у порівнянні з незмитими аналогами.

Значно впливає на вміст гумусу в ґрунтах господарська діяльність людини. Збільшення аерації при обробітку ґрунту призводить до втрат гумусу, а внесення органічних добрив і наявність рослинних решток у ґрунті – до його нагромадження. За високої агротехніки вирощування сільськогосподарських культур мінеральні добрива сприяють нагромадженню кореневих залишків і збільшенню вмісту гумусу в ґрунті. Однак систематичне внесення одних мінеральних добрив активізує мінералізаційні процеси і призводить до втрати гумусу.

Роль гумусу багатогранна: з вмістом гумусу тісно пов'язані практично всі найважливіші властивості ґрунтів. У гумусі зосереджено 95-98 % запасів азоту в ґрунті, до 80 % сірки, від 40 до 60 % фосфору, значна кількість кальцію, магнію, калію та інших макро- і мікроелементів, які в процесі мінералізації гумусу вивільняються і стають доступними для рослин. Колоїдна природа гумусу і насамперед його гумінова складова частина у значній мірі визначають фізичні властивості ґрунту, підсилюючи здатність до агрегатування механічних часток, і тим самим разом з кальцієм створюють водотривку структуру верхніх шарів, визначають щільність їх складення та водно-повітряний режим ґрунту. Тому між умістом у ґрунті гумусу та врожайністю сільськогосподарських культур, як правило, спостерігається пряма залежність, але вона має певні особливості та обмеження. По-перше, величина врожаю прямо залежить від вмісту гумусу в ґрунті до певної величини останнього. По-друге, рівна продуктивність агроценозу може бути одержана за різного вмісту гумусу в ґрунтах різних ґрунтово-кліматичних зон. Це пояснюється як властивостями самого гумусу, так і супутніми факторами: зволоженням, кількістю і рухомістю поживних речовин, фізикою ґрунту, метеорологічними умовами тощо.

Гумус є своєрідним акумулятором сонячної енергії, як і нафта, кам'яне вугілля, торф. Але на відміну від останніх, що віддають свою енергію після їх

видобутку з місця залягання, гумус постійно служить джерелом енергії для життєдіяльності мікроорганізмів та рослинності, тобто в теплі періоди року постійно визначає інтенсивність біохімічних процесів у ґрунті. Завдяки наявності в хімічній будові гумусу великої кількості функціональних груп, йому притаманна висока ємність катіонного обміну (350-500 мг-екв на 100 г), яка перевищує у два-три рази ємність найбільш високоємного ґрунтового матеріалу – монтморилоніту. У зв’язку із цим гумус характеризується великою водоутримуючою здатністю та буферністю, що надзвичайно важливо для легких ґрунтів.

Отже, гумус відіграє важливу роль у ґрунтоутворенні завдяки участі в колообігу, геохімічній міграції та акумуляції значної частини зольних елементів. Він забезпечує створення агрономічно цінної структури та сприятливих водно-фізичних властивостей ґрунту. Від його вмісту значною мірою залежать такі властивості ґрунту, як теплоємність, теплопровідність, буферність щодо зміни реакції ґрунтового розчину. До складу органічної речовини ґрунту входять біологічно активні речовини, які впливають на фізіолого-біохімічні процеси в рослинах. Крім того, важко переоцінити значення органічної речовини ґрунту в забезпеченні рослин азотом, фосфором, сіркою і деякими мікроелементами та у підвищенні ефективності високих норм мінеральних добрив.

У цілому органічна речовина в ґрунті виконує дві важливі функції: 1) сприяє створенню стійкої структури ґрунту. При цьому окремі ґрунтові колоїди об'єднуються в крупніші агрегати з утворенням стабільної структури ґрунту, яка забезпечує сприятливі умови для інтенсивного газообміну, легкого проникнення вологи в ґрунт, активного росту кореневої системи та високої біологічної активності; 2) виконує роль трансформатора поживних речовин у ґрунті. Органічна речовина в ґрунті постійно зазнає перетворення, розкладання та мінералізації, внаслідок чого в ньому нагромаджується значна кількість доступних для рослин поживних речовин.

2.4.1. Оцінка гумусного стану земель

Гумусний стан ґрунтів оцінюють на основі показників, розроблених Л.О. Гришиною та Д.С. Орловим, які представлені в табл. 60

Таблиця 60

Показники гумусного стану ґрунтів
(Л.О. Гришина, Д.С. Орлов, 1996)

Ознака	Рівень	Межі значень
Вміст гумусу, %	Дуже високий	>10
	Високий	6-10
	Середній	4-6
	Низький	2-4
	Дуже низький	<2
Запаси гумусу в шарі 20/100 см, т/га	Дуже високий	>200/>600
	Високий	150-200/400-600
	Середній	100-150/200-400
	Низький	50-100/100-200
	Дуже низький	<50/<100
Ступінь гуміфікації органічної речовини, $C_{гк}/C_{заг.}\cdot 100$,%	Дуже високий	>40
	Високий	30-40
	Середній	20-30
	Низький	20-10
	Дуже низький	<10

2.4.2. Аналіз гумусного стану ґрунтів України

Під впливом сільськогосподарської діяльності людини порушується природний процес гумусоутворення, зменшується кількість і змінюється якість органічної маси решток рослин, інтенсивність і спрямованість процесів гуміфікації. За 100 років (1882-1981р.) вміст гумусу в ґрунтах України знизився на 0,97 %, при цьому майже половину його (0,44 %) втрачено за 1960-1970 рр., що збігається з початком інтенсифікації землеробства. Фактичні витрати гумусу в староорних чорноземах України складають 20-30 % початкового його запасу (табл. 61).

Таблиця 61

Фактичний та оптимальний вміст гумусу в ґрунтах України

Зона	Вміст гумусу, %		
	фактичний	оптимальний	Різниця
Степ	3,5	4,3	0,8
Лісостеп	3,3	4,3	1,0
Полісся	1,9	2,6	0,7
По Україні	3,1	4,0	0,9

На сучасному етапі розвитку землеробства втрати гумусу обумовлюються, як правило, двома причинами – ерозією ґрунтів, і переважанням процесів мінералізації та використання гумусу над процесами його відтворення. У слабоеродованих ґрунтах у метровому шарі вміст гумусу знижується в порівнянні з повнопрофільними на 10-20 %, середньоеродованих – на 20-30, а в сильноеродованих – на 30-80 %. Відповідно знижується продуктивність майже всіх культур .

Районування ґрунтів України за інтенсивністю втрати ними гумусу проведено на основі аналізу динаміки вмісту гумусу за 30 років (табл. 62). Середньорічні втрати гумусу в період з 1961 по 1990 рік у ґрунтах Полісся становили 0,1, Лісостепу – 0,8, Степу – 0,4 т/га.

Таблиця 62

Динаміка вмісту гумусу в орних ґрунтах України та інтенсивність втрат (С.Ю. Булигін, 2008)

Області і республіки	Вміст гумусу, %		Втрати гумусу т/га	
	1961	1990	за 30 років	в середньому за рік
Волинська	1,8	1,8	0	0
Запорізька	3,4	3,4	0	0
Чернігівська	2,2	2,2	0	0
Івано-Франківська	2,9	2,9	0,4	0
Рівненська	2,3	2,2	3,4	0,1
Львівська	2,5	2,4	3,4	0,1
Одеська	3,9	3,8	3,6	0,1
Хмельницька	3,1	3,0	3,6	0,1
Тернопільська	3,3	3,2	3,6	0,1
Херсонська	2,6	2,3	11,4	0,4
Вінницька	3,1	2,8	10,5	0,4
Черкаська	3,5	3,2	10,8	0,4
Кіровоградська	4,8	4,4	14,4	0,5
Донецька	4,6	4,2	14,4	0,5
Закарпатська	3,1	2,6	18,5	0,6
Київська	3,3	2,8	17,0	0,6
Луганська	4,7	4,2	18,0	0,6
Харківська	5,3	4,6	25,2	0,8
Житомирська	2,3	1,5	27,2	0,9
Миколаївська	4,1	3,3	28,8	0,1
Авт. республіка Крим	2,8	2,5	11,4	0,4

Втрати гумусу, що становлять <0,1 т/га за рік вважаються припустимими, слабкими і ґрунти не потребують додаткових компенсуючих заходів. Якщо втрати гумусу перевищують 1,1 т/га за рік, виникає кризова ситуація і для відтворення втрачених органічних речовин ґрунту необхідно не лише внесення високих норм органічних добрив, але й застосування радикальних змін у структурі земельних угідь, структурі сівозмін, максимальне використання всіх агротехнічних заходів, спрямованих на акумуляцію органічних речовин, призупинення ерозії тощо.

Аналіз загального вмісту гумусу в орних ґрунтах України та інтенсивності його середньорічних утрат свідчить, що в окремих регіонах України небезпечність мінералізації гумусу сягає значних розмірів. Це означає, що висока інтенсивність утрат поєднується тут з відносно невисоким умістом гумусу. Гумусовий стан ґрунтів при цьому потребує особливої уваги і більш ретельних спостережень. Такими регіонами є Закарпаття, центральне Полісся, поліські райони Сумської області, масиви опідзолених ґрунтів Полтавської та Сумської областей, Мелітопольський масив ґрунтів легкого гранулометричного складу Запорізької області та масив коричневих ґрунтів на півдні Республіки Крим.

Для подолання кризових явищ та отримання певних перспектив у поліпшенні гумусового стану орних ґрунтів України конче необхідні інтенсивні (корінні) заходи. За останні роки щорічні втрати гумусу зросли і становлять: на Поліссі – 0,7-0,8 т/га, у Лісостепу – 0,6-0,7 т/га, Степу –0,5-0,6 т/га, уцілому по Україні – 0,6-0,7 т/га.

Це пояснюється насамперед зменшенням доз внесення органічних добрив. За останнє десятиріччя обсяги застосування органічних добрив зменшилися з 8,6 т/га (257,1 млн т) в 1990 р. до 1,3 т/га (29,4 млн т) у 2001 р. Аналіз динаміки гумусного стану за період з 1961 р. по 2001 р. свідчить про закономірне зменшення втрат гумусу у міру збільшення обсягів застосування органічних добрив (табл. 63). На початку 80-х років за рахунок внесення органічних добрив компенсувалися втрати гумусу близько 60

відсотків, а на початку 90-х років – 90 відсотків. В 1991-1995 рр. дефіцит гумусового балансу збільшився в 2,5 рази у порівнянні з попереднім періодом, а станом на 2001 р. – майже в п’ять разів.

Таблиця 63

Динаміка балансу гумусу

Роки	Внесення органічних добрив (середнє за рік), т/га	Дефіцит гумусового балансу, т/га
1961-1980	5,1	-0,24
1981-1990	8,6	-0,10
1991-1995	5,7	-0,25
2001	1,3	-0,49

2.4.3. Методика розрахунку балансу гумусу

Ураховуючи важливу роль гумусу в родючості ґрунту, необхідно вміти регулювати його вміст і поліпшувати показники якості. Для різних ґрунтово-кліматичних зон потрібно розробити комплекс агротехнічних заходів, ефективних у конкретних умовах. Перш ніж перейти до розробки заходів щодо регулювання органічної речовини ґрунту, треба розрахувати баланс гумусу, який характеризує направленість процесів мінералізації та гуміфікації. Під балансом гумусу в ґрунті розуміють різницю між статтями його надходження і витрат за однаковий проміжок часу. До статей надходження балансу гумусу відносять: надходження органічної речовини з кореневими та пожнивними рештками; з гноєм та іншими органічними добривами; з насінням та садивним матеріалом; зв'язування вуглекислого газу атмосфери синьо-зеленими водоростями. До статей витрат гумусу належать: мінералізація органічних речовин ґрунту; винос гумусу поверхневими та вертикальними стоками; втрати внаслідок ерозії.

Надходження органічної речовини за рахунок діяльності синьо-зелених водоростей, з насінням і садивним матеріалом, за даними А.М. Ликова, коливається в межах 100-200 кг/га вуглецю, що повністю витрачається під час вертикального та поверхневого стоку. Для спрощення розрахунків ці статті балансу не враховують.

Виділяють три типи балансу:

Бездефіцитний – коли витрати гумусу поповнюються його новоутворенням;

Позитивний – новоутворення перевищує його витрати на мінералізацію;

від'ємний (дефіцитний) – витрати гумусу перевищують його новоутворення.

Визначення балансу гумусу і потреб в органічних і мінеральних добривах проводиться шляхом зіставлення частин надходження і витрат. Баланс гумусу розраховується за різницею між сумарною середньозваженою величиною новоствореного внаслідок гуміфікації рослинних решток гумусу та мінералізованого з урахуванням втрат на ерозію в межах допустимої величини.

Для цього використовується формула:

$$Á_{\tilde{a}} = \frac{\sum_{i=1}^{n} (M_p \times K_{\tilde{a}} - \tilde{A}_{\grave{i}}) \times S_i}{\sum_{i-1}^{n} S_i} - \ddot{I}_{åð}.$$

де *Бг* – баланс гумусу, т/га сівозмінної площі;

n – кількість культур у сівозміні;

M_p – маса рослинних решток кожної культури (і) розрахована за рівнянням регресії абовзята з довідників;

$K_г$ – коефіцієнт гуміфікації рослинних решток для кожної культури;

$Г_м$ – мінералізація гумусу (т/га) за довідковими даними;

Si – площа кожної культури в сівозміні;

$П_{ер.}$ – втрати гумусу від ерозії.

Важливо чітко розмежовувати втрати гумусу внаслідок ерозії та біологічної мінералізації. У середньому по Україні внаслідок ерозії втрачається щорічно 0,5-0,6 т гумусу з 1 га. Еродовані ґрунти займають більше 30 % від загального фонду орних земель. У лісостепових і степових слабкозмитих різновидах ґрунтів вміст гумусу знижується у порівнянні з

незмитими на 14-15 %, а в середньо – і сильнозмитих – на 30-40 %. У цих умовах основний шлях до покращання гумусового режиму на даному етапі є не збільшення кількості органічних добрив, а зменшення ерозійних втрат гумусу .

Середньорічні втрати ґрунту від дефляції та водної ерозії розраховуються згідно з методикою, викладеною в навчальному посібнику „Формування екологічно сталих агроландшафтів” [22]. Потім, використовуючи показники вмісту гумусу в ґрунті й ерозійних втрат ґрунту, знаходять втрати гумусу від ерозії.

Кількість гумусу, що втрачається внаслідок його мінералізації, залежить від багатьох агротехнічних факторів, серед яких основними є сівозміна, удобрення та обробіток ґрунту. Стабілізації вмісту гумусу можна досягти виключно за рахунок ретельного дотримання всього комплексу агротехнічних заходів, які збільшують надходження в ґрунт органічних речовин у вигляді кореневих і пожнивних решток та органічних добрив. Розрахунки показують, що для бездефіцитного балансу гумусу в Україні треба щороку одержувати та вносити не менш як 340 млн. т органічних добрив, у тому числі на Поліссі – 16, в Лісостепу – 11, в Степу – 8 т/га ріллі. Після припинення ерозійних втрат гумусу, його баланс у сівозміні розраховують за методом Г.Я. Чесняка, рекомендованим для чорноземних ґрунтів або О.М. Ликова – для дерново-підзолистих ґрунтів.

Алгоритм для розрахунку балансу гумусу у сівозмінах

За методом Г.Я. Чесняка (чорноземні ґрунти):

$$\acute{A} = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n}\left[0{,}1\hat{E}_{\tilde{a}\acute{o}\grave{i}.}(\grave{A}\cdot\hat{A}\text{Đ}\hat{I}\text{Æ}\ \pm\hat{A}) + 0{,}058\acute{I}_{\tilde{a}\acute{i}.} - \hat{E}_{\grave{i}^{3}\acute{i}\hat{a}\eth.}\right],$$

де *Б* – баланс гумусу сівозміни, т/га;

n – кількість полів у сівозміні;

$K_{гум.}$ – коефіцієнт гуміфікації сухоїмаси органічних решток вирощуванихкультур у частках одиниці;

А і *В* – параметри рівняння регресії виду х =Ау ± В, що застосовується для розрахунку сухої маси органічних решток даної культури, якщо врожайність основної продукції (ВРОЖ) складає у, ц/га;

$H_{гн.}$ – норма гною, що вноситься під дану культуру, т/га;

$K_{мінер.}$ – величина щорічної мінералізації гумусу під даною культурою, т/га.

За методом О.М. Ликова (дерново-підзолисті ґрунти):

$$\acute{A} = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n}\left[40\hat{E}_{\tilde{a}\acute{o}\grave{i}.}(\grave{A}\cdot\hat{A}\text{Ð}\hat{I}\text{Æ}\ \pm\hat{A}) + 27\acute{I}_{\tilde{a}\acute{i}.}\right] - 10(0{,}1\cdot\hat{E}_{\grave{i}\grave{a}\eth.}\cdot\hat{E}_{\hat{e}\acute{o}\ddot{e}\ddot{u}\eth.}\cdot\hat{A}\text{Ð}\hat{I}\text{Æ}\cdot\hat{A}\grave{E}\acute{I}\hat{I}\tilde{N}\quad N) -$$
$$-\left[2{,}25\acute{I}_{\tilde{a}\acute{i}.} + 0{,}5\,\ddot{A}\hat{I}\text{Ç}\grave{A}\ N + 0{,}5(\grave{A}\cdot\hat{A}\text{Ð}\hat{I}\text{Æ}\ \pm\hat{A})\right],$$

де *Б* – баланс вуглецю гумусу в сівозміні, кг/га;

$K_{мех.}$ – поправочний коефіцієнт до біологічного виносу азоту, що враховує гранулометричний склад ґрунту;

$K_{культ.}$ – поправочний коефіцієнт до біологічного виносу азоту, що враховує тип культури (просапні, багаторічні трави, зернові суцільного посіву);

ВИНОС N – табличний винос азоту культурою, кг/га на 1 т основної продукції;

ДОЗА N – доза азоту, що вноситься під дану культуру, кг/га.

Якщо баланс гумусу (чи вуглецю гумусу) від'ємний, то для розрахунку додаткової норми гною, т на 1 га сівозміни користуються такими формулами:

а) для методу Г.Я. Чесняка – $\ddot{A}\acute{I}\tilde{A} = \frac{\acute{A}}{0{,}058}$;

б) для методу О.М. Ликова – $\ddot{A}\acute{I}\tilde{A} = \frac{\acute{A}}{27}$.

Потребу в органічних добривах встановлюють, виходячи з конкретних умов і завдання щодо досягнення врівноваженого або позитивного балансу гумусу.

Для підтримання бездефіцитного балансу гумусу норму гною розраховують за формулою Г.Я. Чесняка:

$$\acute{I}_{i} = \acute{I}_{1} + \frac{\acute{A}_{\tilde{a}}}{\hat{E}_{\tilde{a}}}$$

де $H_м$ – мінімальна норма гною на 1 га сівозмінної площі, що забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, т/га;

H_1 – норма гною, що використовується у сівозміні, т/га;

$Б_г$ –баланс гумусу у сівозміні, т/га;

$К_г$ – кількість гумусу, що утворюється з 1 т гною (в умовах Полісся - 0,042, Лісостепу – 0,054; Степу – 0,059 т/га).

Існує також й інша методика визначення норми гною в сівозміні для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу. Для цього використовують таку формулу:

$$\acute{I} = \frac{\ddot{I}}{\hat{E}} - (\acute{O} + \grave{O}),$$

де H – норма гною на 1 га сівозмінної площі, т/га;

$П$ – кількість гумусу, що утворюється з 1 т гною на 1 га;

$У$ – утворення гумусу за рахунок рослинних решток, т/га;

$Т$ – середньорічна кількість гумусу, що утворюється під багаторічними травами (у перерахунку на гній), т/га.

Робоча формула розрахунку середньорічного балансу гумусу за методом Г.Я.Чесняка має такий вигляд:

$$\acute{A}_{\tilde{n}} = \frac{(\sum \ddot{I}_{1} + \sum \ddot{I}_{2})}{t_p} - \frac{\sum P}{t_p}$$

де $Б_c$ – середньорічний баланс гумусу в ґрунті на 1 га за ротацію сівозміни, т/га;

$П_1$ – сума новоутвореного за рахунок рослинних решток гумусу під культурами за ротацію сівозміни, т/га;

$П_2$ – сума новоутвореного за рахунок органічних добрив гумусу за ротацію сівозміни, т/га;

P – сумарна кількість гумусу, що мінералізується під культурами за ротацію сівозміни, т/га;

t_p – тривалість ротації, років.

2.4.4. Заходи для підтримання бездефіцитного балансу гумусу

Гумус як один з важливих показників родючості ґрунтів позитивно впливає на їх водно-фізичні властивості, структурно-агрегатний склад, ємність вбирання колоїдного комплексу, реакцію ґрунтового розчину та вміст рухомих поживних речовин. Тому накопичення його у ґрунті є обов'язковою умовою відновлення та підвищення родючості ґрунтів. Порушення балансу гумусу загрожує виснаженням ґрунтів та погіршенням їх найважливіших властивостей і різким зниженням урожаю культур. У ґрунтах, у яких низький вміст гумусу (дерново-підзолисті, еродовані), треба насамперед збільшувати його вміст; у ґрунтах з високим вмістом гумусу – досягати його стабілізації.

Для стабілізації гумусного стану ґрунтів потрібно: збільшити обсяги застосування органічних добрив; оптимізувати співвідношення між просапними культурами і культурами суцільного посіву; розширити посівні площі багаторічних трав; мінімізувати обробіток ґрунту; провести хімічну меліорацію (вапнування, гіпсування), що зумовлює закріплення гумусу на поверхні мінеральної частини ґрунту.

Найбільша ефективність застосування органічних добрив спостерігається тоді, коли їх вносять разом з мінеральними добривами. Крім того, велике значення має норма їх внесення. Ефективність гною як

гумусоутворювача підвищується при внесенні його в оптимальних нормах. Це пояснюється тим, що для кожного агротехнічного прийому характерний свій рівень самостабілізації гумусу. Тому норми органічних добрив треба підвищувати або знижувати тільки з урахуванням закономірностей, за якими здійснюється розкладання органічної речовини. Отже, підвищенням норм органічних добрив підсилювати цей процес не можна, оскільки це призводить до збільшення процесів мінералізації в ґрунті. Однією з раціональних і ефективних форм органічних добрив є різні види компостів. Найчастіше їх складовими частинами є різні види гною, торфу, пташиний послід, солома, сапропель, органічні відходи переробної промисловості, тверді осади стічних вод, а також мінеральні добрива, фосфоритне борошно, вапнякові матеріали та інші речовини, що представляють цінність як добрива. Загальна потреба в органічних добривах у перерахунку на гній у середньому по країні складає 9-10 т/га.

Для стабілізації гумусного стану ґрунтів необхідно збільшити надходження в ґрунт органічних речовин за рахунок рослинних решток (солома, стебла, гичка тощо). Оскільки збільшити застосування гною у зв'язку зі значним зменшенням поголів'я ВРХ, найближчим часом неможливо, то в структурі органічних добрив частка пожнивних решток повинна складати 70-80 %. 1,0 т соломи зернових колосових забезпечує 0,2 т гумусу. На жаль, у виробничих умовах солому продовжують спалювати, завдаючи відчутної шкоди довкіллю.

На схилових землях (контурно-меліоративна організація території), де внаслідок ерозії втрачається родючий шар ґрунту, регулювання балансу органічної речовини в агроекосистемах здійснюється таким чином. На землях I ЕТГ в інтенсивних польових сівозмінах з високим насиченням просапними культурами дефіцит гумусу повинен поповнюватися за рахунок органічних добрив: гною, компостів, соломи, сидератів, проміжних культур або збільшення питомої ваги багаторічних трав. Потреба в органічних добривах при впровадженні сівозмін з 30 % просапних і 20 % багаторічних

трав складає 4,2 т/га, а з 50 % просапних і 40 % зернових – 10 т/га. Якщо буде заорюватися солома переважно озимої пшениці, то ці показники будуть становити відповідно – 3,5 і 7,0 т/га.

На землях II ЕТГ у ґрунтозахисних кормових і зерно-трав'яних сівозмінах, насичених на 40-50 % і більше багаторічними травами й культурами суцільного посіву, бездефіцитний і позитивний баланс гумусу досягається за рахунок біологічних особливостей цих культур.

На віддалених полях гумусний стан пропонується регулювати не тільки за рахунок дії багаторічних трав, але й використанням на добриво побічної продукції зернових та інших культур. Скорочення технологічних операцій, пов'язаних зі збиранням, транспортуванням і зберіганням соломи дозволяє зекономити до 15 % енерговитрат, що йдуть на вирощування і збирання зернових культур. Крім того, цей технологічний прийом підвищує протиерозійну стійкість агрофонів.

2.5. Агрофізичні параметри родючості земель

2.5.1. Показники оцінки агрофізичного стану орних земель

Фізичні властивості орних ґрунтів – це один з найважливіших факторів їх родючості. Контроль змін фізичних параметрів, які відображають зміни фізичних процесів ґрунту, є необхідним елементом моніторингу з метою оцінки стану земель і визначення найбільш ефективних прийомів їх збереження і підвищення родючості. Якщо агрохімічна характеристика ґрунтів є однією з найважливіших складових частин теоретичного обґрунтування ефективного застосування добрив та хімічних меліорантів, то агрофізична характеристика є такою ж важливою складовою частиною теоретичного обґрунтування всіх основних заходів землеробства (системи обробітку ґрунту, системи сівозмін і взагалі системи землеробства) і меліорації, основними завданнями яких є в першу чергу покращення ґрунтово-фізичних умов відповідно до вимог сільськогосподарських рослин. Значення фізичних властивостей ґрунту для його родючості особливо

посилюється за умов інтенсивного використання сільськогосподарських земель. Застосування сільськогосподарської техніки підвищеної енергоємності і маси, поширення площі зрошення, застосування рідких органічних добрив – це ті фактори, які можуть призвести до погіршення фізичного стану орних земель, їх деградації.

Широке розповсюдження факторів деградації обумовлює необхідність контролю агрофізичних показників нарівні з агрохімічними. Зважаючи на те, що агрофізичне обстеження має бути проведено за спрощеною методикою, показники для контролю вибрані за принципом „найбільш інформативні з найбільш значущих”. Мається на увазі, що серед показників, найбільш значущих для оцінки агрофізичного стану ґрунтів, вибрано ті, визначення яких забезпечить можливість найбільш раціональної інтерпретації інформації в поєднанні з результатами агрохімічного та інших видів обстежень. При агрофізичному обстеженні орних земель рекомендується визначити показники структурного стану та щільності складення ґрунту.

Екологічне значення структурного стану ґрунту (склад агрегатів певної форми, розміру та стійкості) може бути визначено в різних аспектах: ґрунтовий аспект – структура несе відповідальність за збереження самого ґрунтового тіла при дії на нього факторів ерозії (води і вітру), а також на рівні з іншими фізичними властивостями відповідає за створення фізичних умов для протікання внутрішніх ґрунтових процесів; біологічний аспект – структура зумовлює забезпеченість рослин, мікроорганізмів і ґрунтової фауни водою та повітрям, температурний та газовий режими, фізичні умови розвитку кореневих систем рослин і міграції живих організмів.

До показників, що характеризують структурний стан ґрунту відносять такі: процентний вміст структурних фракцій різного розміру від 10 до 0,25 мм та процентний вміст водотривких агрегатів за розміром >1 мм і >0,25 мм. Серед перелічених показників найбільш стабільним вважається вміст водотривких агрегатів. Цей показник найменше схильний до динаміки як в межах одного сезону, так і по роках. Параметри водотривкості ґрунту слабо

піддаються впливу агрофону чи таких випадкових факторів, як несвоєчасно проведений обробіток ґрунту, ущільнення механізмами тощо. Зміна параметрів водотривкості відображає, як правило, зміни в процесі агрегатоутворення даного ґрунту, який пов'язаний з глибинними ґрунтовими процесами. При цьому найбільш чутливим є показник вмісту водотривких агрегатів >1 мм, за допомогою якого, наприклад, завжди вдається показати позитивну дію на ґрунт гною, багаторічних трав або інших засобів для покращання структури ґрунту, навіть у той час, коли показник вмісту водотривких агрегатів >0,25 мм ще „не працює”.

Серед показників, які визначають складення ґрунту, інтегральним є щільність або об'ємна маса, під якою розуміють масу абсолютно сухого ґрунту певного об'єму внепорушеному стані. Об'ємна маса залежить від гранулометричного складу, кількості органічних речовин і структурного стану ґрунту. Але в свою чергу об'ємна маса впливає майже на всі фізичні характеристики ґрунту – водопроникність, вологоємність, теплопровідність, повітряну забезпеченість тощо. Крім того, щільність ґрунту має тісний обернений зв'язок з урожайністю рослин, що найбільш помітно в посушливих умовах.

Масштаб або вибір репрезентативних ділянок – це найважливіший аспект методики агрофізичного обстеження, при обґрунтуванні якого слід ураховувати лише тип ґрунту, його підтип, гранулометричний склад і ступінь еродованості [146] . Таким чином, для проведення агрофізичного обстеження господарства або іншої територіальної одиниці треба, спираючись на структуру ґрунтового покриву (результат великомасштабного ґрунтового обстеження), виділити основні типи і підтипи орних ґрунтів та їх різновиди за гранулометричним складом. Після цього, проаналізувавши за картою ступінь фактичної еродованості території, слід визначити кількість об'єктів для обстеження.

Наприклад, номенклатурний список ґрунтів господарства включає (серед загальної кількості) п’ять ґрунтових одиниць (підтипів), на яких в

основному розміщено орні землі. Серед них є три ґрунтові одиниці, кожна з яких за гранулометричним складом має два різновиди. Отже, кількість об'єктів становить: 2+6=8. Але чотири ґрунтові одиниці мають, крім того, середню і другу – сильний ступінь еродованості. Отже, кількість об'єктів спостереження збільшується ще на шість одиниць. Для цього господарства усього маємо 14 об'єктів.

За прийнятою методикою агрофізичне обстеження включає визначення щільності складення ґрунту в шарах 0-10; 15-25; 30-40 см та аналіз структурного складу і водотривкості агрегатів у зразках ґрунту з тих самих глибин. Повторність визначення: щільність складення – по чотири вимірювання (чотири кільця за методом Качинського) на кожній глибині, структура – два зразки ґрунту з кожної глибини. Визначення водотривкості агрегатів здійснюється в чотирьох наважках з кожної глибини. Щільність складення ґрунту доцільно визначати за методом різального кільця Качинського (об'єм циліндра 100 см^3), а структурно-агрегатний склад – за Саввіновим [27]. Ці методи широко апробовані в практиці наукових досліджень та ґрунтових обстежень. Кращі строки обстежень: червень-липень, до початку збирання врожаю зернових культур.

Періодичність агрофізичного обстеження встановлюється з урахуванням можливого впливу на фізичний стан ґрунтів таких факторів: кількість мінеральних добрив, маса (вага) сільськогосподарської техніки і інтенсивність її використання, частка просапних культур у структурі посівних площ господарства, наявність зрошувальних систем, періодичність і норми внесення органічних добрив. Орієнтовна періодичність обстеження складає:

- п’ять років, якщо кількість мінеральних добрив <60 кг д.р./га кожного виду; середня маса техніки й інтенсивність її використання 25-50 т.км/га в рік; кількість просапних культур <50 %; кількість органічних добрив> 10 т/га в рік; зрошення лише в овочевій сівозміні;

- три роки: кількість мінеральних добрив >60 кг д.р./га кожного виду; середня маса техніки й інтенсивність її використання >50 т.км/га в рік; кількість просапних культур >50 %; кількість органічних добрив <10 т/га в рік; зрошення в польових сівозмінах.

Результати визначення структурно-агрегатного складу можуть бути використані для оцінки структурного стану ґрунту. Насамперед ураховується такий показник, як сума агрономічно цінних агрегатів (0,25-10 мм). За цією ознакою пропонується шкала Долгова і Бахтіна (табл. 64) - ступінь підготовленості ґрунту до посіву культур з середнім розміром насіння (пшениця, жито, овес). Вона придатна для оцінки ґрунтів середнього і важкого гранулометричного складу, крім супіщаних і піщаних. Якщо при обстеженні виявиться, що оцінка структурного стану ґрунту незадовільна чи погана, негайно треба рекомендувати застосування прийомів для його покращання – травосіяння, внесення органічних добрив, сидерацію чи навіть вивести його з польової сівозміни в ґрунтозахисну.

Таблиця 64

Шкала оцінки структурно-агрегатного стану орних земель

№ групи	Вміст агрегатів 0,25-10 мм, %		Оцінкаструктурного стану
	повітряно-сухих	водотривких	
5	>80	>70	відмінний
4	80-60	70-55	добрий
3	60-40	55-40	задовільний
2	40-20	40-20	незадовільний
1	<20	<20	поганий

При оцінці рівноважної щільності складення (визначеної перед початком весняних польових робіт, або через один-два місяці після останнього обробітку) слід виходити з того, що для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу оптимальні показники знаходяться в межах 1,1-1,3 г/см^3. Для супіщаних і піщаних ґрунтів відповідні параметри становлять 1,3-1,5 г/см^3. Якщо рівноважна щільність перевищує вказані параметри, то це свідчить, що ґрунт знаходиться в деградованому стані і

потребує відповідного втручання (внесення підвищених норм гною, застосування полегшеної техніки чи глибокого обробітку).

Одним з найважливіших показників оцінки вологозабезпеченості рослин є здатність певного ґрунту пропускати воду – водопроникність (визначається за допомогою приладу ПВН). Цей процес складається з двох фаз – вбирання і фільтрації. Потрібно також систематично контролювати польову вологість ґрунту. Для одержання даної інформації бажано використовувати дистанційні методи, щоб оперативно приймати ті чи інші рішення.

Для визначення загального ступеня агрофізичної деградації ґрунтів використовують діагностичні критерії наведені в табл. 65.

2.5.2. Аналіз агрофізичного стану ґрунтів

В останні роки агрофізичні властивості ґрунтів значно погіршилися. До негативних факторів, які впливають на агрофізичну деградацію ґрунту слід віднести надмірно інтенсивний механічний обробіток, ущільнюючу дію техніки, безконтрольне зрошення й удобрення, зниження рівня культури землеробства.

Орні ґрунти Лісостепу в основному мають сприятливі фізичні властивості й середньосуглинковий гранулометричний склад. Найбільшу площу займають чорноземи типові, які характеризуються відносно високим вмістом органічної речовини, міцним зв'язком останньої з мінеральною частиною, багатством (у кількісному відношенні) мінерального тонкодисперсного матеріалу завдяки переважаючому положенню полівалентних катіонів у колоїдному комплексі, а також значною питомою поверхнею і гідрофільністю. У цих ґрунтів висока потенційна здатність до агрегації і добра оструктуреність, що забезпечує необхідні параметри водно-фізичних властивостей.

Таблиця 65

Діагностичні критерії агрофізичної деградації ґрунтів (узагальнені дані наукових установ України)

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір урожаю, %			
	слабкий, до 10	середній, 10-50	сильний, 50-90	повний, 90-100
Структурно-агрегатний склад, %				
повітряно-сухі агрегати розміром 0,25-10 мм	75-60	60-50	50-30	<30
водостійкі агрегати розміром понад 0,25 мм	45-35	35-25	25-15	<15
Рівноважна щільність, г/см^3				
Піщані та супіщані	1,3	1,3-1,5	1,5-1,7	>1,7
Суглинкові та глинисті	1,4	1,4-1,6	1,6-1,8	>1,8
Водопроникність, мм/год	100-50	50-30	30-10	<10

У Степу серед орних земель поширені чорноземи звичайні важкосуглинкові й глинисті. Їх фізичні властивості найбільш сприятливі для вирощування рослин, і вони в генетичному відношенні відрізняються від чорноземів південних, темно-каштанових та інших ґрунтів, які розташовані південніше. Останні, важкі за гранулометричним складом, часто засолені, мають погані фізичні властивості.

У цілому параметри агрофізичних властивостей чорноземних ґрунтів згідно з критеріями діагностики окультуреності, запропонованими В.В. Медведєвим (табл. 66), відповідають її середньому рівню.

Таблиця 66

Діагностичні критерії рівнів окультуреності чорноземів за агрофізичними показниками в орному шарі

Рівень окультуреності	Структурно-агрегатний склад, %		Рівноважна щільність, г/см^3	Водопроник-ність, мм/год (середня за 6 год спо-стережень)
	повітряно - сухі агрегати від 10 до 0,25 мм, %	водотривкі агрегати крупніше 0,25 мм, %		
Високий	70—80	45-55	1,1-1,2	60-90
Середній	60—70	35-45	1,2-1,3	30-60
Низький	<60	<35	>1,3	<30

Показники, що характеризують агрофізичний стан ґрунтів, можуть бути використані як для діагностики рівнів фізичної деградації, так і їх окультуреності. Їх систематичне вивчення дає змогу в цілому оцінити участь агрофізичної компоненти в антропогенній еволюції ґрунтів і виробити методичний підхід для її прогнозу. Агрофізичний стан ґрунтів за умов інтенсивного сільськогосподарського використання залежить від багатьох факторів, які впливають по-різному. Позитивну роль відіграють застосування органічних добрив, кальцієвмісних меліорантів, мінімалізації обробітку, травосіяння. До негативних факторів слід віднести надмірно інтенсивний механічний обробіток, ущільнюючу дію сільськогосподарської техніки і безконтрольне зрошення.

Механічний обробіток є провідним фактором, особливо при низькій культурі землеробства, коли інші фактори проявляються слабо. У цьому разі мінімалізація обробітку (заміна оранки поверхневим обробітком) або відмова від будь-якого обробітку набуває великого значення. У результаті таких агроприйомів на чорноземах підвищується вологозабезпеченість рослин (до 5 мм вологи в шарі 0-10 см), поліпшується структурний стан ґрунту (до 17 % за вмістом агрономічно цінної фракції), досягає оптимальних значень щільність складення орного шару ґрунту та істотно знижується (на 0,1 г/см^3) в підорному.

Дія тракторів на ґрунт за традиційної технології вирощування сільськогосподарських культур призводить до погіршення агрофізичних властивостей. Установлено, що в колії всіх тракторів, і в першу чергу колісних типу Т-150К, щільність ґрунту до глибини 20-30 см може досягати 1,30-1,40 г/см^3, тобто порівняно з неущільненим аналогом зростає в середньому на 0,18 г/см^3. Вміст повітря при цьому майже вдвоє нижчий за критичний, твердість зростає в три-чотири рази, а водопроникність зменшується в три-п’ять разів. Різко погіршуються параметри таких показників, як між- і внутрішньогрегатна шпаруватість; спостерігається помітне ущільнення окремих агрегатів [108] . Обробіток ущільненого ґрунту

знижує його щільність до 0,9-1,0 г/см^3, однак супроводжується утворенням брил навіть у стані фізичної стиглості. Негативні наслідки ущільнення спостерігаються до глибини 50-60 см. Ступінь ущільнення ґрунтів під впливом машинно-тракторних агрегатів залежить від численних факторів. Однак схильність до цього насамперед залежить від гранулометричного складу і стану зволоження на час обробітку, які визначають потенційну стійкість ґрунтів проти деформації. Відомо, що найбільше ущільнюються вологі ґрунти важкого гранулометричного складу і набагато менше – сухі легкого. Найменшою мірою ущільненню МТА піддаються ґрунти північної частини країни (Полісся і Північний Лісостеп), найбільшою – ґрунти західних районів, причому незалежно від часу обробітку. Основна частина території країни, де переважають середньо- і важкосуглинкові ґрунти, характеризується досить високим ступенем піддатливості до ущільнення. При вирішенні питання технології механізованих робіт цей фактор слід обов'язково враховувати з тим, щоб у першу чергу на ґрунтах, які найбільш ущільнюються, запроваджувати мінімалізацію обробітку. Крім того, піддатливість ґрунтів до ущільнення слід ураховувати ще на стадії конструювання, щоб мати полегшені варіанти МТА при сівбі.

До важливих факторів антропогенного впливу на фізичний стан ґрунтів слід віднести також зрошення, яке останнім часом широко застосовують не тільки на півдні, а й у лісостеповій частині. Полив річковою водою протягом відносно нетривалого періоду (не більше 20 років) призводить до деградації фізичних властивостей чорноземів: різко (вдвоє) зменшується в них вміст агрономічно цінної структури, погіршується кришіння маси ґрунту під дією існуючих пасивних робочих органів сільськогосподарських знарядь, зростає щільність під час сівби на 0,12 г/см^3 і при збиранні на 0,07 г/см^3, а окремих агрегатів і на 0,06-0,11 г/см^3; майже в 1,5 рази зростають різні види опору, поширюється діапазон вологості, з якою проявляється липкість.

Результат дії мінеральних добрив на агрофізичний стан ґрунтів залежить від виду добрив, їх дози, тривалості взаємодії з ґрунтом. Як

правило, підвищення доз (понад 100 кг), і особливо азотних, сприяє посиленню руйнування структури, диспергації ґрунту і заповненню ґрунтових пор тонкодисперсною частиною, що врешті зумовлює підвищення щільності ґрунту. У чорноземі південному такі негативні зміни більш відчутні, ніж у звичайному і типовому. Через два-три роки після внесення мінеральних добрив відчувається часткове відновлення вихідного рівня оструктуреності, але водостійкість структури і разом з нею водопроникність знижуються.

Існує чимало даних, що свідчать про позитивний вплив на агрофізичні властивості ґрунтів культур звичайної рядкової сівби і про негативну дію чорного пару. Деякі негативні зміни викликають також просапні культури (цукрові буряки, кукурудза, картопля). Усе це необхідно враховувати при визначенні оптимізуючих заходів, спрямованих на поліпшення агрофізичного стану ґрунтів.

Позитивний вплив органічних добрив на агрофізичні властивості ґрунтів проявляється через їх дію на стан ґрунтової органічної речовини. Ті нормативи, що рекомендовані для створення бездефіцитного і позитивного балансів гумусу по всіх природних зонах країни, можна вважати оптимальними і відносно агрофізичних властивостей ґрунтів. Для їх стабілізації достатньо використовувати навіть дещо понижені (на 20-30 %) норми, але при систематичному внесенні (три рази за ротацію) високоякісного гною. Практичний результат в цьому плані може спостерігатися вже при внесенні гною в дозі 6-9 т/га на рік. Середня ефективність 1 т гною за такої дози оцінюється приростом водостійких агрегатів у кількості 0,2-0,5 % відносно неудобреного ґрунту. На підставі цього нормативу можна прогнозувати структурний стан ґрунтів України. При цьому необхідно враховувати, що, по-перше, поліпшення агрегованості може бути, головним чином, від підстилкового гною, частка якого в загальній кількості не більше 70 %; по-друге, середня ефективність 1 т (нормативний

приріст водотривких агрегатів), що прийнята для чорноземів, відносно нечорноземних ґрунтів нижча.

2.5.3. Заходи, що запобігають агрофізичній деградації ґрунтів

Як уже відзначалося, тривале, нерідко нераціональне сільськогосподарське використання ґрунтів, надмірний їх механічний обробіток, застосування важкої техніки, фізіологічно кислих форм мінеральних добрив, з одного боку, і недостатнє внесення органічних добрив, використання ґрунтозахисних технологій, з іншого, призводять до втрати загального гумусу, погіршення агрегуючих його властивостей. Унаслідок цього в ґрунті відбуваються глибокі кількісні зміни структури: послаблюється інтенсивність макроагрегації, повсюдно переущільнюється кореневмісний шар, погіршуються режими води і повітря. Якщо ці явища набувають сталого характеру і не усуваються в процесі динамічної трансформації ґрунтів при зволоженні-висушуванні, розущільненні, замерзанні-розмерзанні та під дією інших природних факторів агрегації, то є всі підстави констатувати агрофізичну деградацію ґрунтів. Ураховуючи літературні матеріали [105], можна зтверджувати, що практично всі староорні ґрунти країни в агрофізичному відношенні деградовані. Разом з тим відомо, що добре угноювані ґрунти за умов мінімалізації механічного обробітку, застосування меліорантів та інших окультурюючих прийомів мають кращі агрофізичні властивості порівняно з виснаженою, погано удобрюваною ріллею. Отже, можна припустити, що за рахунок високої культури землеробства можна не тільки не допустити їх погіршення, а й забезпечити поліпшення. Про таку реальність свідчать дослідження, проведені на держсортодільницях, де застосовується метод комплексного окультурення (своєчасний обробіток ґрунту, систематичне внесення в рекомендованих дозах органічних і мінеральних добрив, дотримання сівозмін тощо). Порівняно з розташованими поблизу землями сільськогосподарських підприємств чорноземи сортодільниць мають: вищу водопроникність,

пористість, водостійкість структурних окремостей, вологоємність; більші запаси доступної вологи і меншу щільність складення.

Разом із цим такі поняття, як „висока” і „низька” культура землеробства, хоч і застосовують досить широко, але практично на сьогодні позбавлені конкретного змісту і мають відносний характер, оскільки ґрунти різних регіонів використовуються в сільському господарстві неоднаковий час, мають різний рівень застосування на них добрив, техніки, а також різні вирощувані культури. Отже, важко порівнювати агрофізичні властивості ґрунтів, що перебувають у різних умовах сільськогосподарського використання. Дослідження, що проводили на Сумській і Чкаловській (Херсонська область) держсортодільницях, а також на суміжних з ними полях сільськогосподарських підприємств, показали, що 20-30-річне використання чорноземів при високій насиченості добривами зумовило деяке їх збагачення на органічну речовину (+0,14 % – на чорноземі типовому і +0,19 % – на чорноземі південному) і зменшення рівноважної щільності (від 1,26-1,27до1,12-1,18 г/см^3) порівняно з контрольними варіантами. Помітно (достовірно) поліпшилися структурно-агрегатний склад, показники мікробудови, зросла водопроникність [106].

За умов високої культури землеробства гній компенсує деяку негативну дію мінеральних добрив на фізичні властивості й елементи мікробудови, що проявляється вже в перший-другий рік після їх внесення. Показники мікробудови чорноземів при цьому стабільні й наближаються до кращих угноюваних фонів.

Важливе значення для поліпшення агрофізичних властивостей ґрунтів має сільськогосподарська культура. Поліпшуюча роль її тим вища, чим більша нагромаджувана нею маса (підземних і надземних) решток. Добре відома також роль культур, які мають глибоку кореневу систему і здатні адаптуватися в умовах ущільнення, перезволоження або переосушення, а також можуть активно пристосовувати до своїх вимог кореневмісний шар.

З числа досліджуваних культур найкращою щодо агрофізичних властивостей слід вважати озиму пшеницю, під якою вже навесні показники структурно-агрегатного складу і щільності складення мають оптимальний діапазон – 1,1-1,3 г/см^3. Надалі, уміру її розвитку структурно-агрегатний склад продовжує поліпшуватися і щільність залишається в межах оптимальних величин. Зазначимо, що дія озимої пшениці на фізичні властивості ґрунту незначно поступається дії гною. Кукурудза, цукрові буряки і картопля протягом вегетації також позитивно впливають на структурний склад, але в меншій мірі, ніж озима пшениця. Щільність складення в цьому разі наприкінці вегетації досягає 1,35 г/см^3. Це можна пояснити використанням для їх вирощування механічних обробітків, прискореним розкладом органічних речовин і меншою кількістю рослинних решток, що залишаються на полі від цих культур. Отже, якщо в сівозміні переважають просапні культури, необхідно передбачати заходи, що усувають їх несприятливий вплив на фізичні властивості. Під чорним паром результати гірші, ніж під просапними культурами. Отже, доцільність чорного пару в агрофізичному відношенні досить сумнівна. Очевидно, за цих умов посилення мікробіологічної діяльності призводить до втрати органічної речовини, диспергації ґрунту, а отже, і до погіршення його агрофізичних властивостей і режимів у цілому.

Не менш істотне значення має більш широке використання кальцієвмісних речовин. Про необхідність цього заходу свідчать такі положення: декальціювання (втрати кальцію) відбуваються в ґрунтах повсюдно в найрізноманітніших умовах; для сучасних орних ґрунтів також характерне посилення рухомості (мобільності, реакційної здатності) органічної речовини.

Дослідження, виконані співробітниками УкрНДІ ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського та кафедри ґрунтознавства Харківського СГІ ім. В.В. Докучаєва протягом 30-70-х років XX століття, показали високу ефективність гіпсу на різних ґрунтах, у тому числі й на чорноземах типових

глибоких і південних [106]. Урожай зернових культур при цьому збільшився на 30 % і вище порівняно з контролем, що пояснювалося посиленням біологічної і ферментативної активності ризосферного шару ґрунту, підвищенням рухомості основних поживних елементів, прямою дією гіпсу як джерела сірки та активного кальцію. Гіпс особливо ефективний на зрошуваних землях, здатний поліпшити структурно-агрегатний склад, щільність складення, водно-фізичні властивості й мікроструктуру чорноземних ґрунтів. Згідно з рекомендаціями кальцієвмісні речовини на чорноземах необхідно вносити один раз на 10 років у дозі 3 т/га.

Найбільш важливе значення для орних ґрунтів мають заходи, що зменшують негативні наслідки переущільнення ґрунтів важкою сільськогосподарською технікою. Головне при цьому – не використовувати на полях техніку з питомим тиском вище за допустимі норми (близько 1 кгс/см^2 при зволоженні, що дорівнює 0,7 фізичної стиглості й близько 0,5 кгс/см^2 при 1 фізичної стиглості) [106]. Якщо це практично неможливо, наприклад для всієї енергонасиченої техніки (особливо тракторів К-700, Т-150К і навіть МТЗ-82, комбайнів, причепів, автомобілів, великовагових засобів для внесення рідких мінеральних добрив), тиск якої на ґрунт перевищує допустимий у два-чотири рази, то необхідно вживати заходи з мінімалізації кількості проходів (так звана маршрутизація руху машинно-тракторних агрегатів) або такі, що збільшують площу контакту ходової системи з ґрунтом (здвоювання коліс або використання пневматичних широкопрофільних шин). Результативні також заходи, що підвищують опір ґрунтів ущільненню (внесення гною, кальцієвмісних сполук та інших оструктурюючих меліорантів) і прискорюють його розущільнення (активне підпушення, фітомеліорація тощо).

У загальному вигляді всі заходи, що спрямовані на запобігання агрофізичній деградації, наведено в табл. 67. Їх особливість полягає в тому, що вони диференційовані залежно від рівня окультуреності ґрунтів. Визначити необхідний рівень можна за критеріями, наведеними в

табл. 66Зазначимо, що зі зменшенням рівня окультуреності зміст прийомів, що застосовуємо, стає все більш ємким. Однак і в протилежному разі обсяг робіт залишається значним. Необхідність у цьому диктується встановленим положенням про те, що навіть за умов високої окультуреності агрофізичні властивості більшості ґрунтів поки що не задовольняють вимогам культур для забезпечення їх максимальної продуктивності. Особливо це важливо при зрошенні ґрунтів і при багаторазових проходах МТА, коли навіть за умов високої культури землеробства агрофізичний стан ґрунтів погіршується більшою мірою. Основний зміст заходів полягає в поліпшенні організації виконання механізованих польових робіт і у впровадженні нових технічних засобів для обробітку ґрунтів.

Таблиця 67

Заходи збереження і поліпшення агрофізичних властивостей ґрунтів залежно від рівня їх окультуреності

Рівень окультуреності	Заходи
1	2
Високий	Заходи спрямовані на збереження агрофізичних властивостей ґрунтів і включають мінімалізацію обробітку (заміна оранки поверхневим обробітком під окремі культури сівозміни, поєднання операцій; зменшення кількості міжрядних обробітків у посівах просапних культур, поліпшення організації робіт та ін.); систематичне внесення гною в дозах, що забезпечують бездефіцитний баланс органічної речовини (приблизно по 25-35 т/га один раз на 4 роки); в зрошуваних умовах точно нормована подача поливної води; обробіток ґрунту активними робочими органами; зменшення питомого тиску МТА на ґрунт
Середній	Заходи спрямовані на поліпшення агрофізичних властивостей і включають комплексне застосування прийомів високої культури землеробства, в першу чергу систематичне внесення підвищених доз органічних добрив, впровадження спеціалізованих сівозмін із значною часткою культур звичайної рядкової сівби, бобових культур, всіх елементів мінімалізації обробітку, використання кальцієвмісних речовин
Низький	Те саме, а також систематичне внесення підвищених доз органічних добрив

Великі резерви поліпшення агрофізичних властивостей залежать від мінімалізації обробітку і насамперед у використання комбінованих машин, оскільки мінімалізація обробітку, поєднання операцій для більшості ґрунтів

обмежуються лише періодом сівби. Не втрачають свого значення органічні добрива, а також кальцієвмісні сполуки, які поки що недооцінюються. Ці прийоми є провідними при вирішенні проблеми управління агрофізичними властивостями ґрунтів.

2.6. Агрохімічні параметри родючості земель

Поживний режим ґрунтів також у значній мірі залежить від системи ведення землеробства та антропогенного навантаження. У табл.68 подано середньозважені агрохімічні показники ґрунтів України за даними п'ятого туру обстежень. За вмістом рухомого фосфору ґрунти України завдяки систематичному застосуванню добрив протягом 60-80 років минулого століття зрівнялись і навіть у Поліссі його вміст перевищував вміст у ґрунтах Степу і Лісостепу (відповідно 11,8; 9,8; 10,6 мг/ 100 г ґрунту). Проте треба підкреслити, що означені величини характеризуються як середні і значно відстають від оптимальних (15-18 мг/ 100 г), а також тих, що досягнуті на окультурених ґрунтах (окремі господарства України і майже суцільно у ґрунтах Західної і Центральної Європи). Відносно рухомого калію диференціація його вмісту за ґрунтово-кліматичними зонами більш помітна. Найбільш забезпечені калієм важкі за гранулометричним складом ґрунти Степу, але його вміст не досягає оптимальних величин (20-25 мг/100 г ґрунту).

Ураховуючи, що в останні роки мінеральні добрива залишалися поза увагою господарників, значно посилився дефіцит балансу поживних речовин і наведені дані не зовсім об'єктивно відображають реальний вміст поживних елементів у ґрунтах. Те саме треба віднести й до кислотності ґрунтів, параметри якої імовірно погіршилися, особливо в Поліссі, що загалом потребує, як мінімум, відновлення досягнутих у 80-х роках рівнів застосування добрив і меліорантів.

Не зважаючи на те, що ґрунтовий покрив України представлений на 67,7 % чорноземами, які вважаються достатньо родючими, в дійсності вони

не забезпечують високих і стійких урожаїв сільськогосподарських культур. Лімітуючим фактором залишається низька їх забезпеченість рухомими поживними речовинами. За даними суцільного агрохімічного обстеження земель сільськогосподарського призначення, ґрунти характеризуються середнім вмістом рухомих форм азоту. Для покращання азотного режиму ґрунтів потрібно щорічно вносити з добривами в середньому 70 кг азоту на 1 га орної землі, що забезпечить рівнозначний кругообіг азоту в агроценозі. Азотні добрива забезпечують найвищі прирости врожаїв усіх культур у різних ґрунтово-кліматичних зонах при умові достатнього зволоження ґрунту. Фактично під урожай 2001 р. було внесено з мінеральними добривами 15 кг/га азоту. Забезпеченість ґрунтів фосфором значно гірша, ніж азотом. За даними агрохімічної паспортизації полів, площі орних земель з низьким та середнім вмістом рухомого фосфору складають понад 50 %.

Дефіцит його у ґрунтах знижує продуктивність землеробства. Для покращання фосфатного режиму ґрунтів потрібно вносити, щорічно з добривами 30 кг P_2O_5 на 1 га орної землі, що забезпечить рівнозначний баланс його в агроценозі та ведення стійкого і високопродуктивного землеробства. Фактично під урожай 2001 р. внесено 2,4 кг/га $\mathbf{P_2O_5}$. Забезпеченість ґрунтів калієм значно краща, ніж азотом і фосфором. Площі орних земель з низьким та середнім вмістом обмінного калію складають 31 %. Переважно ґрунти Полісся мають низьку забезпеченість калієм, особливо піщаного і супіщаного гранулометричного складу. Ґрунти Степу та південна частина Лісостепу характеризуються підвищеним та високим його вмістом. Для поліпшення калійного режиму опідзолених та дерново-підзолистих ґрунтів потрібно застосовувати калійні добрива в середньому у дозі 45 кг K_2O на 1 га орної землі.

Ураховуючи, що рівень застосування мінеральних добрив на сучасному етапі дуже низький, а врожай формується переважно за рахунок природної родючості ґрунтів, то відбуваються деградаційні процеси – збіднення їх на рухомі поживні речовини.

Таблиця 68

Середньозважені агрохімічні показники ґрунтів України за даними п'ятого туру обстеження

Область	Показник вмісту		
	P_2O_5	K_2O	кислотність, од. pH
	мг/100 г ґрунту		
1	**2**	**3**	**4**
Волинська	11,5	9,5	6,2
Житомирська	11,7	9,4	5,9
Закарпатська	8,5	12,9	5,1
Івано-Франківська	8,7	14,6	5,6
Львівська	10,4	12,2	5,6
Рівненська	14,5	10,3	5,9
Чернігівська	12,7	9,7	5,8
По Поліссю	**11,8**	**10,3**	**5,8**
Вінницька	9,2	11,1	5,8
Київська	10,0	8,4	5,8
Полтавська	12,4	14,4	6,1
Сумська	10,8	8,1	5,9
Тернопільська	10,8	10,7	6,1
Харківська	10,2	12,8	5,8
1	**2**	**3**	**4**
Хмельницька	8,9	6,5	5,7
Черкаська	13,2	10,5	6,1
Чернівецька	7,1	15,2	5,9
По Лісостепу	**10,6**	**10,6**	**5,9**
Автономна Республіка Крим	7,7	12,8	Нейтральні
Дніпропетровська	10,2	11,6	«
Донецька	10,7	17,7	«
Запорізька	11,1	17,0	«
Кіровоградська	9,1	14,1	«
Луганська	9,3	11,5	«
Миколаївська	9,5	16,7	«
Одеська	9,5	13,5	«
Херсонська	11,3	9,0	«
По Степу	**9,8**	**13,8**	**«**

Діагностичні критерії ступеня агрохімічної деградації ґрунтів наведені в табл. 69.

Таблиця 69

Діагностичні критерії виснаження ґрунтів наелементи живлення (узагальнені дані наукових установ України)

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір урожаю, %			
	слабкий, до 10	**середній, 10-50**	**сильний, 50-90**	**повний, 90-100**
Азот сполук, що легко гідролізуються, (мг/кг ґрунту) за				
Корнфілдом	150-100	100-50	50-25	<25
Рухомі фосфати (мг/100 г ґрунту) за				
Кірсановим	50-25	25-15	15-5	<5
Чириковим	50-20	20-10	10-5	<5
Обмінний калій (мг/100 г ґрунту) за				
Кірсановим	80-40	40-20	20-10	<10
Чириковим	40-20	20-10	10-5	<5

Низький рівень застосування органічних і мінеральних добрив обумовлює від'ємний баланс поживних речовин у землеробстві. Якщо баланс поживних речовин за період 1986-1990 рр. був позитивний відносно фосфору (24,9 кг/га) і майже рівноважний щодо азоту і калію, то в 1996-2000 рр. уже від'ємний за усіма елементами живлення – 76,7 кг/га (табл. 70). При високій урожайності від'ємний баланс буде зростати. Так, у 2001 р. він склав - 114 кг/га NPK.

Таблиця 70

Баланс поживних речовин у землеробстві України

Статті балансу	Азот	Фосфор (P_2O_5)	Калій (K_2O)	Разом
1986-1990 рр.				
Надходження, кг/га	89,5	56,1	102,7	248,3
Винос, кг/га	92,6	31,2	103,2	227,0
Баланс, кг/га	-3,1	24,9	-0,5	21,3
1996-2000 рр.				
Надходження, кг/га	26	10,4	15,3	51,7
Винос, кг/га	56,5	18,2	53,7	128,4
Баланс, кг/га	-30,5	-7,8	-38,4	-76,7
2001 р.				
Надходження, кг/га	21,5	5,9	9,2	36,6
Винос, кг/га	63,0	22,0	65,6	150,6
Баланс, кг/га	-41,5	-16,1	-56,4	-114

Для збереження родючості ґрунтів потрібно щорічно вносити з органічними та мінеральними добривами 4 млн. т поживних речовин.

Ґрунти України значно диференціюються за вмістом мікроелементів. Чорноземи недостатньо містять рухомого цинку (0,2 мг/кг ґрунту), що знижує врожайність і якість кукурудзи, цукрових та кормових буряків. Мало забезпечені міддю торфо-болотні, дерново-підзолисті та дерново-карбонатні ґрунти. Майже 8,2 млн га орних земель мають низький вміст рухомого кобальту. Насамперед це кислі ґрунти Полісся, опідзолені ґрунти Лісостепу, а також буроземно-підзолисті та гірсько-лучні ґрунти Карпат. Дефіцит молібдену спостерігається в чорноземах, дернових, дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах. У сумі вони складають майже 15 млн га. Слабо забезпечені рухомими формами бору дерново-підзолисті та ясно-сірі і сірі лісові ґрунти Полісся та Лісостепу. Для підвищення вмісту у ґрунтах мікроелементів потрібно налагодити виробництво мікродобрив та відновити виробництво складних добрив з домішками мікроелементів.

Одним з найважливіших напрямків поліпшення поживного режиму ґрунтів є широке застосування місцевих мінеральних добрив, особливо фосфоритів. На кислих ґрунтах фосфоритне борошно не поступається суперфосфату.

2.7. Оцінка якості сільськогосподарських земель з використанням агроекологічного методу

За даними Інституту агроекології та біотехнології УААН, серед усіх джерел забруднення навколишнього середовища частка сільськогосподарського виробництва складає 20 %. Це свідчить про те, що не тільки енергетична, металургійна, хімічна та гірничо-видобувна промисловості, автомобільний транспорт і комунальні господарства забруднюють природні об'єкти, але й надміру індустріалізоване сільське господарство, насамперед інтенсивний обробіток ґрунту, нераціональне застосування пестицидів, мінеральних добрив, зрошення, осушення земель тощо є досить сильним екологоутворюючим фактором на всій території

України. У зв'язку із цим виникає невідкладне питання, яким чином можна оцінити систему землеробства за її екологічними наслідками, до яких вона призводить у результаті систематичного й довготривалого застосування. Відповідає на це запитання агрохімія, фундатор якої, Д.М. Прянишніков, вважав, що основним завданням і предметом цієї галузі науки є дослідження кругообігу речовин у системі „ґрунт-рослина” на сільськогосподарських угіддях. За сучасних уявлень „кругообіг” слід розуміти так, що кожний атом елемента обертається в системі „ґрунт-рослина” декілька разів протягом вегетаційного періоду, і що ігнорування цього факту призводить до завищення доз мінеральних добрив та порушення екологічної рівноваги в системі [184].

Великої шкоди сільгоспугіддям і природному середовищу завдає порушення кругообігу азоту. Головними формами азоту, що беруть участь у живленні рослин, є нітрати й амоній. Менш важливе значення в живленні рослин відіграють нітрити.

Амоній і нітратний азот утворюються в ґрунті при мінералізації органічної речовини за участю мікроорганізмів. Швидкість процесів мінералізації визначається інтенсивністю роботи різних бактерій, що беруть участь у перетворенні органічного азоту на амонійний. Органічний азот перетворюється на амонійний багатьма неспецифічними організмами, а надалі на нітрати і нітрити – нітрифікуючими бактеріями роду Nitrosamonas Nitrobacter. Нітрифікаційний процес відбувається тільки в аеробних умовах при нейтральному pH. Особливо часто інгібується цей процес в умовах кислої реакції ґрунтового розчину (pH 4 і менше). Тому в переущільнених кислих ґрунтах процес мінералізації органічної речовини зупиняється на стадії утворення амонію. Поряд з мінералізацією в ґрунті відбувається зворотний процес – відновлення нітратів і нітритів до вільного азоту й аміаку, а також включення нітратного, нітритного й аміачного азоту в органічну речовину. Процеси мінералізації і біологічного зв'язування азоту йдуть одночасно, тому кількість нітратів у ґрунті являє собою різницю між

мобілізацією й іммобілізацією азоту. Землекористувачі повинні вміти регулювати ці процеси, щоб за допомогою різних систем обробітку і догляду за рослинами створювати оптимальні умови азотного живлення рослин і усувати можливість забруднення рослинницької продукції.

Найбільше нагромадження нітратів у ґрунтах відбувається в періоди, коли на полях відсутні рослини (напівпар, ранній зяб, чистий пар) у зв'язку з тим, що в цьому випадку відсутнє біологічне поглинання нітратів, як це відбувається в посівах, а для процесів амоніфікації, нітрифікації і денітрифікації створюються оптимальні умови. Отже, одним із прийомів зниження нітратів у ґрунтах може служити безперервне використання ріллі, введення в сівозміни проміжних культур (літніх, озимих, підсівних).

Надлишкове нагромадження нітратів сільськогосподарськими рослинами робить їх токсичними для людини і тварин. Всесвітня організація охорони здоров'я установила добову норму споживання нітратів людиною. Вона складає 500 мг. Виходячи з раціону харчування населення різних країн світу, окремих регіонів нашої країни, розраховуються гранично допустимі концентрації нітратів в основних овочевих культурах і питній воді.

Через це використовувати азот для удобрення рослин слід дуже обережно, дотримуючись загальновизнаного правила – удобрювати треба не ґрунт, а рослину, віддаючи перевагу біологічному азоту. „Накачка” рослин промисловим азотом призводить до накопичення в рослинній продукції нітратів. Тому застосування промислових азотних добрив набуває ознак великої біосферної проблеми, розв'язання якої можливе шляхом суворого контролю за використанням добрив на науковій основі.

Розглядаючи процес сільськогосподарського виробництва, а саме його провідну галузь – землеробство як визначальний фактор, що протягом довготривалого часу формує певну екологічну ситуацію в агроландшафтах, необхідно виходити з того, що агроекологічний моніторинг слід розпочинати з визначення фактичного стану біодинамічної рівноваги агроландшафтних систем. Визначається він класичним методом дослідження біологічного

кругообігу речовин, а ступінь порушення рівноваги оцінюється за відхиленням фактичних показників балансу від нормативно-оптимальних значень. Кругообіг речовин в агроекосистемах різного рівня має певну спрямованість, динамізм чи, навпаки, стабільність і властивий йому конкретний стан.

Як відмічалося вище, останній може бути оцінений не тільки якісно, а й кількісно за допомогою показників балансу – своєрідної системи сигналізації, що вказує на наявні в ній ті чи інші аномалії та які саме заходи потрібні для її стабілізації і нормального функціонування. До пріоритетних речовин, баланс яких необхідно визначати практично в усіх природнокліматичних зонах України, належать гумус, азот, фосфор та калій. Але в конкретних умовах ряд пріоритетних речовин може змінюватися. Наприклад, у зоні розповсюдження легких за гранулометричним складом дерново-підзолистих ґрунтів із промивним типом водного режиму доцільно також визначати баланс кальцію та магнію. У той же час у сухостеповій зоні можна не враховувати баланс калію.

Ще у 50-х роках XX століття Д.М. Прянишніков, визначивши головне завдання агрономічної хімії (дослідження кругообігу речовин у землеробстві), по суті вперше встановив екологічні нормативи для основних елементів живлення, дотримання яких забезпечує стабільне функціонування системи „ґрунт-рослина”, отримання 20-25 ц/га зерна та збереження родючості ґрунту. Він припускав негативний баланс азоту (мінус 13-14 кг/га) і калію (мінус 20-22 кг/га), але вважав, що баланс фосфору повинен бути бездефіцитним, тобто коефіцієнт відшкодування виносу поживних речовин урожаєм сільськогосподарських культур за рахунок внесення добрив повинен становити 70-80 % для азоту і калію та 100-110 % – для фосфору [142]. Але під впливом інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, росту врожайності сільгоспкультур та посилення деградаційних процесів агроландшафтних систем, тому числі й ґрунту, що відбулося у 70-80-х роках минулого століття, сформувалася інша агроекологічна обстановка, яка

вимагає для своєї оцінки нових критеріїв та перегляду вище наведених нормативів. унаслідок узагальнення даних довготривалих стаціонарних дослідів з добривами було доведено, що з метою виявлення глибини порушення балансової рівноваги як в окремих сівозмінах, так і на земельних масивах значно більшого масштабу, можна використовувати показники інтенсивності балансу (ІБ) [142].

Інтенсивність балансу обчислюється за формулою:

$$ІБ = Н:В \cdot 100,$$

де *ІБ*– показник інтенсивності балансу речовини, %;

Н – надходження поживних речовин у ґрунт, кг/га д.р.;

В– їх втрати, кг/га д.р.

Доведено, що екологічно безпечна величина *ІБ* відносно азоту на дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах складає 105-110, на чорноземах – 70-100 %.

Орієнтовно-оптимальні з екологічної точки зору показники ІБ фосфору і калію залежно від їх вмісту в ґрунтах наведені в табл. 71.

Вказані нормативи забезпечують високу продуктивність землеробства, розширене відтворення родючості ґрунтів, екологічну чистоту агроценозів і сільськогосподарської продукції.

Стосовно балансу гумусу слід ураховувати, що в останні 25-30 років його вміст у ґрунтах України знизився на 0,3 %. Але у зв'язку з інтенсифікацією ерозійних процесів, недостатнім використанням органічних добрив, посівів багаторічних бобових трав і пожнивних або післяукісних сидеральних культур дегуміфікація ґрунтів продовжує посилюватися. Тому в даний час баланс гумусу на більшій частині сільськогосподарських угідь України має бути позитивний, а показник інтенсивності балансу цієї речовини повинен дорівнювати не менше 110-120 %. Розрахунки балансу гумусу рекомендується виконувати за методикою Інституту ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського (Носко Б.С.,1991). „Методические указания по изучению баланса питательных веществ в земледелии” - ґрунтовний

посібник із цього питання для працівників Держагрохімслужби України. Баланс непоновлюваної енергії можна розрахувати відповідно до „Инструкции и нормативов по определению экономической и энергетической эффективности применения удобрений”.

Таблиця 71

Екологічно безпечні нормативи інтенсивності балансу фосфору та калію в залежності від їх вмісту в ґрунті

Рівень вмісту поживних речовин у ґрунті	Інтенсивність балансу, %	
	фосфору (P_2O_5)	калію (K_2O)
Дуже низький	280	150
Низький	250	130
Середній	200	110
Підвищений	150	90
Високий	100	70
Дуже високий	80	50

Еколого-агрохімічна паспортизація полів і земельних ділянок здійснюється з використанням матеріалів якісної оцінки (бонітування) ґрунтів і показників їх санітарно-гігієнічного стану. Ураховуючи те, що з 1964 по 2002 рр. агрохімічною службою України за 38 років накопичено величезну кількість даних, що характеризують рівень родючості ґрунтів, ступінь їх забруднення радіонуклідами, важкими металами, пестицидами та іншими токсикантами, і поряд із цим у різних ґрунтово-кліматичних умовах проведено тисячі польових дослідів з органічними та мінеральними добривами, хімічними меліорантами, пестицидами та іншими засобами хімізації, а також створено високоінформативну базу даних з поживності кормів і якості рослинницької продукції, можна вважати, що для якісної оцінки ґрунтів та їх еколого-агрохімічної паспортизації найкраще підходить агроекологічний метод Зражевського-Сірого. Авторами цього системного методу обґрунтовані відповідні нормативи і поправочні коефіцієнти, які після ряду уточнень і доповнення були прийняті за основу при розробці Керівного нормативного документа "Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок".

Теоретичною основою агроекологічного принципу бонітування ґрунтів

єзакон рівнозначності та незамінності факторів життєзабезпечення рослин, до яких, за К.А. Тімірязєвим, належатьсвітло, тепло, пожива таволога. Перші з них (світло і тепло) віднесені до космічних, два останніх (пожива і волога) – до земних факторів. Бонітування ґрунтів як „метод визначення ґрунтової родючості” (В.В. Докучаєв) дає можливість надати кількісну оцінку якості ґрунтів, тобто виявити, наскільки один ґрунт краще за інший. Показником якості або еколого-агрохімічного стану ґрунту є бонітет, виражений у балах. Останній являє собою інтегральну величину різноманітних властивостей і природних ознак, виражених в мг, %, мг-екв, мм та інших одиницях вимірювання, які перераховують у бали бонітету. Внутрішні природні властивості й ознаки ґрунту виступають як критерії бонітування і діляться на дві групи –основні (типові) та модифікаційні. Доосновних критеріїв відносять показники, що безпосередньо характеризують здатність ґрунту задовольняти потребу рослин у воді й елементах мінерального живлення. Це максимально можливі запаси продуктивної вологи (ММЗПВ), запаси гумусу і вміст поживних речовин, головним чином потенційно доступних форм азоту, фосфору і калію.

Модифікаційні критерії характеризують специфічні властивості ґрунту, які впливають на здатність рослин використовувати в процесі формування врожаю поживу і вологу. Так, ґрунт при достатньому вмісті поживних речовин і вологи, але через підвищену кислотність, солонцюватість або наявність у кореневмісному шарі токсичних речовин, несприятливі агрофізичні та інші властивості суттєво знижує рівень ґрунтової родючості, продуктивність і якість сільськогосподарських культур. Це обумовлює необхідність ураховувати і кількісно оцінювати їх негативну дію. А оскільки негативні властивості (підвищена кислотність, солонцюватість, оглеєність, еродованість, забруднення тощо) мають місцевий (зональний або регіональний) характер, то вони враховуються через поправочні коефіцієнти до оціночних балів, що вираховуються за основними критеріями (максимально можливими запасами продуктивної вологи та запасамигумусув

метровому шарі, вмістомазоту, фосфору і калію). Останні необхідно вважати обов'язковими для всіх без виключення проектно-технологічних центрів родючості ґрунтів, які виконують оціночні роботи при складанні еколого-агрохімічних паспортів на окремі поля і земельні ділянки.

Використання даних про вміст мікроелементів для оцінки якості ґрунтів дещо завищує зведений показник їх еколого-агрохімічного стану. Через це проведено уточнення оптимальних параметрів для некарбонатних і карбонатних ґрунтів. Крім того, пропонується проводити розрахунки не по всіх шести мікроелементах, а лише по тих, що лімітують урожай. Як правило, це один-два мікроелементи: у зоні бурякосіяння – марганець, молібден; на торфових ґрунтах – мідь; у зоні Полісся – молібден, бор; у Північно-західному регіоні – кобальт; в Степовій зоні – цинк тощо.

Заслуговує уваги також спосіб, запропонований Вінницьким ПТЦ „Облдержродючість”, за яким середньоарифметичне значення бала за сумою шести мікроелементів виступає як один показник, що за значимістю прирівнюється до окремих макропоказників, тобто основних типових критеріїв.

Формула розрахунку наведена нижче:

$$\acute{A} = \frac{\grave{I}\grave{I}\text{Ç}\ddot{I}\hat{A} + \tilde{A} + N + P + K + \frac{B + Mo + Mn + Cu + Co + Zn}{6}}{6}$$

де *Б*– середньозважений бал поля, земельної ділянки;

ММЗПВ– максимально можливі запаси продуктивної вологи;

Г– гумус;

N– азот, що легкогідролізується;

P– рухомий фосфор;

K– обмінний калій;

B–бор;

Mo– молібден;

Mn– марганець;

Cu– мідь;

Co– кобальт;

Zn– цинк.

Усі показники подаються в балах.

За параметрами основних критеріїв і вмістом мікроелементів обчислюють бал бонітету, після чого вводяться поправки на негативні властивості й отримують зведений показник еколого-агрохімічного стану ґрунтової відміни поля. Якщо в межах поля знаходиться одна ґрунтова відміна, то отриманий показник буде характеризувати все поле. У випадках, коли поле або земельна ділянка складається з декількох ґрунтових контурів, вираховують середньозважений бал поля за бонітетом усіх його ґрунтових відмін.

Розрахунки проводять за формулою:

$$\acute{A} = \frac{\acute{A}_1 S_1 + \acute{A}_2 S_2 + ... + \acute{A}_n S_n}{S_1 + S_2 + ... + S_n}$$

де *Б*– середньозважений показник якості ґрунтового покриву (у балах);

$Б_1$, $Б_2$ ....$Б_n$– показники якісної оцінки ґрунтових відмін, з яких складається поле (в балах);

S_1, S_2.....S_n– площі ґрунтових відмін, га.

Приклад. Загальна площа поля – 100 га. Його ґрунтовий покрив складається з трьох відмін.

1. Чорнозем опідзолений: площа – 50 га; бонітет – 83 бали.

2. Чорнозем опідзолений слабозмитий: площа – 30 га; бонітет –68 балів.

3. Темно-сірий опідзолений ґрунт: площа – 20 га; бонітет – 79 балів

Підставляючи ці дані у формулу, обчислимо середньозважений показник якості ґрунтового покриву поля:

$$\acute{A} = \frac{\acute{A}_1 S_1 + \acute{A}_2 S_2 + ... + \acute{A}_n S_n}{S_1 + S_2 + ... + S_n} = \frac{83 \times 50 + 68 \times 30 + 79 \times 20}{50 + 30 + 20} = 78 \text{ áàë³â.}$$

Але дане поле знаходиться на відстані 30 км від промислового комбінату і має незначний рівень забруднення важкими металами, якому відповідає поправочний коефіцієнт 0,9. Вводячи його в наведену формулу,

отримаємо зведений показник родючості з урахуванням екологічного стану ґрунту, який дорівнює 70,2 балам (78 • 0,9 = 70,2).

Підсумовуючи вищевикладене, слід зазначити що перелік показників, наведених у паспорті, не є обов'язковим для всіх ґрунтово-кліматичних та екологічних умов. Так, гідролітичну чи обмінну кислотності недоцільно включати до паспорту в Степовій зоні, де реакцію середовища оцінюють за pH водної суспензії. Але для кислих ґрунтів, які підлягають вапнуванню, обов'язковим є показник гідролітичної або обмінної кислотності (Нг, pH сол.). Не слід також заносити в паспорт показники щільності забруднення ґрунту радіоцезієм і радіостронцієм, якщо радіоактивне забруднення території відсутнє. Те ж саме стосується важких металів і деяких інших показників (наприклад, засолення при його відсутності). Проте дані про гранулометричний склад, щільність складення ґрунту, максимально можливі запаси продуктивної вологи, вміст гумусу, рухомих форм основних елементів живлення, мікроелементів, що лімітують у даній місцевості врожай, є обов'язковим для проведення якісної оцінки ґрунтів практично на всій території України.

Отже, якісна оцінка ґрунтового покриву земельної ділянки починається з оцінки елементарного ґрунтового ареалу, виділеного на ґрунтовій карті або агрохімічній картограмі. Із цією метою для кожного ґрунтового різновиду вибираються і заносяться в спеціальну картку всі дані, що потрібні для розробки еколого-агрохімічного паспорту. Середні дані діагностичних ознак служать основою для встановлення бала бонітету ґрунтів, який обчислюється таким чином. Для кожного діагностичного показника з групи основних типових критеріїв спочатку обчислюють бал бонітету як процентне відношення фактичного значення критерію до еталонного (стандартного):

$$Бт.о. = Ф : Е \times 100,$$

де $Бт.о.$ – бал типової діагностичної ознаки;

$Ф$ – фактичне значення ознаки;

$Е$ – еталонне (стандартне) значення ознаки.

У такий спосіб переводять абсолютне значення ознаки у відносне. Але для цього потрібне обґрунтоване нормативне забезпечення основних (типових) ознак для визначення еталонного ґрунту.

2.7.1. Нормативи основних типових ознак еталонного ґрунту

Проведені дослідження, ряд наукових публікацій вітчизняних і зарубіжних учених, узагальнення результатів наявних матеріалів з питань якісної оцінки ґрунтів, ґрунтово-агрохімічного, радіологічного та інших видів моніторингу сільськогосподарських земель дають змогу вже сьогодні запропонувати проектним установам і виробництву досить обґрунтовану систему показників еталонного ґрунту. Звичайно, за еталон (стандарт) приймається оптимальне значення діагностичного показника, який оцінюється в 100 балів, що цілком відповідає одному з основних екологічних законів землеробства – закону оптимуму.

Стандарти (еталони) для мінеральних ґрунтів

Гумус: запаси в шарі 0-100 см – 500 т/га; вміст у шарі 0-20 см – 6,2 %.

Максимально можливі запаси продуктивної вологи у шарі 0-100 см – 200 мм.

Стандартами для елементів живлення є такі величини:

макроелементи:

- для азоту – 225 за (Корнфілдом), 100 мг/кг (за Тюріним-Кононовою);
- для рухомого фосфору – 250 (за Кірсановим), 200 (за Чіріковим), 60 мг/кг (за Мачігіним);
- для обмінного калію – 170 (за Кірсановим), 200 (за Чіріковим), 400 мг/кг (за Мачігіним);

мікроелементи:

- для некарбонатних і малокарбонатних ґрунтів (метод Пейве-Рінькіса): марганець – 71,0; цинк 1,6; мідь – 3,4; кобальт – 2,3;

молібден – 0,71; бор – 0,23 мг/кг ґрунту;

- для карбонатних ґрунтів (метод Крупського-Олександрової): марганець – 21,0; цинк – 5,1; мідь – 0,51; кобальт – 0,31 мг/кг ґрунту.

Для бонітуванняторфових ґрунтів використовують запасиорганічної речовини тапродуктивної вологи в метровій товщі, а також вміст рухомогофосфору й обмінногокалію в орному шарі, обчислених з урахуванням щільності складення .

Еколого-агрохімічний стан ґрунтів оцінюється не тільки за показниками груп основних (типових) і модифікаційних критеріїв, але й з урахуванням видів і ступеня забруднення. Найбільш поширеними видами забруднення ґрунтового покриву в Україні є забрудненнярадіонуклідами (РН), важкими металами (ВМ), залишками пестицидів (ЗП).

Еталоном щодо забруднення ґрунтів цими токсичними речовинами можна вважати такий ґрунт, радіоактивне забруднення якого не перевищує нормальний природний фон. Максимально наближеними до еталону є ґрунти, на яких можна вирощувати екологічно чистий урожай, придатний для виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування. Таким вимогам цілком відповідають мінеральні ґрунти, щільність забруднення яких не перевищує1,0 Кі/км^2 відносно цезію– 137 (для торфових <0,5 Кі/км^2) і0,02 Кі/км^2 щодо стронцію – 90. Вміст валових форм важких металів в еталонному ґрунті не повинен перевищувати 1 кларку або 0,5 ГДК, а вміст залишків пестицидів – <0,5 ГДК. Поправочні коефіцієнти на забруднення РН, ВМ і ЗП наведені в КНД „Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок”.

Отже, усі вищенаведені матеріали служать основою для встановлення балів бонітету, складання оціночної шкали та паспортизації земель. Розрахунки виконуються в такій послідовності. Для кожного діагностичного показника, що є одним з основних (типових) критеріїв, обчислюють бонітувальний бал як процентне відношення фактичного значення ознаки до

стандарту (еталону). З усіх вирахуваних у такий спосіб основних типових критеріїв для даного ґрунту розраховується середній бал (як середньоарифметичний):

$$Á_{Ò} = \frac{\sum Á_n}{n}$$

де: $Б_Т$ – середній бал з типових критеріїв;

$\sum Б_n$ – сума балів по типових критеріях;

n – кількість типових критеріїв.

Вирахуваний за основними критеріями середній бал корегується потім за допомогою модифікаційних критеріїв через поправочні коефіцієнти на негативні властивості ґрунту і клімат. Остаточний бал бонітету може бути встановлений і шляхом послідовного множення вихідного бала на відповідні коефіцієнти поправок. Для ґрунтових комплексів оціночний бал вираховується спочатку окремо для кожної ґрунтової відміни, що входять до складу комплексу, а потім вже з них виводиться середньозважений бал усього ґрунтового контуру.Установлений вищевказаним способом оціночний бал і є остаточною мірою оцінки бонітету ґрунтової відміни.

Після встановлення балів бонітету ґрунтів приступають до складання шкали бонітування, в якій ґрунти господарства розміщуються або в міру зниження балів бонітету від кращих до гірших, або в генетичній послідовності згідно з номенклатурним списком. При цьому шкали можуть бути і розгорнутими, коли вихідні дані діагностичних показників виражені в них і в абсолютних (мг, мм, мг-екв тощо) і у відносних (балах) величинах. Маючи шкалу бонітування, ґрунтову карту з нанесеними балами бонітету ґрунтових відмін і план внутрішньогосподарського землеустрою, приступають до визначення бонітету ґрунтового покриву господарства. Ця робота зводиться до обчислення середньозваженого бала бонітету земельної ділянки (поля). Для цього за допомогою планіметра, палетки або іншим методом визначають площу ґрунтових відмін, з яких складається

елементарний господарський виділ, а потім, маючи бали їх бонітету і площу, яку вони займають, вираховують середньозважений бал за нижченаведеною формулою:

$$\acute{A}\acute{a} = \frac{\acute{A}\acute{a}_1 \times \ddot{I}_1 + \acute{A}\acute{a}_2 \times \ddot{I}_2 + ... + \acute{A}\acute{a}_n \times \ddot{I}_n}{\ddot{I}_1 + \ddot{I}_2 + ... + \ddot{I}_n},$$

де *Бб* – бал бонітету елементарного господарського виділу;

$Бб_1$, $Бб_2$ .... $Бб_n$– бали бонітету окремих різновидів ґрунтів, що складають елементарний господарський виділ;

$П_1$, $П_2$....$П_n$ – площі ґрунтів, що складають елементарний господарський виділ.

Остаточний бал бонітету елементарного господарського виділу одержуємо шляхом множення середньозваженого бала на поправочні коефіцієнти. На основі середньозваженого бала бонітету земель елементарного господарського виділу складається паспорт поля.

2.7.2. Структура і зміст еколого-агрохімічного паспорта

Форма паспорту затверджена Міністерством сільського господарства і продовольства України 30.11.1993 року [121]. Він складається з адресної частини, переліку показників та їх середньозважених величин у динаміці. Набір критеріїв - мінімальний, але цілком достатній, щоб об'єктивно оцінити агроекологічний стан ґрунтового покриву полів і земельних наділів. Уже сама назва „Еколого-агрохімічний паспорт...” свідчить про те, що в ньому містяться відомості, які характеризують рівень родючості, види та ступінь забруднення, а відтак і екологічний стан ґрунту.

З агрофізичних показників вибрано „найбільш інформативні з найбільш значущих”: рівноважну щільність складення або об'ємну масу. Вона є інтегруючим параметром низки водно-фізичних характеристик та структурно-текстурних особливостей ґрунту і залежить від його гранулометричного та структурно-агрегатного складу, кількості органічної

речовини. В свою чергу об'ємна маса впливає майже на всі фізичні характеристики ґрунту - водопроникність, вологоємність, теплопровідність, забезпеченість повітрям, а також мікробіологічні процеси та поживний режим і має тісний зворотній зв'язок з урожайністю рослин, що найбільш помітно в посушливих умовах. Оцінюючи рівноважну щільність складення (перед початком весняних польових робіт або через 1-2 місяці після останнього обробітку) слід виходити з того, що для ґрунтів середнього та важкого гранулометричного складу оптимальне значення цього показника знаходиться в межах 1,1-1,3 г/см^3, для супіщаних і піщаних ґрунтів - 1,3-1,5 г/см^3. Якщо фактичні параметри відрізняються від оптимальних, то це свідчить про агрофізичну деградацію ґрунту і потребує відповідного втручання (внесення органічних добрив, збільшення посівних площ багаторічних бобових трав, гіпсування, вапнування, застосування полегшеної техніки чи глибокого обробітку ґрунту). Але в зв'язку з відсутністю в розпорядженні обласних державних проектно-технологічних центрів родючості ґрунтів масових даних з щільності складення необхідно для заповнення паспорту скористатись довідниковою інформацією і матеріалами наукових публікацій [142].

Максимально можливі запаси продуктивної вологи в 0-100-сантиметровому шарі ґрунту - показник, який належить до основних критеріїв якісної оцінки ґрунтів. Це константа, яка характеризує здатність того чи іншого ґрунту накопичувати максимальну кількість продуктивної вологи. Еталонним ґрунтом за цим критерієм є ґрунт з ММЗПВ - 200 мм. Не можна ототожнювати ММЗПВ з поняттям „запаси продуктивної вологи” (ЗПВ) - величиною динамічною, яка змінюється в часі і просторі. Оптимальні значення ЗПВ варіюють в широкому інтервалі: від 60-70 мм для картоплі - до 160-180 мм для вівса та інших вологолюбивих культур. Отже, в еколого-агрохімічний паспорт слід вписувати показник ММЗПВ, користуючись як і в попередньому випадку даними довідникової літератури.

Гідролітична кислотність і сума увібраних основ безпосередньо в розрахунках не використовуються, але вони потрібні в інших цілях (наприклад, для визначення норми вапна).

Тип і ступіньзасолення (солонцюватості), як і показники обмінної та актуальної кислотності, належать до групи модифікаційних або допоміжних критеріїв і при оцінці ґрунтів враховуються через поправочні коефіцієнти на негативні властивості ґрунту (засолення, солонцюватість, кислотність і лужність).

Вміст гумусу в орному шарі або його запаси в метровій товщі ґрунту, а також показники вмісту азоту, що легко гідролізується, рухомого фосфору, обмінного калію і рухомих форм мікроелементів, разом з ММЗПВ відносяться до основних критеріїв, за якими розраховується „агрохімічна”, тобто „основна” оцінка родючості ґрунту, яка після внесення поправок на забруднення і всі інші негативні властивості дає можливість визначити зведений показник еколого-агрохімічного стану ґрунтового комплексу в межах поля або земельної ділянки.

2.8. Якісна оцінка ґрунтів методом спеціального бонітування

Для оцінки родючості ґрунту та його екологічного стану використовують матеріали великомасштабного обстеження ґрунтів України (нариси, ґрунтові карти), матеріали детального агрохімічного й екологічного обстеження ґрунтів та результати польових дослідів з добривами, проведених агрохімічною службою України за 1966-2002 рр.

На першому етапі складається еколого-агрохімічний паспорт поля, який характеризує стан родючості ґрунту та ступінь його забруднення токсичними агрохімікатами, важкими металами, радіонуклідами тощо.

На другому етапі проводиться оцінка родючості ґрунту поля (земельної ділянки). З цією метою розробляються нормативні дані врожайності зернових культур (озима пшениця, ярий ячмінь, горох, просо, овес) на різних типах ґрунтів. Нормативні врожаї розробляють на рівні адміністративних районів і

областей. Вони відповідають переважно середнім показникам родючості ґрунту. На конкретному полі нормативна врожайність корегується на фактичні показники родючості ґрунту, які наведено в еколого-агрохімічному паспорті поля. Для корегування розроблено поправочні коефіцієнти на еродованість, заболоченість, солонцюватість, засоленість, гранулометричний склад, ступінь кислотності, вміст рухомих поживних речовин тощо. Корегування нормативної врожайності проводиться на найбільш істотні фактори. Спочатку на еродованість, заболоченість, засоленість, а потім на ґрунтові показники (гранулометричний склад, ступінь кислотності, вміст рухомих форм поживних речовин). Кількість поправочних коефіцієнтів повинна бути обмеженою і диференціюватися в залежності від розміщення поля (рельєфу, експозиції тощо).

Алгоритм розрахунку такий:

$$У_{розрах.} = У_{нормат.} (К_1 \cdot К_2 \cdot К_3 \ldots К_n),$$

де $У_{розрах.}$– урожай розрахунковий, ц/га;

$У_{нормат.}$– урожай нормативний, ц/га;

$К_1, К_2, К_3 \ldots К_n$– поправочні коефіцієнти.

Наприклад для розрахунку на конкретному полі основні показники характеристики ґрунту такі:

- чорнозем звичайний слабоеродований середньогумусний важкосуглинковий на карбонатних суглинках;
- нормативний урожай зернових культур – 30,5 ц/га;
- поправочний коефіцієнт на еродованість ґрунту – 0,90 ($К_1$);
- поправочний коефіцієнт на гранулометричний склад ґрунту – 0,90 ($К_2$);
- поправочний коефіцієнт на вміст обмінного калію – 1,10 ($К_3$).

Інші фактори чи ґрунтові показники слабо впливають на величину врожаю, тому в розрахунки не вводяться. Розрахунковий врожай складає:

$$У_{розрах.} = 30{,}5\ ц/га \cdot (0{,}90 \cdot 0{,}90 \cdot 1{,}10) = 30{,}5 \cdot 0{,}89 = 27{,}1\ ц/га.$$

Розраховують середньозважені врожаї на різних рівнях управління: поле, сільгосппідприємство, адміністративний район, адміністративна область. Між фактичною врожайністю зернових культур і розрахованою визначається коефіцієнт кореляції. Якщо встановлено тісний кореляційний зв'язок, то розрахунки можна вважати коректними. На основі розрахованих урожайних даних визначається бонітет ґрунту поля в балах за шкалою (табл. 72).

Таблиця 72

Шкала оцінки родючості ґрунту за врожайністю (в балах)

Урожайність, ц/га	Бали
50	100
45	90
40	80
35	70
30	60
25	50
20	40
15	30
10	20
5	10

Наступним етапом є екологічна оцінка ґрунту. Як правило, встановлюється рівень забруднення ґрунту важкими металами, радіонуклідами, пестицидами та іншими токсичними речовинами. До визначеного агрохімічного бала вводиться поправка на забрудненість.

Одержаний бал з поправкою на забруднення переводиться в урожайність за шкалою (табл. 72). Дана врожайність буде фактично можливою на конкретному полі.

Для грошової оцінки землі використовують „Методику експертної грошової оцінки земельних ділянок” [122,123].

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Що розуміють під родючістю ґрунту?
2. Чому родючість ґрунтів не тільки природне, а й соціально-економічне явище?
3. Назвіть основні типи родючості ґрунтів.
4. Що таке потенційна родючість ґрунтів?

5. Як оцінюється ефективна родючість ґрунтів?

6. Класифікація термінів за родючістю (за Б.О. Нікітіним**).**

7. Назвіть основні фактори, що зумовлюють зниження ґрунтової родючості.

8. Основні принципи вибору показників для оцінки якості земель.

9. Яку роль відіграє гумус у процесі ґрунтоутворення?

10. Назвіть орієнтовний вміст гумусу в основних типах ґрунтів на території України згідно з агровиробничим районуванням.

11. За якими показниками оцінюють гумусний стан ґрунту ?

12. За якою формулою визначається баланс гумусу з урахуванням втрат від ерозії?

13. Назвіть основні причини втрати гумусу з ґрунту.

14. Назвіть показники, що використовуються для оцінки агрофізичного стану орних земель.

15. Охарактеризуйте загальний рівень забезпеченості ґрунтів України поживними елементами.

16. Назвіть параметри родючості ґрунтів, які враховуються при складанні еколого-агрохімічного паспорта земельної ділянки.

17. З яких етапів складається якісна оцінка ґрунтів методом спеціального бонітування?

18. Що розуміють під нормативною врожайністю сільськогосподарських культур?

19. Як проводиться екологічна оцінка ґрунту за методикою спеціального бонітування?

РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ВПЛИВУ ЕРОЗІЇ НА СТАН ЗЕМЕЛЬНИХ РЕСУРСІВ

3.1. Критерії і показники оцінки ерозійних процесів

3.1.1. Водна ерозія

Кількісна оцінка водної ерозії передбачає дві системи критеріїв оцінки: 1) за фактичною еродованістю ґрунтового покриву; 2) за потенційною небезпекою ерозії при певному рівні ймовірності дії факторів ерозії (світовий досвід організації протиерозійного захисту вказує на те, що достатнім є розрахунок на 10 %-ну забезпеченість [142].. Кількісна інформація про фактичну еродованість має статус офіційної. Вперше системні дані щодо еродованості ґрунтів України одержані після великомасштабного ґрунтового обстеження в 1957-1961 рр. На підставі цих матеріалів колектив науковців під керівництвом професора К.Л. Холупяка опрацював карту еродованості ґрунтів України. Після організації Державного комітету земельних ресурсів відомості про еродованість ґрунтів в офіційних звітах подаються цією установою. Тобто одержати такі дані можна без істотних ускладнень, але при їх використанні необхідно мати на увазі, що ця інформація може не завжди бути об'єктивною. Еродовані ґрунти північних схилів можуть діагностуватися як повнопрофільні, а короткопрофільні неродовані ґрунти південних схилів – як еродовані. Такі грубі помилки витікають з методики діагностики ступеня еродованості схилових ґрунтів шляхом порівняння їх потужності з плакорним аналогом (контролем), яка застосовувалася при великомасштабному ґрунтовому картографуванні і при проведенні ґрунтових коригувань. Тому, не враховуючи офіційного характеру даних щодо еродованості ґрунтів, вони не можуть вважатися цілком достовірними.

Вимоги до об'єктивності інформації щодо еродованості ґрунтового покриву для цілей безпосереднього проектування протиерозійного упорядкування певної території значно підвищуються.

Необхідно мати коректні дані щодо фактичного розвитку ерозії на конкретній території. Застосування методики визначення ступеня еродованості ґрунтів, про яку вище йшла мова, просто не допустимо. Цілком імовірна подвійна помилка: будуть захищатися нееродовані малорозвинені низькопродуктивні ґрунти, а найбільш цінні, вже фактично в значній мірі еродовані ґрунти, будуть ще більш інтенсивно використовуватися без достатнього протиерозійного захисту. Тому необхідна принципово нова методика обстеження території, яку передбачається протиерозійно упорядковувати. Ця робота повинна виконуватися на передпроектній стадії. Певні перспективи надає застосування методики, яка базується на визначенні теоретичного розрахункового аналога (контролю) нееродованого ґрунту для будь-якої точки в ландшафті. Кількісними параметрами, які залучені до моделі, є експозиція (азимут), ухил (градуси), гранулометричний склад (вміст фізичної глини, %), материнська порода (вміст неагрегованих елементарних ґрунтових часток або ефективна поверхня, г/м^2).

Математична статистика, яка є основним робочим засобом, дозволяє визначити діапазон вірогідності розбіжностей між фактичною потужністю ґрунту і її розрахунковим значенням. Якщо розбіжності виходять за межі цього діапазону, є підстави для висновку про наявність у ґрунті еродованості чи намивання. При цьому чітко визначається шар, що ерозійно втрачений чи делювіально намитий.

Помилки щодо еродованості ґрунтів зменшуються в разі використання показників середньорічних втрат ґрунту, які визначаються методом порівняльного аналізу ґрунтових карт території, одержаних за певний проміжок часу. Тому показники ерозійних втрат ґрунту є більш коректними для діагностування ступеня еродованості ґрунтів, якщо початок сільськогосподарського використання певної території і перша ґрунтова карта збігаються у часі. Показники середньорічних ерозійних втрат ґрунту можуть бути обчислені на підставі математичної моделі ерозії, але вони будуть мати меншу точність. Довготермінові гідрологічні спостереження в

умовах стаціонарних водобалансових станцій, обліки водозбірного стоку і польові експедиційні тимчасові заміри дозволили досить ретельно визначити ймовірні рівні поверхневого стоку. Для європейської частини колишнього Радянського Союзу опрацьована серія відповідних карт.

Найбільш доцільно використовувати значення потенційного поверхневого стоку (ПС) 10 % рівня імовірності перевищення діагностичного стоку над розрахунковим. Значення ПС має самостійну інформаційну цінність і характеризує роботу поверхневого стоку. Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву ($К_{егп}$) обчислюється як середньозважена величина для кожного ґрунту на підставі коефіцієнтів (неерородований – 1; слабоеродований – 1,2; середньоеродований – 1,4; сильноеродований – 1,6), які вказують на відповідне зниження родючості у порівнянні з повнопрофільним ґрунтом. Коефіцієнт еродованості разом з даними розподілу еродованих ґрунтів за градаціями ступеня еродованості можна використати як важливі якісні характеристики ґрунтового покриву.

Таким чином, інформація щодо фактичної еродованості ґрунтів є необхідною, але не достатньою умовою ні для наукового обґрунтування стратегії охорони ґрунтів від ерозії (розробки Генерального плану протиерозійних заходів, Національної програми охорони ґрунтів і взагалі інвестиційної ґрунтоохоронної політики), ні для конструювання протиерозійного захисту на певній території. Така інформація може бути прийнята лише як одна вісь системи координат алгоритму протиерозійного захисту.

Друга вісь – це кількісна оцінка потенційної ерозійної небезпеки. Така оцінка можлива при наявності характеристик природних факторів ерозії. Теоретичною підставою обчислення потенційної ерозійної небезпеки є припущення про те, що єдиною причиною сучасної ерозії є діяльність людини, а природні фактори ерозії (обставини) – лише її передумови. Норматив проявлення ерозії повинен дорівнювати швидкості ґрунтоутворювального процесу. Тобто є якийсь максимум, вище якого

ерозійні втрати в конкретній точці простору і часі бути не можуть. Достатнім рівнем прийнято, як вже згадувалося, вважати 10 %-ну забезпеченість. У такому випадку розрахункове значення потенційного річного змиву ґрунту 10 %-ї забезпеченості є необхідним показником потенційної небезпеки ерозії. Проте на ґрунтах різної вихідної потужності профілю однакові ерозійні втрати ґрунту приведуть до різних наслідків.

Тому кількісний показник ерозійної небезпеки повинен враховувати цей суттєвий аспект. У такому контексті досить інформативним показником щодо потенційної ерозійної небезпеки є індекс збереження ґрунтів (ІЗГ), який визначається зі співвідношення потужності (маси) гумусового горизонту (Н, т/га) та імовірних ерозійних втрат (змив ґрунту 10 %-ї забезпеченості, т/га). Він показує, за скільки років можливо втратити гумусовий горизонт (Н), якщо в середньому кожного року буде ерозія на рівні 10 %-ї забезпеченості. ІЗГ – кількісний показник ерозійної небезпеки. Для його розрахунку необхідно, по-перше, мати математичну верифіковану модель ерозії, а по-друге, усі параметри цієї моделі, що характеризують природні фактори ерозії на рівні як мінімум 10 %-ї забезпеченості.

Для розрахунку показника небезпеки ерозії можливо запропонувати різні підходи. Усі вони базуються на оцінці міри антропогенного втручання в природні ландшафти. Показниками щодо антропогенного навантаження можуть бути розораність території, співвідношення ерозійно небезпечних (рілля, сади тощо) і сталих (сінокісні, культурні пасовища, цілина, ліс, тощо) агрофонів щодо еродування ґрунтів.

Передбачається бальна оцінка небезпеки ерозії для кожного показника. Розрахункова таблиця для обчислення ерозійної небезпеки за нормативними показниками подана в наступному розділі.

Таким чином, в перелік критеріїв оцінки прояву і небезпеки водної ерозії увійшли:

а) оцінка потенційної ерозійної небезпеки:

1) індекс збереження ґрунтів (ІЗГ) як кількість років, потрібних для

змиву ґрунту, визначається із відношення маси гумусового горизонту (Н) до маси ймовірних ерозійних втрат ґрунту 10 %-ї забезпеченості (обидва показника в тоннах до гектара);

2) оцінка ерозійної небезпеки за непрямими показниками.

б) оцінка фактичного стану:

1) нтенсивність фактичних середньорічних втрат ґрунту, т/га;

2) фактична еродованість, що має місце на певній території у розрізі основних категорій земельних ресурсів, %;

3) шар потенційного поверхневого рідкого стоку (ПС), мм за рік;

4) коефіцієнт реалізації ерозійної небезпеки (КРЕН), який розхраховується як співвідношення фактичних середньорічних втрат ґрунту до ймовірних ерозійних втрат ґрунту 10 %-ї забезпеченості.

3.1.2. Вітрова ерозія

Розробка науковообґрунтованої стратегії проектування протиерозійно упорядкованих агроландшафтів, які здатні знизити втрати ґрунту від вітрової ерозії до безпечної норми, повинна будуватися на підставі загальної концепції конструювання агроландшафтів з обов'язковим урахуванням кліматичних, геологічних і ґрунтових умов природних ландшафтів. Для досягнення цієї мети необхідно застосувати розроблені раніше концептуальні моделі протиерозійно упорядкованих агроландшафтів для кожного класу інтенсивності вітрової ерозії.

Районування рівнинної території України за інтенсивністю вітрової ерозії проводилося на основі моделі вітрової ерозії, яка була розроблена для умов Лісостепу та Полісся з урахуванням генезису ґрунтів, їх фізичних і фізико-хімічних властивостей. Розрахунки проводилися за середньозваженими величинами основних показників для кожного ґрунтового виділу на карті ґрунтів України масштабу 1:750000. Показниками схильності ґрунтів до вітрової ерозії є грудкуватість поверхневого шару ґрунту, %; вміст ґрунтових часток більше 1 мм в діаметрі та коефіцієнт руйнування агрегатів *(Ks),* який визначається за величиною зв'язності

останніх (S, %):

$$K_s = \frac{100 - S}{S} \ .$$

На основі багаторічних досліджень було створено банк даних означених показників для основних ґрунтів України. Для степової зони були використані 10-річні матеріали стаціонарних досліджень на 85 фіксованих ділянках, розташованих у Північному, Південному та Сухому Степу. Визначення величин зв'язності проводилося за методом ротаційного сита Чепила, який базується на руйнуванні ґрунтових часток і штучних ґрунтових «блоків» (Шиятый Е.И., Лавровский А.В., 1971). Паралельно з визначенням грудкуватості і зв'язності у кожній точці описували ґрунтові розрізи, визначали тип ґрунту і його основні фізичні, фізико-хімічні і хімічні властивості. Використання цих даних дало змогу виявити залежність коливань зв'язності (коефіцієнт руйнування агрегатів) від властивостей ґрунту (Можейк Г.О., Тимченко Д.О., Бураков, 1981). Для зональних ґрунтів степової зони ця залежність описується рівнянням:

$$S = 47{,}57 - 4{,}72X_1 - 0{,}314X_2 + 3{,}46X_3 + 0{,}03X^2 + 0{,}42X_3^2 + 0{,}12X_1X_2,$$

де X_1 –вміст піску (0,05-1,00 мм), %;

X_2 – вміст мулу (<0,001 мм), %;

X_3 – вміст карбонатів кальцію, %.

Однак ця залежність не діє для лучно-черноземних, лучних, чорноземно-лучних піщаних, глинисто-піщаних, середньо- і сильносолонцюватих ґрунтів. Для торфово-болотних ґрунтів і торфовищ чітко виявилася залежність між зв'язністю агрегатів і вмістом вуглецю в трифосфатній витяжці (С) при коефіцієнті кореляції 0,839±0,23:

$$S = 10{,}42C - 2{,}33.$$

Для мінеральних ґрунтів Полісся залежність зв'язності від гранулометричного складу описується таким рівнянням (коефіцієнт кореляції 0,725, коефіцієнт регресії 0,569) :

$$S = 46{,}54 + 0{,}113X_1X_2 - 8{,}59X_2 + 0{,}86X_2^2 \ ,$$

де X_1– вміст дрібного піску (0,25-0,05 мм), %;

X_2– вміст мулу (<0,001 мм), %.

Майже з тією ж точністю встановлюється залежність зв'язності від вмісту елементарних ґрунтових часток – ЕГЧ (коефіцієнт кореляції – 0,732, регресії – 0,536):

$$S=58,81-0,8*ЕГЧ.$$

Для лісостепової зони залежність коефіцієнта руйнування від основних показників ґрунтів виглядає так:

$$K_s = 3,49\cdot10^{-2} + 0,345X_6X_8 -9,53\cdot10X^{-2}Y_3^2 - 1,96\cdot10^{-4-}X_8^2 +1,026X_7 ++5,28X_6X_7 + 8,13Y_3X_6 - 1,302Y_3X_7 ,$$

при R = 0,736; R^2 = 0,541; F =3,547,

де X_6– вміст лабільного гумусу;

X_7– вміст CO_2 карбонатів;

X_8– вміст ЕГЧ;

Y_3– коефіцієнт агрегованості.

Залежність грудкуватості від ЕГЧ така:

$$K_s= 0,3706 + 1,585\cdot10^{-2}X_8 - 1,005\cdot10^{-4}X_8^2 ,$$

при R = 0,54; R^2 = 0,296; F = 5,379.

Таким чином, для кожної зони визначені притаманні їй залежності між величинами коефіцієнта руйнування агрегатів і основними властивостями ґрунтів.

Величини грудкуватості у вітро-ерозійний період для поліських і лісостепових ґрунтів визначались безпосередньо при ґрунтових обстеженнях, а для степової зони - за залежністю грудкуватості весною від її величини восени за формулою:

$$K_{вес.}=0,001(aK_{вес}-bK^2_{вос}),$$

де $K_{вес}$– грудкуватість у ерозійнонебезпечний весняний період, %;

$K_{вос}$– грудкуватість восени попереднього року, %

a, b – коефіцієнти, які залежать від конкретних умов (ґрунт,

попередня культура, агрофон).

Основна модель вітрової ерозії розроблялася для степової зони України на основі відомої залежності еродованості ґрунту від грудкуватості поверхні ґрунту й ступеня вкритості рослинними залишками, опрацьованої Є.І. Шиятим із застосуванням польової аеродинамічної установки ПАУ-2. На установці такого типу (ПАУ-3) в ІГА ім. О.Н. Соколовського були піддані дії вітру основні ґрунти степової зони, для яких отримано показники, що залежать від типу ґрунтоутворення, питомої ваги ґрунту, наявності елювіально-ілювіального процесу та його інтенсивності. Такі ж параметри для ґрунтів Полісся і Лісостепу були розраховані на підставі їх властивостей.

Для розрахунків інтенсивності вітрової ерозії, крім ґрунтових показників, також необхідні такі кліматичні показники, як середня максимальна швидкість вітру певної забезпеченості під час пилових бур та тривалість вітроерозійних процесів. Останні встановлювалися за багаторічними даними метеорологічних станцій. Визначалися дні з пиловими бурями і кількість годин проявлення. Для Полісся таких даних немає. Тому визначали величини, за яких можливо проявлення вітрової ерозії. За період з березня до кінця вересня кількість днів з відносною вологістю повітря менше 39 % і щомісяця кількість годин у день, коли вірогідні ерозійні процеси. Слід зауважити, що вітрова ерозія на Поліссі, , як правило, виникає на полях із сухою поверхнею ґрунту і при відсутності рослинності.

Середні максимальні швидкості вітру визначені за той же період (березень – вересень), однак для Полісся обрані дні, коли вологість повітря була нижчою за вказану величину – 39 , а для лісостепової і степової зон – лише дні, коли відмічені пилові бурі. Здобуті матеріали оброблялися методом квантільного аналізу для одержання 20 %-ної забезпеченості швидкості вітру. Таким чином, за допомогою перелічених параметрів проведено районування України за інтенсивністю вітрової ерозії для основних ґрунтів на основі моделі вітрової ерозії, яка має такий вигляд:

$$\frac{10^{a-bk} \cdot 0.1 K_s V^3{}_{\max} \cdot t}{V^3{}_{аер.}},$$

де $ер.$ – потенційно можливі втрати ґрунту, т/га за рік;

a,b – коефіцієнти, які залежать від генезису, гранулометричного складу, фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту;

k – грудкуватість поверхневого шару ґрунту, %;

K_s – коефіцієнт руйнування агрегатів;

t – кількість годин з проявленням вітрової ерозії за рік;

$V_{\max}$ – середня максимальна швидкість вітру конкретного району, м/с;

$V_{аер.}$ – базова швидкість вітрового потоку в аеродинамічній трубі, м/с;

0,1 – перерахування з г/м^2 за хвилину на т/га в рік.

Таблиця 73

Інтенсивність вітрової ерозії для основних типів ґрунтів рівнинної території України

Ґрунти	**Норма ерозії, т/га за рік**	**Класи інтенсивності ерозії(перебільшення норми ерозії, рази)**					
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
		відсутня	**слабка**	**середня**	**сильна**	**дуже сильна**	**катастро фічна**
1	2	3	4	5	6	7	8
Дерново-підзолисті, дернові і оглеєні, їх види, піщані і супіщані	1,5	1-1,5	1,5-15	15-45	45-150	150-450	>450
Опідзолені ґрунти, оглеєні і реградовані їх види	3,0	1-3	3-30	30-90	90-300	300-900	>900
Чорноземи типові всіх видів	4,0	1-4	4-40	40-120	120-400	400-1200	>1200
Чорноземи звичайні всіх видів, чорноземи на щільних глинах	3,0	1-3	3-30	30-90	90-300	300-900	>900
Чорноземи південні всіх видів, чорноземи глинисто-піщані, чор-ноземи солонцюваті на нелесових породах	2,5	1-2,5	2,5-25	25-75	75-250	250-750	>750

1	2	3	4	5	6	7	8
Темно-каштанові, каштанові солонцюваті, лучно-каштанові солонцюваті, оглеєні солонцюваті і осолоділі ґрунти подів, солонці і солончаки	2,0	1-2	2-20	20-60	60-200	200-600	>600
Чорноземи і дернові щебенюваті ґрунти на елювії щільних некарбонатних і карбонатних порід	2,0	1-2	2-20	20-60	60-200	200-600	>600
Лучно-чорноземні, лучні і чорноземно-лучні ґрунти всіх видів на лесових, алювіальних і делювіальних породах	4,0	1-4	4-40	40-120	120-140	400-1200	>1200
Лучно-болотні, болотні, торфово-болотні ґрунти і торфовища	2,0	1-2	2-20	20-60	60-200	200-600	>600

Прогноз розрахований на максимальні швидкості вітру на час пилових бур 20 %-ої забезпеченості.

На підставі вище означеного до критеріїв оцінки вітрової ерозії віднесено:

1) середньорічна тривалість пилових бур;

2) середні максимальні швидкості вітру 20 %-ної забезпеченості під час пилових бур;

3) інтенсивність вітрової ерозії на рівнинній території України на основі карти ґрунтів України М 1:750 000;

4) нормування інтенсивності вітрової ерозії для основних ґрунтів рівнинної території України;

5) інтенсивність посух і їх розповсюдження на території України при 25 %-ній забезпеченості для вегетаційного періоду в цілому, весняного, літнього та осіннього періоду;

6) періодичність процесів вітрової ерозії і визначення багаторічної норми ерозії з урахуванням періодичності.

Показники діагностики вітрової ерозії

1. Перевищення потенційно-можливих втрат ґрунту від вітрової ерозії над багаторічною нормою ерозії, т/га за рік (табл. 73).

2. Наявність переносу пилу під час пилових бур з інших регіонів;

3. Схильність до інтенсивних і частих посух, які обумовлюють процеси опустелювання.

3.2. Нормативи оцінки ерозії

3.2.1. Водна ерозія

Нормування водно-ерозійної небезпеки та її фактичного прояву здійснюється за такими показниками:

1) норма еродованості n=0,1 %H, або n=H/1000, де H – потужність (мм), або маса (т/га) верхнього гумусового горизонту повнопрофільного ґрунту (табл. 3.2), відповідно до обраних одиниць виміру отримуємо норматив змиву або шару ґрунту (мм), або загальної кількості ґрунту, т/га;

2) коефіцієнт зниження родючості еродованих ґрунтів, або коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву ($К_{егп}$). Відносно повнопрофільного ґрунту він складає: для слабоеродованих ґрунтів – 1,2, середньоеродованих – 1,4, сильноеродованих – 1,6. Для конкретної території $К_{егп}$ визначається як середньозважена величина. Наприклад, якщо на конкретній території 70 % ґрунтів неерородовані, 20 % - слабоеродовані і 10 % середньоеродовані, $К_{егп}$ =(70·1 + 20·1,2 + 10·1,4): 100= 1,08 (табл. 3.2);

3) об'єм потенційного рідкого стоку (ПС), мм (табл. 74).

4) коефіцієнт реалізації ерозійної небезпеки (КРЕН). Градація значень КРЕН має сім класів:

0-0,1 – ерозія відсутня;

0,1-0,3 – відмічаються поодинокі випадки ерозії;

0,3-0,7 – поріг шкодочинності ерозії;

0,7-0,9 – реалізуються природні фактори розвитку ерозії;

0,9-1,1 – повна реалізація природних факторів ерозії та їх посилення за

рахунок антропогенних факторів

1-1,5 – інтенсивний розвиток ерозії, спричинений антропогенними факторами

> 1,5 – катастрофічні ерозійні втрати, спричинені безграмотним господарюванням

5) Індекс збереження ґрунтів (ІЗГ), описаний у розділі 3.1.1. (табл.75);

6) Група непрямих показників (табл. 76). Оцінка ерозійної небезпеки на підставі непрямих показників проводиться шляхом ранжування фактичних даних за критеріями, наведеними в табл. 76, та виведення для конкретної території сумарного бала ерозійної небезпеки.

Таблиця 74

Нормативи водно-ерозійних процесів

№ пор.	**Ступінь розвитку водно-ерозійних процесів**	**Нормативи за окремими показниками**	**Рекомендовані протиерозійні заходи**
1	2	3	4
1	Нормальний	а) норма середньорічної ерозійної втрати ґрунту: дерново-підзолисті і ясно-сірі ґрунти: 1,8-2,4 т/га; сірі і темно-сірі ґрунти: 2-2,5 т/га; чорноземні ґрунти: 2,6-4,5 т/га; темно-каштанові і каштанові: 2,0-2,5 т/га; б) фактична еродованість істотно не впливає на родючість ґрунтів, $К_{егп}$<1,05; в) ПС <5,0 мм	Загальноприйняті технології вирощування сільськогосподарських культур та іншого використання земельних ресурсів без додаткового протиерозійного упорядкування території
2	Задовільний	а) щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» в 1,5 - 3 рази; б) $К_{егп}$ в межах від 1,05 до 1,10; в) 5,1<ПС<8.	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)
1	2	3	4
3	Перед-кризовий	а) щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують	Розробка генеральної схеми протиерозійних заходів. Невідкладний перехід на екологічно

		«норму» в 3-5 разів; б) $К_{егп}$ в межах 1,11 - 1,15; в) 8,1<ПС<15,0	«чисті» технології. Агроландшафтне протиерозійне упорядкування на підставі розроблених інженерними методами проектів
		а) щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» в 5-7 разів; б) $К_{егп}$ в межах 1,15 - 1,20; в) 15,1<ПС<25	Різке скорочення ріллі (не менш ніж на 40-50 %). Зміна спеціалізації сільського господарства, формування кормової бази за рахунок природних кормових угідь. Повсюдне суцільне заліснення малорозвинених сильно деградованих та малопродуктивних земель. Систематичний всебічний контроль за використанням земель, налагоджування оперативного кризового моніторингу
5	Ката-строфічний	а) Щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» більш ніж у 7 разів; б) Кегп > 1,20; в) ПС>25,1	Планування спеціальної меліорації і рекультивації земель. Скорочення ріллі більш ніж на 50 %. Оголошення території зоною екологічного лиха, що потребує державних заходів відповідно до чинного законодавства

Таблиця 75

Класифікація ерозійної небезпеки

Ступінь ерозійної небезпеки	ІЗГ (років)	Характеристика ерозійної небезпеки
1	>300	Небезпеки водної ерозії практично немає
2	300-200	Слабка. З'являється імовірність поступового зниження потужності профілю ґрунтів
3	200-100	Помітна. Має місце реальна можливість втрати ґрунтового покриву
4	100-50	Сильна. Наявні умови повної втрати ґрунтового покриву
5	<50	Дуже сильна. Імовірні проявлення катастрафічних ерозійних втрат ґрунту. Наявні умови для втрати ґрунтового покриву за життя одного покоління

Таблиця 76

Нормативи для непрямої оцінки ерозійної небезпеки

№ пор.	Показники	Характеристика ерозійної небезпеки				
		Відсут-ня	Слабка	Помітна	Сильна	Катастро-фічна
1	Розораність території, %	<40	40-45	45-50	50-60	>60
2	Співвідношення площ під ріллею і стабільними	< 1,0	1-1,3	1,3-1,7	1,7-3,0	>3,0

	земельними угіддями					
3	Еродованість ріллі, %	<20	21—30	31—40	41—50	>50
4	Розораність земель на ухилах >2 град., %	<20	21—30	31—40	41—50	>50
5	Клас ерозійної небезпеки, сума балів	4	5-8	9-12	13-16	17-20

3.2.2. Вітрова ерозія

Нормування параметрів проводять за такими показниками:

1) перевищення втрат ґрунту над багаторічною нормою ерозії (разів);

2) періодичність посух;

3) зниження гідротермічного коефіцієнта;

4) перенос пилу.

Нормування наведено в табл. 77, де також дано перелік заходів з поліпшення ситуації.

Таблиця 77

Нормативи вітро-ерозійних процесів і посух

Ступінь розвитку вітро-ерозійних процесів	**Перевищення втрат ґрунту над нормою ерозії (разів)**	**Періодичність посух, зниження ГТК, перенос пилу**	**Протиерозійні заходи**
1	2	3	4
Нормальний (сприятливий)	В 1—20	-	Звичайні або ґрунтозахисні технології
Задовільний	в 20—30	Перенос пилу з інших регіонів	Мінімальні, аж до «нульових» технології обробітку ґрунту. Потрібні інженерні розрахунки втрат ґрунту. Відстані між основними лісосмугами не більші 15-20-кратної висоти насаджень
Передкри-зовий	в 30—50	Перенос пилу з інших регіонів	Ґрунтозахисні системи обробітку ґрунту. Інженерні розрахунки втрат ґрунту і розрахунки оптимальних відстаней між основними лісосмугами
1	2	3	4
Кризовий	в 50—100	Перенос пилу, посухи 1 раз в 1,5—3,5 року, ГТК- 0,2-0,3	Мінімальні системи ґрунтозахисних обробітків. Обов'язкові розрахунки втрат ґрунту і оптимальних відстаней між лісосмугами. Необхідні зміни у співвідношенні основних угідь, помірне зволоження при зрошенні
Катастро-фічний	>100	Посухи 1 раз в 1,5-2 роки. ГТК-0,2-0,3	Необхідні зміни в співвідношенні площ основних угідь. Спеціальні меліорації і радикальні зміни системи господарювання, заходи проти осолонцювання, засолення ґрунтів та опустелювання

3.3. Аналіз фактичного стану еродованих земель
3.3.1. Водна ерозія

Фактична еродованість ґрунтового покриву може бути в достатній мірі представлена показниками ступеня еродованості і значенням ерозійно втраченого шару ґрунту чи середньорічним модулем змиву. Фактичні ерозійні втрати ґрунту відображає середньозважене ерозійне зменшення потужності ґрунтового профілю dH (см).

Градація фактичного прояву ерозії dH, запропонована С.Ю Булигіним, на підставі аналізу фактичних ерозійних втрат ґрунту, що відбулися в Україні за 30 років (1961-1990), за своєю суттю дуже подібна шкалі інтенсивності ерозійних втрат, яка була опрацьована М.К Шикулою зі співавторами:

1 клас – ерозія відсутня (втрати за 30 років становлять 0-0,8 см, тобто <0,26 мм/рік);

2 клас – слабкий прояв ерозії (втрати 0,8-2,4 см, тобто 0,26-0,8мм/рік);

3 клас – середній прояв ерозії (втрати 2,4-4,0 см, або 0,8-1,3 мм/рік);

4 клас – сильний прояв ерозії (втрати 4-6 см, або 1,3-2,0 мм/рік);

5 клас – втрати за 30 років перевищують 6 см, або > 2,0 мм/рік-катастрофічна ерозійна втрата ґрунтового покриву.

Перший клас dH виділяє райони, де середньорічна ерозійна втрата ґрунту не перевищувала швидкості ґрунтоутворення. Тобто ґрунти на цих територіях, за період 1961-1990 рр. не знизили своєї потужності. Якщо урахувати, що термін „ерозія” в перекладі з латинської мови означає роз'їдання, а термін „нормальна ерозія” в нашому розумінні не має достатніх підстав для існування, можна констатувативідсутність ерозійних процесів у ґрунтах цієї території (0,8:30=0,26 мм або 2,6 т/га максимумерозійних втрат ґрунту).

Аналіз еродованості ґрунтів показує відсутність процесів еродування ґрунтів за 1961-1990 рр. в Українському Поліссі і Сухому Степу, слабкий прояв ерозії в Південному Степу, в Полтавській області і ще на деяких територіях.

Слабкий прояв ерозії в Полтавській області не залежить від безплужної системи обробітку, щошироко тутзастосовувалася протягом 70-х іпершої половини 80-х років XX століття. Середньосуглинковий гранулометричний склад чорноземів, що обумовлює їх високу водопроникність, і відповідно, високеґрунтове поглинання атмосферних опадів на фоні високої ерозійної стійкості цих ґрунтів і «спокійного» ерозійно безпечного рельєфу – це основні природні фактори-передумовинизької активності ерозійних процесів у Полтавській області. Вищезазначене підтверджує значення dH в Лохвицькому і Решетилівському районах цієїобласті, девоно відповідно за 30 років дорівнювало 3,8 і 3,2 см. У той же час, як тільки рельєф стає помітнішим, ерозійні втрати ґрунту збільшуються. Тобто безполицева система обробітку ґрунту сама по собіне може захистити ґрунт від ерозії. В умовах «безкрайніх» полів сама тільки агротехніка не може захистити ґрунт від ерозії, особливо, коли рекомендуєтьсянапівпаровий обробіток,як це було при широкомасштабному полтавському експерименті.Це була дійсно безплужна система обробітку, але не протиерозійна. Вона була застосована на більшійчастині території Полтавської області,тут її можна широко використовувати, про що свідчать агроекономічні показники це підтверджують. Однак ці роботи були зупинені.

Але досвідполтавського експериментуне можнабездумно копіювати наіншій території. Найбільшу стурбованість викликає швидкість еродування ґрунтів територій, які відносять до п’ятого класу. Це район Донбасу і смуга вздовж межі Лісостепу з Північним Степом. Крім того, це також Малий Лісостеп і ще деякі окремі райони.На підставірозглядуdH можна впевнено констатувати, щовся сільськогосподарськатериторія зкатастрофічним проявом ерозії експлуатувалася буквально нищівно. Ще хрущовські експерименти відносно розширення посівів кукурудзи без будь-якого протиерозійного захисту, кампанія з так званого укрупнення полів (в окремих районах розмір одного поля перевищував 600 га). Розташування полезахисних лісосмуг, переважно упоперек

південних і південно-східних суховіїв, як правило, вздовж схилу, чи ще гірше, під кутом до горизонталей близько до 45-50°які створено згідно з постановою 1948 р., призвели до катастрофічних ерозійних втрат. Така орієнтація лісосмуг, коли довгасторона полів розташовувалася вздовж схилу, викликалатакий же напрямокосновного обробітку і посівів просапних культур і, як наслідок, значну ерозію ґрунту.

Відомо, що модуль змиву ґрунту функціонально пов'язанийзі ступенем еродованості. Справа тільки у вихідній (до початку еродування) потужності профілюґрунту. Найбільшіплощі еродованої ріллі знаходяться в східних областяхУкраїни (65-85 %); найменш еродована рілля – на Поліссі. Цей показник дає загальну інформаціющодо еродованості ріллі, але не дає уявлення відносно диференціації еродованості за ступенем її прояву. Таке істотне доповненнядає коефіцієнтеродованості земель. Він відображає якісну оцінку станугрунтового покриву стосовно інтенсивності проявлення ерозії. Порівняннякоефіцієнта еродованостіз показниками dH дозволяє виявити між ними тіснийзв'язок. Це означає,що, по-перше. підтверджується давно відоме правило, що у міру посилення ступеня еродованості зростаєі річний модуль змиву, тобто прискорюються процеси ерозії; по-друге, має місце і зворотній зв'язок, тобто «спалах» ерозійних процесів,який почався в 60-ті роки минулого століттявже обумовлює подальшеістотне зниження потужності профілю.

Для визначення змісту ґрунтоохоронної політики дані про небезпеку ерозії навіть більш важливі, ніж показники її фактичного прояву. Класифікація індексу збереження ґрунтів (ІЗГ), за значенням якого оцінюється ерозійна небезпека, протилежна попереднім показникам. Перший клас (<50 років) означає катастрофічну небезпеку ерозії. Останній клас (>300 років) вказує на відсутність ерозійної небезпеки. Виходячи з цих даних, є підстави вважати, що гіпотеза про можливість створення верхнього гумусового горизонту Н за 1000 років має наукове обґрунтування. Тому запропоновано спрощений метод визначення допустимих ерозійних втрат

ґрунту, які дорівнюють 0,1 Н %, тобто 1/1000 частина. Метод знайшов підтвердження після аналізу публікацій (Ф.М. Лісецький, С.Г. Чорний), що присвячені цій проблемі. Відомо, що для європейської частини колишньогоСРСР коефіцієнт переходуз величини змиву 10 %-ї забезпеченості до медіаннихйого значень (тобто середньорічних) дорівнює 3-4 (В.П. Герасименко). Таким чином, легко обчислюєтьсявеличина ІЗГ, яка дорівнює 300років. Тобто призначенні ІЗГ>300 ерозійна небезпека,яка визначається природними факторами ерозії, відсутня (імовірність ерозійногозниження потужності профілю ґрунтів наближається до нуля).Перший клас ІЗГ (<50 років) показуєна можливість втрати горизонту Ннна очах одного покоління.

На підставі районування території країни за ІЗГ можна констатувати, що Правобережний і Західний Лісостеп характеризуються високою (найбільшою) ерозійною небезпекою. Зі співставлення цього районування з районуванням за попередніми показниками виявляє на значнійтериторії України розбіжності між фактичною еродованістю та її потенційноюнебезпекою. Особливо це стосується Північного Степу. Тому вважаємо, що головним аргументом для формування ґрунтоохоронної політики і стратегії протиерозійного захисту є оцінка саме небезпеки проявуерозії. Підтвердженням цього можуть бути,як мінімум,два положення. По-перше, планування ґрунтоохоронних заходівна підставі даних фактичної еродованості веде до боротьби з наслідками, а не до усунення причин ерозійного руйнування ґрунтів. По-друге, виникають досить обґрунтовані сумніви відносно коректності методики визначення еродованості ґрунтів,яка покладена в основувідповідної офіційної інформації. Можна вважати, що однією з першочергових задач моніторингу земельних ресурсів є визначення дійсногоїх стану щодо еродованості.

Достовірним чинником, який дає кількісне уявлення про співвідношення фактичних і потенційних ерозійних втрат, що обумовлені природними факторами, є коефіцієнт реалізації ерозійної небезпеки (КРЕН).

На територіях, які віднесені до шостого та сьомого класів, фактичні ерозійні втрати ґрунту перевищують потенційні. Це означає, що тут господарська діяльність виступає не тільки причиною ерозії, а і є домінуючим її фактором. Значення КРЕН може використовуватися для кількісної оцінки системи землеробства. У районах, де ця величина перевищує 1, необхідна докорінна зміна систем землеробства і взагалі землекористування. Найбільш загрозливий стан склався в Донбасі і в 100-300 кілометровій смузі, що розташована на межі Лісостепу зі Степом.

Для непрямої оцінки стану земельних ресурсів стосовно водно-ерозійних процесів фахівцям для розрахунків необхідна інформація про частку ріллі на ухилах 0-2^0 (%), еродованість ріллі на ухилах 0-2^0 (%), середньозважену довжину схилу (м) та сільськогосподарську освоєність території (%).

Таким чином, є підстави для формування узагальнюючого висновку про стан земельних ресурсів щодо водно-ерозійних процесів відповідно до обраних критеріїв і нормативів. Треба розрізняти поняття фактичного проявлення еродованості (еродування ґрунтів) та поняття небезпеки ерозії. Перше поняття використовується для виявлення регіонів, які перебувають у кризовому стані і де необхідно терміново впроваджувати відповідні „реанімаційні” заходи щодо врятування ґрунтів і ландшафтів у цілому. Це насамперед регіони Донбасу, Малого Лісостепу, досить істотна смуга, яка розташована близько межі лісостепової і степової зон. У цих районах спостерігаються значне зниження родючості ґрунтового покриву і високі середньорічні ерозійні втрати ґрунту. Тут треба радикально змінювати систему землеробства шляхом його максимальної екологізації.

Друге поняття (кількісна оцінка ерозійної небезпеки), як вже відмічалося, база для формування протиерозійної стратегії заходів і відповідної інвестиційної політики. Чим вища небезпека, тим більш надійним повинен бути протиерозійний захист. Перш за все, заходів постійної дії і відповідних капітальних витрат потребують землі Вінницької,

Тернопільської, Хмельницької областей. Причому протиерозійний захист у регіонах, де має місце катастрофічна небезпека ерозії, повинен бути розрахований на захист ґрунтів від змиву 10 %-ї забезпеченості. Слід підкреслити, що особливо тут (як і на всій орній землі) вкрай необхідно створити мережі моніторингових спостережень за ерозійними процесами та їх факторами.

3.3.2. Вітрова ерозія

Для визначення критеріїв оцінки інтенсивності вітрової ерозії використовуються різноманітні джерела інформації. Тривалість пилових бур визначається за даними метеослужби, за якими знаходиться тривалість (у годинах) кожної пилової бурі за 20-40 років і розраховується її середньорічна величина. Середні максимальні швидкості вітру 20 % забезпеченості, за 20-40-річними даними метеослужби, за ті дні, коли відбувалися пилові бурі, визначаються також максимальні швидкості вітру. Для визначення періодичності вітрової ерозії по кожній метеостанції кількість повторень вітрової ерозії за кожний рік і за роками 20-40-річного періоду ділять на число років у періоді. При цьому, якщо пилові бурі проявляються щоденно, то це визначається як одна буря, а якщо з перервами – як різні. Інтенсивність посух і їх повторюваність, а також гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) для необхідного періоду вегетації установлюють з даних метеослужби (для 25 % забезпеченості) (Архіви ІГА).

Для всіх перелічених критеріїв на картосхеми наносять розташування метеостанцій, біля них записується необхідний показник і методом інтерполяції проводяться ізолінії, які обмежують регіони, що мають однакову величину показника. При районуванні інтенсивності вітрової ерозії користуються принципом переважання на території певного класу інтенсивності вітрової ерозії. Тому майже у кожному з виділених районів присутні землі, які належать до інших класів, а для багатьох районів Полісся завдяки строкатості ґрунтового покриву довелося виділити цілий регіон, де

перевищення розрахункових втрат ґрунту коливається від 0 до 100 і більше разів.

Повторюваність та інтенсивність посух відіграють значну роль у виникненні кризових ситуацій. Вони різко погіршують стан зволоження ландшафтів, викликають нестабільність, призводять до корінних змін ґрунтового покриву, умов зростання рослин.

У середньому за останні 20 років посухи повторювалися при 25 % їх забезпеченості один раз у п’ять і більше років у Західному і Правобережному Поліссі зі зниженням величин ГТК в порівнянні з середніми даними за цей період на 0,3 одиниці. У Правобережному і Північному Лісостепу, Лівобережному Поліссі вони виникали один раз у три-п’ять років з такою ж інтенсивністю. На іншій території Лісостепу і Північного Степу – один раз в 2,5-3,5 року зі зниженням ГТК в середньому на 0,2 одиниці. Південний Степ, крім Задністровської частини, і смуга центральної частини Кримського Степу характеризуються повторюваністю 1 раз в 2,0-2,5 року з таким же зниженням величин ГТК. Найбільш часті посухи виникають в Присиваській зоні і прилеглому узбережжі Чорного і Азовського морів (один раз у 1,5-2,0 року зі зниженням ГТК до 0,3-0,4), що призводить до опустелювання.

Існує чітко виражена динаміка посух в межах вегетаційного періоду. Весною в Західному і Правобережному Поліссі вони майже зовсім відсутні. У Лівобережному Поліссі посухи виникають один раз у 2,5-5,0 року (тільки в західних районах Чернігівського Полісся). У Правобережному Лісостепу посухи в цей період виникають тільки в південно-східних районах Київської області і Черкащини. У Лівобережному Лісостепу – західних районах Полтавської області зі зниженням ГТК на 0,1-0,3 одиниці в порівнянні із середньорічними, але з повторюваністю один раз в 2,5-3,5 року. Правобережний і Лівобережний Північний Степ характеризуються такою ж повторюваністю і дуже слабкою інтенсивністю (зниження ГТК на 0,1 одиниці). На Приазовській височині в цей час ГТК підвищується на 0,2-0,3 одиниці проти середньорічного. Найбільш часті й інтенсивні посухи в цей

період спостерігаються на вододілі річок Дніпра і Молочна по лінії Каланчак–Берислав–Запоріжжя–Мелітополь–Генічеськ, в Криму – в Красноперекопському й Джанкойському районах. У червні-липні інтенсивність і розповсюдженість посух зростають. В усьому Поліссі, Правобережному і Північній частині Лівобережного Лісостепу посухи повторюються один раз у 2,5-3,0 року.ГТК знижується на 0,3-0,6 одиниць від середньорічного.На більшійчастині Лісостепу іПівнічного Степу посухи повторюються один раз у 2,5-3,5 року з пониженнямГТК на 0,2-0,4 одиниці. ПівденнийСтеп іКрим зазнають посух кожні 2,5 рокузі зниженнямГТК до 0,2-0,3, що характерно для пустель і напівпустель, а в найбільш сухих районахПричорномор'я посухи бувають навіть щорічно. У серпні-вересні, коли волога так необхідна длянаступного врожаю, інтенсивність посух ще більше зростає. У Поліссі посухи повторюютьсяодин раз на три-п’ять років, у Лісостепу – в 2,5-3,5 роки,в Степу – 2,5-3,5 року, а в сухій йогочастині – 1,5-2,0 року. Найбільше зниження ГТК вКриму досягає 0,25, щохарактеризує опустелювання.

Перезволоження найбільш інтенсивне і з частим повторюванням (один раз у 2,5 року) проявляється у Поліссі, а також у Правобережному Лісостепу з перевищенням ГТК над середньорічними величинами на 0,5-0,7. Лісостеп зазнає перезволоження один раз на 2,5-3,5 року з інтенсивністю 0,2-0,3 ГТК. В Причорноморській смузі, Присивашші і західному Приазов’ї повторюваність перезволоження найменша – 1 разна п’ять-сім років при інтенсивності 0,2-0,3 ГТК. Таким чином, перезволоження як негативний фактор у більшості виникає в північних і північно-західних районах, але його дія викликає негативні явища (мочароутворення, водна ерозія тощо) на всій території України.

В аспектівітрової ерозії майжевесь Лісостеп іПівнічний Степ, крім східної частиниЛівобережжя, характеризуються сприятливим станом, де ерозія може бути знижена лише агротехнічними заходами, створенням системи лісосмуг.

Задовільним станом характеризуються „Малий Лісостеп” і лесові острови Правобережного й Лівобережного Полісся та окремі райони Лівобережного Степу, що піддані інтенсивним посухам. Необхідні ґрунтозахисні технології. Лісосмуги виконують основну роль у зниженні інтенсивності ерозії – оптимальні відстані між ними не більше 15-20-кратної висоти насаджень.

Передкризовим станом характеризуються Львівський та Передгірський Лісостеп, північ Лівобережного Полісся, деякі райони Донбасу та Присивашшя; кризовим станом – Кам'янсько-Бузький район Львівської області, північ Чернігівщини і Сумщини. У Степу – південь Херсонської, центр Запорізької, південний захід Донецької й Луганської областей. Усі вони знаходяться в зоні транзиту пилового потоку.

У катастрофічному стані перебувають північні райони Західного і Правобережного Полісся (Швацький, Зарічанський, Сарненський і Чорнобильський), а також група районів Південного Степу й Донбасу.

На узбережжі Чорного моря, Сиваша та на заході узбережжя Азовського моря інтенсивно йдуть процеси опустелювання, які відзначаються різким погіршенням родючості ґрунтів, зміною природних рослинних асоціацій.

3.4. Заходи щодо захисту ґрунтів від ерозії

Заходи щодо покращення стану земель, можна поділити на профілактичні (попереджувальні), тактичні (оперативні) і перспективні (довгострокові) характер.

Профілактичні та оперативні заходи

Основу оперативного блоку складають агротехнічні заходи. Їх переваги: 1) «миттєва» ефективність після виконання технологічних операцій; 2) легко вписуються в технологічний процес вирощування культур і тому майже не потребують додаткових витрат; 3) позитивно впливають на підвищення ефективної родючості ґрунтів. Але вони також мають істотні вади, зокрема не забезпечують захисту ґрунтів: з необхідною регулярністю й

ефективністю; при прояві ерозійних процесів у вигляді стихійного лиха.

Основа протиерозійної агротехніки – максимальне покриття рослинами або їх рештками поверхні ґрунту, що застосовується головним чином після колосових культур суцільного посіву. Після просапних культур ефективність такого заходу значно знижується. Упровадження протиерозійної агротехніки повинно бути зонально диференційованим. У Поліссі вона ефективна лише весною і під час зяблевого обробітку, а влітку – майже не впливає на протиерозійну стійкість. В Степу, де вітрова ерозія може виникати від січня до травня, ґрунтозахисна система обробітку після колосових культур знижує рівень вітрової ерозії, але для водної ерозії вона є лише періодично діючою перепоною. Для районів Лісостепу і Північного Степу можна застосовувати ґрунтозахисні системи за принципом «напівпару», в Південному і Сухому Степу потрібна мінімалізація обробітку аж до нульової схеми.

Перспективні заходи

Перспективними є заходи, які зупиняють ерозійні процеси на десятки років. Вони поділяються на землевпорядні організаційні і конструкційні. Один з основних заходів – зниження розораності території шляхом виведення з ріллі земель, непридатних для обробітку. (піщані землі й осушені торфовища в Поліссі; схили більше 2°; розмиті, заплавні, заболочені, засолені ґрунти; мочари, солонці, тощо).

Оптимальна площа орних земель повинна становити: для Полісся – 15-25 % від загальної площі, для Лісостепу і Північного Степу – 40-45 %, Південного Степу – 35-40 %, Сухого Степу – 25-35 %. Це означає, що з загальної площі ріллі України потрібно вилучити майже 10 млн га.

Найважливіше завдання – збільшення площі лісів та посилення агролісомеліоративних заходів. У Поліссі необхідно довести лісистість до 40-50 % від загальної площі, а також створити систему лісосмуг, щоб знизити видування і перенос забрудненого радіонуклідами пилу.Для захисту ґрунтів від водної ерозії лісосмуги слід створювати вздовж гідротехнічних споруд (наорні вали-тераси, вали-канави тощо).

Найбільш цілісне і екологічно раціональне вирішення проблеми -– перехід до утворення ґрунтоохоронно-меліоративно упорядкованих агроландшафтів (АЛ). Просторову основу АЛ складають системи гідротехнічних та лісомеліоративних заходів. При проектуванні АЛ враховують геологічні, геоморфологічні, ґрунтові, гідрологічні, гідротермічні, геоботанічні та інші особливості території. Тип протиерозійно упорядкованого АЛ визначається співвідношенням небезпеки водної та вітрової ерозії з урахуванням всіх інших негативних процесів і явищ.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть основні групи критеріїв кількісної оцінки водної ерозії?
2. Класифікація ґрунтів за коефіцієнтом еродованості.
3. Що є теоретичною підставою обчислення потенційної ерозійної небезпеки?
4. Що розуміють під нормативом проявлення ерозії?
5. Індекс збереження ґрунтів.
6. Перелічіть критерії оцінки фактичного проявлення водної ерозії.
7. Назвіть показники оцінки потенційної ерозійної небезпеки.
8. Назвіть показники схильності ґрунтів до вітрової ерозії.
9. Основні критерії оцінки вітрової ерозії.
10. Чим відрізняються поняття фактичного прояву еродованості і ерозійної небезпеки?
11. Основні заходи щодо запобігання ерозійним процесам.

РОЗДІЛ 4. МЕТОДИКА ОБЧИСЛЕННЯ ЗБИТКІВ ВІД ДЕЯКИХ ВИДІВ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ.

4.1. Методи та критерії екологічної оцінки ґрунтів

Виходячи з того, що основним показником якості ґрунту є сукупність властивостей ґрунту, що визначають його здатність задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі і теплі в достатніх кількостях для їх нормального розвитку, то й напрями оптимізації цих властивостей слід розглядати в системі ґрунт-рослина, а нормативи допустимого техногенного навантаження повинні обмежувати антропогенний вплив для збереження ґрунтової родючості

Науково-обґрунтоване використання факторів інтенсифікації землеробства (хімізації, механізації й меліорації) дозволяє досягти поліпшення властивостей і режимів ґрунтів. При цьому модель ґрунту з оптимальними параметрами властивостей і режимів може слугувати свого роду еталоном, що забезпечує високу продуктивність ґрунту й одночасно високу рентабельність факторів інтенсифікації землеробства. З іншого боку, інтенсифікація землеробства супроводжується зростаючим впливом на ґрунт механічних обробітків, заходів хімічної та гідротехнічної меліорацій, і через це погіршенням властивостей ґрунтів. В цьому випадку, показники оптимальності параметрів ґрунтів необхідні для визначення системи заходів меліоративного впливу на ґрунт, а також для контролю за якісним станом ґрунту в умовах його інтенсивного використання.

Головними критеріями при виборі базових показників для моніторингу стану ґрунтів мають бути: по-перше, легкість та швидкість визначення при масових обстеженнях (аналізах), тобто можливість застосування експрес-методів; по-друге, наявність максимально можливої кількості тісних кореляційних зв'язків з іншими показниками. Для того, щоб обстеження ґрунтів давало порівнювані й надійні результати, потрібно: 1) використовувати єдині методи дослідження ґрунтових властивостей; 2)

обстеження проводити диференційовано залежно від лабільності показників, так, для фізичних показників та вмісту гумусу - не рідше одного разу за ротацію сівозміни; 3) відбір зразків на ділянці здійснювати за однією і тією ж схемою (наприклад, по діагоналі) і по можливості в один і той же період року (в кінці вегетаційного періоду).

Для коректного обчислення збитків необхідно спиратися на такий кількісний показник як вартість відновлення втраченого внаслідок деградації гумусу. Вартість відновлення гумусу може бути використана як для оцінки збитків від безпосередніх втрат гумусу внаслідок дегуміфікації, так і для оцінки збитків від втрат ґрунту при ерозії та погіршення ґрунтових властивостей при спалюванні органічних решток.

Обчислення збитків від деградації за запропонованими методиками має проводитись спеціально уповноваженими інспекторами земельної інспекції, або служби охорони ґрунтів та бути основою для накладання штрафних санкцій на землевласника. Кошти від стягнених штрафів за встановлений факт деградації, або за створення потенційної небезпеки деградації – у випадку водної ерозії мають спрямовуватись у місцеві фонди охорони земель і використовуватись виключно на проведення ґрунтоохоронних заходів.

Інші методи економічного стимулювання землевласників і землекористувачів, а саме – фінансування розробки проектів, а також впровадження ґрунтоохоронної організації території, податкові та інші види пільг (наприклад, пільгові умови придбання пального, насіння, обладнання, реалізації отриманої сільгосппродукції) землевласникам, у яких по результатах перевірок не встановлено розвиток деградації ґрунту, оплата проведення робіт з будівництва протиерозійних споруд, створення захисних лісонасаджень тощо мають розглядатися на загальнодержавному рівні за поданням Міністерства аграрної політики України.

4.2 Застосування штрафних санкційяк засобу економічного стимулювання

Перелік економічних методів й інструментів, що дозволяють вирішувати екологічні завдання на економічній основі, досить широкий. Але, як показує досвід природоохоронної діяльності в різних країнах світу, найбільш перспективним і таким, що найефективніше реалізується є напрямок, пов'язаний з вартісною оцінкою екологічного збитку або шкоди, що заподіяна природному середовищу.

Економічний збиток від екологічних порушень не має поки чіткого визначення не тільки в плані методів кількісного виміру, але й на змістовному рівні. У літературі можна зустріти ототожнення понять економічного збитку, збитку навколишньому середовищу, екологічного збитку. Тому, зазвичай, під збитком навколишньому середовищу розуміють ті втрати, які несе саме природне середовище. Однак, у цьому випадку вірніше говорити про шкоду навколишньому середовищу, а переходячи до економічного аспекту цієї проблеми про витрати на ліквідацію шкоди навколишньому середовищу, нанесеної у результаті діяльності господарюючих суб'єктів.

В економіці природокористування в усьому світі діє принцип “забруднювач – сплачує”, що стосовно земельних ресурсів також цілком справедливо, але трактуватися має значно ширше – той, хто заподіяв будь-яку шкоду має її відшкодувати. При цьому, значною мірою таке відшкодування має носити превентивний характер, оскільки злочином є не лише факт псування земель, що вже стався, а й створення потенційно небезпечної ситуації.

Позитивною рисою фіскального підходу до управління раціональним землекористуванням є те, що оцінка збитків та їх стягнення дозволяють владі на регіональному рівні самостійно впливати на діяльність природокористувачів, що порушують законодавство в області охорони

земель, і створювати значні фінансові джерела для ліквідації негативних наслідків, що настали.

Загалом, підрахунок розміру збитку у вартісному вимірі від екологічних порушень також проводиться на підставі принципів відшкодування збитків, викладених у Цивільному Кодексі, тобто із застосуванням показників, визначених дохідним і витратним методами. Зокрема, у російській методиці при забрудненні й деградації землі збиток розраховується в розмірі витрат на очищення або заміну забрудненого ґрунту, включаючи вартість придбання нового рослинного ґрунту, а також витрат по видаленню й утилізації (розміщенню) забрудненого шару ґрунту. При оцінці збитку від засмічення земель до витрат на видалення сміття, які являють собою реальний збиток, додаються втрати місця від неефективного використання території у розмірі упущеної вигоди. Остання може розраховуватися по ставках плати за оренду земельних ділянок або ставкам земельного податку, установленим для оцінюваної території.

Однак, треба підкреслити, що збитки, що заподіюються природному середовищу, в тому числі ґрунтам, або земельним ресурсам у цілому мають складний, комплексний характер. Частина соціального, морального, естетичного й інших збитків, що мають якийсь економічний еквівалент, теоретично може бути виражена за допомогою вартісних оцінок, однак, як показують численні дослідження в галузі економіки природокористування, це лежить поки поза межами можливостей сучасного економічного апарата, тому розрахунковий економічний збиток завжди є заниженим відносно реально існуючого.

Найбільш розробленим питанням на сьогодні є оцінка збитків від забруднення навколишнього середовища. але загальні підходи та принципи щодо порядку обчислення збитків від негативних змін якості будь-якого з природних середовищ, на наш погляд, мають бути близькими.

Отже, при оцінці економічного збитку від забруднення використовується два основних методологічних підходи: прямій підрахунок і непряма оцінка.

Оцінказбитку прямим підрахунком, вимагає збору й обробки величезного обсягу інформації, внаслідок великої трудомісткості незручні для широкого використання в економічних розрахунках, і, як правило, слугують лише інструментом для створення інформаційної бази при розробці непрямих методів визначення збитку.

Непрямий підхід до оцінки економічного збитку заснований на принципі перенесення на конкретний досліджуваний об'єкт загальних закономірностей і припускає використання системи нормативних показників, що фіксують залежність негативних наслідків від основних збиткоутворюючих факторів. У зв'язку з цим метод більше застосований до негативних процесів, що мають масовий характер.

На сьогодні в Україні розроблена лише методика визначення збитків від забруднення та засмічення земель, в Україні зараз діючою методикою є “Методика визначення розмірів шкоди, зумовленої забрудненням і засміченням земельних ресурсів через порушення природоохоронного законодавства”, затверджена Наказом Міністерства охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України № 171 від 27.10.1997 року.

Конче необхідна методика визначення збитків від таких ключових деградаційних процесів, як ерозія та дегуміфікація. Як указувалося вище, інтегральним показником ґрунтової родючості, за яким може кількісно бути оцінений ступінь негативних змін ґрунту при ерозії та дегуміфікації є вміст гумусу в ґрунтів. Запаси гумусу можуть бути відновлені та вартість робіт по відновленню запасів гумусу може бути підрахована з достатньою точністю на підставі існуючих нормативів. Це створює підстави для використання втрат гумусу при деградації ґрунту як базового показника для обчислення збитків, що підлягають в подальшому відшкодуванню.

Тобто принцип обчислення розміру збитків, які підлягають відшкодуванню такий – фізична або юридична особа, що винна у встановленому погіршенні якості ґрунту, або у створенні потенційної небезпеки деградації ґрунту має сплатити штраф, розмір якого повністю перекриває витрати на відновлення втрачених властивостей ґрунту (або таких, потенційна небезпека втрати яких створена за вини даної особи).

Вміст гумусу як кількісний критерій деградації ґрунтів може бути використаний для встановлення розмірів збитків, які підлягають відшкодуванню для наступних видів деградації: 1) дегуміфікація (безпосередні втрати гумусу внаслідок утворення його негативного балансу при сільськогосподарському використанні ґрунтів); 2) дегуміфікація та підвищення ерозійної небезпеки при знищенні пожнивних та поукісних решток шляхом спалювання; 3) ерозія ґрунтів.

Для економічної оцінки втрат від даних деградаційних процесів використовується норматив вартості гумусу. встановлений на підставі підрахунку енергетичних витрат на відновлення запасів гумусу у ґрунтах. За сучасними цінами, вартість гумусу для ґрунтів Лісостепової та Степової зони (дернового типу ґрунтоутворення) становить 150 у.о., для ґрунтів Полісся (підзолистий тип ґрунтоутворення) – 200 у.о за 1 тону.

4.3. Методика обчислення збитків від ерозії

При встановленні збитків від водної ерозії ми пропонуємо використовувати 2 підходи:

1 – встановлення потенційної небезпеки розвитку водної ерозії та обчислення потенційно можливих ерозійних втрат у випадку, коли реальна ерозійна ситуація ще не настала, але господарювання ведеться без урахування необхідних вимог до застосування протиерозійних заходів. встановлені таким чином потенційні збитки можуть використовуватись для застосування попереджувальних штрафних санкцій, що не передбачають

застосування збитків у повному обсязі, але є механізмом стимулювання ґрунтоохоронної діяльності землевласника чи землекористувача.

2 – встановлення фактичних збитків від ерозії в разі реалізації потенційної небезпеки, тобто збитків які завдані конкретною ерозійною ситуацією – унаслідок зливи або сніготанення тощо.

В обох випадках збитки від ерозії розраховують за формулою:

$$Зб_е = m_{вh} * Bh = (m_{вг} * C_h/100) * Bh$$

де $m_{вh}$ – маса втраченого гумусу в тонах,

Bh – норматив вартості 1 тони гумусу,

$m_{вг}$ – маса втраченого внаслідок ерозії ґрунту, т

C_h - середній вміст гумусу в змитому ґрунті, %

4.3.1. Обчислення потенційних втрат ґрунту внаслідок ерозії

При обчисленні потенційних втрат від змиву ґрунту пропонуємо використовувати гідромеханічну модель ерозії ґрунту Ц.Е. Мірцхулави [131].

Перевага гідромеханічної моделі ерозії полягає в тому, що вона досить повно відбиває фізичну суть ерозійних процесів і, у порівнянні з іншими вітчизняними моделями, найбільш адекватно враховує вплив ґрунтового фактора на інтенсивність ерозії.

Прогноз твердих втрат (g_{X2T}) пропонується виконувати за формулою гідромеханічної моделі ерозії [131]:

$$g_{X_2T} = 0{,}011 \cdot \gamma \cdot \omega \cdot d \cdot \left[\frac{308\sigma^{0,6} \cdot I^{0,6} \cdot i^{0,7} \cdot m_1^{1,4} \cdot n_0^{0,6} \cdot X_2^{1,6}}{V_{\Delta доп}^{3,32}} + \right.$$

$$\left. + \frac{0{,}000013 \cdot V_{\Delta доп}^{3,32}}{I \cdot \sigma \cdot i^{1,16} \cdot m_1^{2,32} \cdot n_0} - X_2 \right] \cdot \frac{T}{X_2},$$

де: γ - щільність складення твердої фази ґрунту, т/м^3;

ω - середня частота пульсаційної швидкості, сек$^{-1}$. Вона може бути визначена за числом Струхалє: ω=0.73·V/H, де V - середня швидкість

схилового стоку, H - глибина потоку. При відсутності спеціальних досліджень її можна прийняти такій, що дорівнює 10 сек$^{-1}$;

d - середній діаметр агрегатів (відриваємих окремостей), м;

I - середня інтенсивність опадів, м/сек. Шар опадів (злива) і термін їх випадіння повинні відповідати величинам з певною імовірністю перебільшення;

σ - коефіцієнт стоку;

i - ухил поверхні (tgα);

m_1 - коефіцієнт, який враховує відхилення характеру руху рівного шару води за Костяковим . Для вирівняного прямого схилу, який обробляється за горизонталями m_1=1, вздовж схилу - m_1=2, при істотній струмковій мережі на схилі - m_1=3, та у випадку обробітку схилу повздовж - m_1=4;

n_0 - коефіцієнт шорсткості, який визначається за формулою:

$$n_0 = \frac{\left(0{,}7 \cdot \bar{d}\right)^{1/6}}{22{,}2}$$

де $\bar{d}$ - середньозважений діаметр водостійких агрегатів, м;

X_2 - довжина ділянки активної ерозії повздовж лінії стоку, яка дорівнює довжині схилу, м;

$V_{\Delta доп}$ - допустима (нерозмиваюча) швидкість на висоті виступів шорсткості (Δ), м/сек;

T - термін випадіння еродуючої частки опадів, сек.

Допустима (нерозмиваюча) швидкість визначається через розмиваючу швидкість ($V_{\Delta доп}$), як величину, що має фізичний сенс:

$$V_{\Delta доп} = \frac{V_{\Delta P}}{1{,}4}$$

Розмиваюча швидкість визначається за формулою М.С.Кузнєцова:

$$V_{\Delta розм} = 1{,}55 \cdot \sqrt{\frac{g}{1{,}46} \cdot \left(\gamma - \gamma_0\right) \cdot \left(1 - \frac{P}{100}\right) \cdot \bar{d} \cdot \left(\mathrm{Cos}\alpha - \mathrm{Sin}\alpha\right)}$$

де: P - шпаруватість структурних агрегатів (для чорноземів 32-48%);
α - кут ухилу схилу, град.;
γ_0 - щільність води;
γ - щільність твердої фази ґрунту;
$g = 9{,}81$ м/сек^2

Алгоритм прогнозу ерозії ґрунтів.

При складанні прогнозу ерозії застосовується тільки імовірностний підхід. В гідромеханічній моделі ерозії ґрунту конкретної дільниці дискретне значення мають геоморфологічні параметри: довжина схилу, ухил, значення коефіцієнта m_1. Коефіцієнт m_1 враховує напрямок обробітку ґрунту, зменшення потенційного змиву залежно від наявності агрофону враховують за допомогою використання коефіцієнта протиерозійної ефективності агрофону.

Енергетичні параметри злив і талих вод, ґрунтові параметри мають значну просторову варіабельність і часову динамічність. Тому вони мають оцінюватися імовірнісними критеріями. Прогноз ерозійної небезпеки, як мінімум виконується з 10%-рівнем імовірності перебільшення фактичних значень над розрахунковими (теоретичними). Необхідні параметри зливи 10%-ої забезпеченості опрацьовані А.Б.Лавровським [101].. Припускається, що така злива випадає кожен рік, але лише тільки один раз. Коефіцієнт стоку 10%-ої забезпеченості дорівнює 0.4.

Шар стоку талих вод 10%-ої забезпеченості для Полісся і Лісостепу дорівнює 60 мм, Північного Степу - 30 мм, Відповідно інтенсивність сніготанення 1%-ої забезпеченості - 5 мм/год і 4 мм/год. Значення $\bar{d}$ 10%-ої забезпеченості основних ґрунтів України (нижчий децил) наведені в таблиці 78. В таблиці 79-81 наведено результати розрахунку імовірного змиву ґрунту для різних ґрунтово-кліматичних зон України, що можуть використовуватись для визначення потенційних збитків від водної ерозії.

Таблиця 78

Середньозважений діаметр ($\overline{d}$) водостійких агрегатів та потужність гумусового горизонту (Н) основних ґрунтів

Шифр ґрунту за картою	Номенклатурна назва ґрунту	$\overline{d}$, мм	Н, см
1	Дерново-слабопідзолисті піщані і глинисто-піщані	0.2	18
2	Дерново-середньопідзолисті супіщані	0.2	20
3	Дерново-слабопідзолисті оглеєні піщані і глинисто-піщані	0.2	27
4	Дерново-середньопідзолисті оглеєні супіщані	0.2	15
6	Світло-сірі і сірі опідзолені	0.3	22
7	Темно-сірі	0.4	37
8	Чорноземи опідзолені	0.4	41
10	Чорноземи реградовані	0.6	40
11	Чорноземи потужні малогумусні і слабогумусовані	0.6	41
12	Чорноземи потужні середньогумусовані	0.8	43
13	Чорноземи звичайні мало- і середньогумусовані	0.7	48
14	Чорноземи звичайні середньогумусовані глибокі	0.6	46
15	Чорноземи звичайні малогумусовані	0.5	40
16	Чорноземи звичайні малогумусовані неглибокі	0.3	22
17	Чорноземи південні малогумусні і слабогумусовані	0.3	30
18	Чорноземи переважно солонцювати на важких глинах	0.2	30
18а	Чорноземи на важких глинах	0.3	30
19	Чорноземи і дернові щебенисті ґрунти на елювії щільних некарбонатних порід	0.3	20
20	Чорноземи і дернові карбонатні ґрунти на елювії карбонатних порід	0.3	23
21	Чорноземи потужні залишково-солонцюваті	0.3	30
22	Чорноземи південні залишково-солонцюваті	0.4	25
23	Лугово-чорноземні	0.6	45
24	Лугово-чорноземні поверхнево-солонцюваті	0.5	27
25	Лугово-чорноземні глибоко-солонцюваті	0.5	45
26	Темно-каштанові залишково-солонцюваті	0.3	31
28	Каштанові солонцюваті	0.3	17
29	Лучні	0.7	43
30	Лучно солонцюваті	0.7	50
31	Лучно-болотні і болотні	0.3	26
32	Торфово-болотні і торфовища низинні	0.2	18
33	Солонці	0.2	15
34	Лучно-чорноземні і дернові осолоділі глеєві ґрунти і солоди	0.2	10
35	Дернові переважно оглеєні піщані, глинисто-піщані і супіщані в комплексі зі слабогумусованими пісками	0.2	15
35а	Дернові піщані і глинисто-піщані	0.2	15

Таблиця 79

Змив ґрунту (т/га) при сніготаненні 10%-ої забезпеченості у Північному Степу (для середньорічного змиву результат зменшується у 4 рази)

tg(α)	X_2, м	$g_{X_2 T}$, т/га					
		$\overline{d}$, м					
		$\overline{d}$ =0.0002	$\overline{d}$ =0.0004	$\overline{d}$ =0.0006	$\overline{d}$ =0.0008	$\overline{d}$ =0.001	$\overline{d}$ =0.002
0.0175	100	8.02	2.80	1.10	0.41	0.14	1.10
0.0175	300	21.50	8.40	4.80	3.00	1.91	0.17
0.0175	700	33.99	16.50	10.30	7.10	5.22	1.40
0.0350	100	15.40	6.50	3.50	2.00	1.20	0.10
0.0350	300	33.10	16.00	10.00	6.90	5.00	1.30
0.0350	700	57.60	29.10	19.00	13.90	10.70	4.10
0.0525	100	21.50	9.80	5.70	3.70	2.50	0.30
0.0525	300	45.20	22.50	14.40	10.30	7.80	2.60
0.0525	700	77.70	39.90	26.50	19.60	15.40	6.60
0.0700	100	27.10	12.80	7.40	5.20	3.70	0.80
0.0700	300	56.00	28.30	18.50	13.40	10.30	3.90
0.0700	700	95.70	49.50	33.20	24.80	19.60	8.80
0.0875	100	32.47	15.60	9.70	6.70	4.88	1.25
0.0875	300	66.34	33.80	21.90	16.40	12.73	4.76
0.0875	700	112.85	59.00	39.60	29.50	23.65	10.92
0.1227	100	42.15	20.80	13.30	9.50	7.10	2.30
0.1227	300	85.07	43.80	29.20	21.80	17.13	7.55
0.1227	700	144.00	75.40	51.10	38.70	30.98	14.83
$V_{\Delta доп}$		0.0398	0.0562	0.0689	0.0795	0.0889	0.1258
n_0		0.00997	0.0112	0.012	0.0126	0.0131	0.0147

Таблиця 80

Змив ґрунту (т/га) при сніготаненні 10%-ої забезпеченості у Лісостепу (Для середньорічного змиву результат зменшується у 3 рази)

tg(α)	X_2, м	g_{X_2T}, т/га					
		$\overline{d}$, м					
		$\overline{d}$ =0.0002	$\overline{d}$ =0.0004	$\overline{d}$ =0.0006	$\overline{d}$ =0.0008	$\overline{d}$ =0.001	$\overline{d}$ =0.002
0.0175	100	15.73	5.89	2.60	1.20	0.50	0.90
0.0175	300	35.94	11.15	9.70	6.30	4.25	0.58
0.0175	700	63.79	31.40	19.90	14.10	10.52	3.89
0.0350	100	29.20	13.00	7.30	4.50	2.80	0.20
0.0350	300	62.20	30.50	19.40	13.70	10.20	3.10
0.0350	700	107.40	54.80	36.10	26.60	20.70	8.40
0.0525	100	45.10	21.60	13.10	8.90	6.30	1.50
0.0525	300	84.40	42.50	27.60	20.00	15.30	5.60
0.0525	700	144.50	74.60	49.90	37.20	29.40	13.00
0.0700	100	51.00	24.60	15.20	10.50	7.60	1.90
0.0700	300	104.40	53.20	35.00	25.70	20.00	8.10
0.0700	700	177.20	92.50	62.20	46.70	37.20	17.10
0.0875	100	60.98	29.90	18.90	13.30	9.87	2.96
0.0875	300	123.62	63.40	42.10	31.20	24.47	10.40
0.0875	700	209.62	109.50	74.10	55.90	44.68	21.12
0.1227	100	78.90	39.40	25.50	18.40	14.02	5.00
0.1227	300	158.26	82.00	55.00	41.20	32.60	14.70
0.1227	700	267.22	140.30	95.50	72.50	58.23	28.30
$V_{\Delta доп}$		0.0398	0.0562	0.0689	0.0795	0.0889	0.1258
n_0		0.00997	0.0112	0.012	0.0126	0.0131	0.0147

Таблиця 81

Змив ґрунту (т/га) від зливи 10%-ої забезпеченості у Лісостепу (Дорівнює середньорічному змиву ґрунту)

tg(α)	X_2, м	$g_{X,T}$, т/га					
		$\bar{d}$, м					
		$\bar{d}$ =0.0002	$\bar{d}$ =0.0004	$\bar{d}$ =0.0006	$\bar{d}$ =0.0008	$\bar{d}$ =0.001	$\bar{d}$ =0.002
0.0175	100	3.41	1.68	1.06	0.74	0.56	0.42
0.0175	300	6.93	3.56	2.26	1.76	1.38	1.12
0.0175	700	11.74	6.16	4.23	3.15	2.51	2.08
0.0350	100	5.78	2.94	1.94	1.42	1.11	0.89
0.0350	300	11.50	6.01	4.06	3.06	2.45	2.03
0.0350	700	19.34	10.22	7.32	5.32	4.29	3.59
0.0525	100	7.79	4.02	2.68	2.00	1.58	1.29
0.0525	300	15.34	8.09	5.51	4.18	3.36	2.20
0.0525	700	25.80	13.68	9.38	7.18	5.82	4.88
0.0700	100	9.61	5.00	3.36	2.52	2.00	1.65
0.0700	300	18.89	9.98	6.81	5.19	4.19	3.50
0.0700	700	31.65	16.82	11.56	8.89	7.19	6.05
0.0875	100	11.29	5.90	3.99	3.00	2.40	1.98
0.0875	300	22.15	11.72	8.02	6.13	4.95	4.15
0.0875	700	37.07	19.73	13.57	10.42	8.47	7.13
0.1050	100	12.88	6.75	4.57	3.46	2.77	2.30
0.1050	300	25.22	13.37	9.16	7.01	5.68	4.76
0.1050	700	42.17	22.46	15.47	11.89	9.67	8.15
0.1227	100	14.40	7.56	5.14	3.90	3.13	2.60
0.1227	300	28.15	14.94	10.26	7.86	6.37	5.35
0.1227	700	47.06	25.08	17.29	13.29	10.82	9.13
0.1400	100	15.83	8.33	5.67	4.31	3.47	2.89
0.1400	300	30.92	16.43	11.29	8.66	7.00	5.90
0.1400	700	51.65	27.55	19.00	14.62	11.90	10.04
$V_{\Delta доп}$		0.0398	0.0562	0.0689	0.0795	0.0889	0.0974
n_0		0.00997	0.0112	0.012	0.0126	0.0131	0.0135

4.3.2. Метод обліку фактичного змиву ґрунту за обмірюванням водорівчаків

Прогнозну оцінку змиву ґрунту пропонується застосовувати для попередження розвитку водної ерозії шляхом застосування землекористувачами протиерозійних заходів.

В разі реального катастрофічного прояву ерозії, коли на схилах утворюється мережа лінійних розмивів кількість змитого ґрунту враховується шляхом прямого вимірювання об'єму утворених водорівчаків. Такі розрахунки є вже основою для притягнення фізичної чи юридичної особи, винної в тому, що сталася конкретна ерозійна ситуація, до юридичної відповідальності за фактом злочину проти земельних ресурсів.

Для встановлення розмірів збитків, що завдані ґрунту внаслідок водної ерозії при встановленні конкретного факту змиву (фактичної ерозійної ситуації) пропонуємо використовувати скорочений метод обліку змиву ґрунту за розмірами ерозійних рівчаків.

Скорочений метод обліку змиву ґрунту за розмірами ерозійних рівчаків використовується в науково-виробничих і виробничих умовах, наприклад, при дослідженнях ефективності протиерозійних заходів. Помилка скороченого методу змиву ґрунту становить близько 10%.

Визначаються профілі замірів на схилах повздовж горизонталей через 15-20 м. Загальний об`єм ерозійно втраченого ґрунту ($м^3$/га) з облікової площі визначається за формулою:

$$Pr=L*V$$

V – середній сумарний об`єм водорівчаків в одному профілі;

L - відстані між профілями замірів, м, що розраховується за формулою:

$$V = (\sum_{i=1}^{y} W_i)/n$$

де ∑Wi - загальна сума площ перерізів рівчаків у всіх профілях, $м^2$;

y - кількість рівчаків у профілях;

n – кількість профілів замірів.

Обмірюванням рівчаків отримують безпосередні втрати ґрунту внаслідок ерозійної події, прямі збитки, завдані конкретною ерозійною ситуацією розраховуються та до них додається стаття зовнішніх збитків, які прирівнюються до розрахованих за наведеною методикою прямих збитків

4.4. Методика обчислення збитків від дегуміфікації

При обчисленні збитків від дегуміфікації виходимо з того ж нормативного показника - вартості відновлення гумусу, що для ґрунтів Лісостепової та Степової зони (дернового типу ґрунтоутворення) становить 150 у.о., для ґрунтів Полісся (підзолистий тип ґрунтоутворення) – 200 у.о за 1 тону..

Звісно, такий показник досить умовний, тому що значення гумусу для ґрунту важко переоцінити, та така нормативна вартість може небезпідставно вважатися заниженим та потребувати підвищення на основі більш детальних підрахунків вартості робіт на відновлення гумусу. Більш того, оптимальним є складання диференційованої шкали вартості гумусу на ґрунтах різних типів та ступеня еродованості. Але такі шкали потребують додаткових поглиблених досліджень ходу відтворення гумусових речовин у деградованих ґрунтах, залежно від ступеня та виду деградації.

Отже, ми рекомендуємо такий порядок обчислення збитків від дегуміфікації.

Сумарні збитки:

$$З_{дег} = З_h + З_з,$$

де:

$З_h$ – збитки від безпосередньої втрати гумусу, що дорівнюють вартості його відновлення,

$З_з$ – зовнішні збитки від дегуміфікації, які включають в себе збитки від підвищення ерозійної небезпеки внаслідок зниження протиерозійної стійкості ґрунту. погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів та повітряного режиму ґрунту, які дуже складно врахувати, тому їх традиційно прирівнюють до прямих збитків, отже, $З_з = З_h$.

$З_h$ – збитки від безпосередньої втрати гумусу (грн./га) обчислюються як:

$$З_h = С_{вт} * Bh$$

де $С_{вт}$ – щорічні втрати гумусу з 1 га орної площі, т/га;
Bh – норматив вартості 1 тони гумусу, грн.

Щорічні втрати гумусу в т/га обчислюються наступним чином:

крок - Визначення щорічних втрат гумусу ($C_{вт\%}$, %), за формулою:

$$C_{вт} = (C_1 – C_2) / t$$

C_1 — вміст гумусу в ґрунті, що обстежується, зафіксований під час попереднього обстеження (в агрохімічному паспорті, сертифікаті якості земельної ділянки чи інших офіційних матеріалах обстеження даної земельної ділянки) %;

C_2 — вміст гумусу в ґрунті даної ділянки під час останнього обстеження (на момент підрахування збитків), %.

t – часовий інтервал між обстеженнями, дані яких використовуються при підрахунку, років.

крок - Переведення отриманої величини щорічних втрат гумусу з масових відсотків у т/га. за алгоритмом:

Маса гумусу в ґрунті, $\mathbf{m_{Cорг}}$(т/га), дорівнює:

$$mc_{орг} = m_{гр} * C_{орг} / 100$$

де $\mathbf{m_{гр}}$ – маса ґрунту, (т/га);

$\mathbf{C_{орг}}$ – вміст гумусу, %.

В свою чергу, маса ґрунту на 1 га площі в залежності від потужності ґрунтового шару, маса якого вимірюється, визначається за формулою:

$$m_{гр} = H * \rho * 100$$

де **H** – потужність ґрунтового шару, см;

ρ – щільність складення ґрунту, г/см^3.

Отже, щорічні втрати гумусу в т/га обчислюються за формулою:

$$C_{вт} = H * \rho * C_{вт\%}$$

Враховуючи, що аналізуються дані щодо орного шару ґрунтів, в розрахунках приймають **H** = 20 см.

Загальні збитки від втрат гумусу (грн.) для певної території визначаються за формулою:

$$Зб_{заг} = Зб_п * S$$

де S_i – площа ділянки, для якої встановлена дегуміфікація;

$Зб_п$ – збитки з 1 га ріллі

4.5. Методика обчислення збитків від спалювання органічних решток

Сільськогосподарські пали увійшли до цілої низки рекомендацій і систем землеробства, що розроблюються на обласному рівні. На погляд деяких вчених застосування сільськогосподарських палів є ефективним заходом проти хвороб та шкідників. Американські вчені, що виконують досить ретельні дослідження, констатують, що спалювання соломи не може вважатися ефективним заходом боротьби з грибковими хворобами. А от шкода, яку наносять пали ґрунтам і навколишньому середовищу очевидна навіть для нефахівців: ґрунти збіднюються на органічні речовини, погіршується їх якість, посилюється загроза ерозійної та дефляційної небезпеки, знищується джерело для відновлення органічних речовин ґрунту. Важко оцінити збитки, що завдають пали навколишньому середовищу. Задимлюється атмосфера, вигорає її кисень, знищується ґрунтовий мікробіологічний пул та фауна агроландшафтів.

Отже, всі збитки, що заподіюються господарству й довкіллю внаслідок спалювання пожнивних або поукісних решток можна поділити на 4 групи – статті збитків.

стаття 1 - знищення й переродження (трансформація) органічної речовини ґрунту під впливом високих температур;

стаття 2 - посилення ерозійної і дефляційної небезпеки;

стаття 3 - знищення пожнивних залишків як органічного добрива і джерела для відновлення органічних речовин ґрунту;

стаття 4 – мікробіологічне збіднення грунту;

стаття 5 - забруднення повітряного басейну продуктами спалювання стерні та витрачання кисню.

Останні дві статті збитків можливо об'єднати в одну - так звану статтю зовнішніх збитків.

Стаття 1. Розрахунок збитків від знищення і / або переродження (трансформації) органічних речовин ґрунту під впливом високих температур при горінні пожнивних залишків.

Складність визначення збитків від сільськогосподарських палів обумовлена, насамперед, неповнотою вирішення дуже складної проблеми визначення переносу тепла в ґрунті при спалюванні пожнивних решток. Факторами, які можуть мати істотний вплив на прогрівання ґрунту, являються вологість ґрунту, кількість рослинних решток, швидкість та інтенсивність горіння та ін.

Дослідженнями впливу спалювання органічних решток на ґрунти встановлено:

- відсутність істотної залежності глибини прогрівання від вологості ґрунту та його гранулометричного складу, оскільки згорання соломи при її підпалі відбувається лише за умов наявності сухого поверхневого шару ґрунту

- пряму залежність потужності шару ґрунту, що прогрівається, від швидкості вітру, яка визначає термін горіння соломи та напрямок градієнту потоку тепла. Прогрівання ґрунту можливе при швидкості вітру на висоті 50 см від поверхні ґрунту не більше 3-4 метрів за секунду. При наявності більш сильного вітру йде швидке горіння без пересування тепла в глибину ґрунту;

- пряму залежність прогрівання від кількості соломи. При згоранні максимально можливої маси соломистих решток, яка у виробництві дорівнює 5 т/га, потужність прогрітого до температури більше 100° С шару ґрунту складає 5 **м**м, тобто на кожну тону спаленої соломи глибина прогрівання збільшується на 1 мм (мається на увазі діапазон кількості соломи від 0 до 5 т/га). При визначенні загального виходу соломи у виробничих умовах використовують такі коефіцієнти співвідношення маси соломи до маси зерна: для озимої пшениці та ярих зернових - 1,2; для озимого жита - 1,5 (2); для карликових сортів озимих - 1,0. Загальний вихід соломи (М) визначається за формулою:

$$M_c = M_p = У*Кр$$

де У – урожайність, т/га

Кр – коефіцієнт виходу рослинних решток залежно від врожаю основної продукції.

При визначенні шкоди від сільськогосподарських палів треба мати на увазі дві можливі схеми горіння соломи:

1. Без вітру, коли спалювання 1 тони соломи збільшує прогрівання ґрунту на 1 мм;

2. У вітряну погоду (швидкість вітру на висоті 50 см більше ніж 4 м/с), коли спалення соломи не завдає теплової шкоди ґрунту.

Якщо на поверхні ґрунту після горіння не залишилося соломи, то треба притримуватися першої схеми, а якщо залишилися деякі рослинні рештки - другої. Мабуть, більш імовірним буде випадок поєднання цих двох схем, що потребує оцінки часток площі щодо обох схем. Тобто, наприклад, на 30% площі поля солома згоріла повністю, а на 70% залишилися частки неспаленої соломи.

При температурі вище 100° С органічні речовини ґрунту, в тому числі гумус - найбільш цінна їх складова частина, втрачають свої якості або зовсім знищуються.

Отже розрахунок збитків за першою статтею базується на наступному теоретичному положенні - в безвітряну погоду, коли відбувається повне згорання рослинних решток, ґрунт прогрівається до температури вище 100°С, завдяки чому відбувається знищення або втрата корисних властивостей всієї маси гумусу, що міститься в прогрітому шарі. Глибина прогрівання (h) прямо залежить від маси органічних решток та визначається за емпіричною формулою:

$$h = 0.1 * M_c$$

де h – глибина критичного прогрівання ґрунту, см;

m_c – маса спалених органічних решток, т.

Розрахунок збитків від знищення/переродження органічної речовини проводиться аналогічно до розрахунку збитків від дегуміфікації, тобто за формулою:

$$Зб_1 = C_{вт} * Bh$$

де $З_h$ – збитки від безпосередньої втрати гумусу (грн/га),
$С_{вт}$ –втрати гумусу з 1 га площі, що постраждала від спалювання (т/га);
Bh – норматив вартості 1 тони гумусу, грн.
Розрахунок втрат гумусу $С_{вт}$ проводиться за формулою

$$Свт = h * \rho * C\%$$

де h – глибина критичного прогрівання ґрунту, см;
ρ – щільність складення ґрунту, г/см^3.
$C_{\%}$ - вміст гумусу в верхньому шарі ґрунту

Для проведення розрахунків збитків щільність складення ґрунту має або встановлювати інспектором під час складання протоколу про порушення, або визначатися за таблицею рівноважної щільності ґрунту залежно від його типу та гранулометричного складу.

Вміст гумусу в ґрунтах має бути зафіксований у сертифікаті якості ґрунту, що виданий землевласнику. Або представлений на відповідних картограмах, які мають бути в господарствах. Якщо є ґрунтові карти, то орієнтовно вміст гумусу можна визначити за таблицею 82. При відсутності відповідних матеріалів земельному інспектору необхідно зробити безпосередній аналіз ґрунту по визначенню в ньому вмісту гумусу.

*Стаття 2.*Обчислення збитків, що виникають внаслідок посилення ерозійної та дефляційної небезпеки.

При розрахунку можливих ерозійних та дефляційних втрат ґрунту теж треба мати на увазі дві схеми горіння пожнивних решток. При спалюванні у вітряну погоду (друга схема) безпосередньо ґрунт від вогню не погіршується, тобто його ерозійна сталість не зменшується, однак ерозійна небезпека збільшується внаслідок знищення рослинних решток, які відіграють не аби яку протиерозійну функцію.

Тому пропонується такий порядок розрахунків: спочатку розраховуються імовірні ерозійні втрати ґрунту із чистого пару (без стернових решток), а потім з агрофона, який був до спалювання пожнивних залишків.

Таблиця 82

Вміст гумусу в найбільш поширених ґрунтах України, %

Ґрунти	Ступінь еродованості			
	нееродовані	**слабоеродо-вані**	**середньоеро-довані**	**сильноеро-довані**
дерново-підзолисті	0,8-2	-	-	-
дерново-карбонатні	2,5-4	2,5-3	1,0-2,5	1,0
сірі лісові	1,5-2,7	2	1,5	0
темно-сірі	2,5-4,5	2,5-3	1-2,5	1,0
чорноземи опідзолені	2,8-5,5	2,8-3	1-2,8	1-1,5
чорноземи реградовані	3-5	3-4	2-3	1-2
чорноземи типові	3-7	3-4	2-3	1-2
чорноземи звичайні	4-6	2-3	2-3	1-2
чорноземи південні	2-5,5	2-3	1-2	~1
темно-каштанові	1,7-3,5	1,7-3	1-2	~1
каштанові	1,3-3,0	1,3-2,5	1-2	~1

Збитки оцінюються за різницею, між цими двома показниками, тобто за величиною збільшення імовірного змиву внаслідок знищення захисного рослинного шару.

Змив ґрунту з поля, вкритого рослинними рештками оцінюється залежно від проективного покриття поверхні. За С.Ю. Булигіним, кожні 10% покриття поверхні ґрунту рештками збільшують коефіцієнт протиерозійної дії на одиницю. Тобто, при 100% укритті соломою коефіцієнт дорівнює 10, при укритті менше 10% - одиниці. Отже, при 50% проективному покритті змив ґрунту (g_a) складає: g_{X2T}**/К,**

де q_{X2T} – розрахунковий потенційний змив ґрунту, а

К – коефіцієнт протиерозійної ефективності агрофона.

отже, ерозійні втрати ґрунту внаслідок знищення рослинних решток $m_{вг}$ оцінюються як:

$$m_{вг} = q_{X2T} - q_a$$

Отже, остаточне обчислення збитків по 2 статті проводиться аналогічно розділу 5.2 до за формулою:

$$Зб_2 = m_{вh} * Bh = (m_{вг} * C_h/100) * Bh$$

де $m_{вh}$ – маса втраченого гумусу в тонах,

Bh – норматив вартості 1 тони гумусу,

$m_{вг}$ – маса втраченого внаслідок ерозії ґрунту, т

C_h - середній вміст гумусу в змитому ґрунті, %

Слід зауважити, що при обчисленні збитків за статтями 1 та 2 в кінцевому рахунку при обчисленні сумарних збитків від спалювання решток, враховується лише одна з двох статей, розмір збитків за якою більший. Це пов'язано із попередженням дублювання, та двократного обчислення збитків за один той самий утрачений гумус.

Стаття 3. Оцінка збитків від знищення пожнивних залишків як органічного добрива й джерела для поновлення органічних речовин ґрунту.

При розкладанні внесеної соломи у ґрунті переважають два головних процеси: мінералізація до кінцевих продуктів (CO_2, H_2O та мінеральні сполуки) і синтез стабільних гумусових речовин (гуміфікація). У процесі гуміфікації органічних речовин, які надходять до ґрунту, формуються агрономічне цінні агрофізичні якості: структурність, оптимальна водопроникність, вологоємкість, тощо. Кількість новоутвореного гумусу залежить від складу та кількості гуміфікованих органічних решток. Отже, обчислення збитків за цією статтею проводиться, виходячи з того, що внаслідок спалювання рослинних решток ґрунт недоотримує певну кількість гумусу, яку можна вирахувати за формулою:

$$m_{nh} = m_p \text{ Кг}$$

де m_{nh}- маса недоотриманого гумусу в тонах,

Кг – коефіцієнт гуміфікації рослинних решток,

m_p маса знищених рослинних решток, т.

Величина коефіцієнту гуміфікації за даними Г.Я. Чесняка для соломи становить 0,2.

Отже, збитки від недоотримання новоутвореного гумусу обчислюються за формулою

$$Зб_3 = m_{nh}\ Bh$$

де m_{nh}– маса недоотриманого гумусу в тонах,

Bh – норматив вартості 1 тони гумусу

Обчислення збитків за 4 та 5 статтями напряму не виявляється можливим, отже для їх врахування приймається, що сума збитків за статтями 4 та 5 (так звані зовнішні збитки($Зб_3$)) дорівнює розміру прямих збитків($Зб_п$).

Отже, Сумарні збитки від спалювання органічних решток дорівнюють:

$$Зб_{сум} = Зб_п + Зб_3 = 2 * Зб_п$$

Прямі збитки вираховуються з урахуванням режиму згорання решток (з вітром, або без вітру) шляхом вирахування середньозваженої величини

$$Зб_n = \frac{Зб_{n1} * S_1 + Зб_{n2} * S}{S_1 + S_2}$$

де $Зб_{n1}$ – збитки при горінні решток без вітру, визначені як сума збитків по3 статті та більшій за розміром із 1 та 2 статей;

$Зб_{n1}$ – збитки при горінні решток у вітряну погоду, визначені як сума збитків по 2 та 3 статтях;

S_1 та S_2 – площі, у га, на яких проведено спалювання решток у безвітряну та вітряну погоду, відповідно.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть критерії оцінки екологічного стану земельних ресурсів щодо техногенного забруднення.

2. Як оцінюється небезпечність пестицидного забруднення?

3. За якими показниками контролюється забруднення ґрунтів важкими металами?

4. У чому полягає складність установлення початку техногенної деградації?

5. Що є основою негативного впливу на рослину певного хімічного елемента?

6. Назвіть основні нормативи, необхідні для оцінки екологічного стану земель щодо забруднення.

7. Розкрийте зміст сумарного показника концентрації важких металів (Zc).

8. Який із показників, що використовують для оцінки рівнів забруднення ґрунтів залишками пестицидів, є найбільш об’єктивним?

9. Від чого залежать екологічно безпечні дози застосування мінеральних добрив?

10. Назвіть основні заходи з відтворення екологічної стійкості техногенно забруднених земель.

РОЗДІЛ 5. НАУКОВО-ТЕОРЕТИЧНІ ПІДХОДИ І МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ОЦІНКИ ПРИДАТНОСТІ ЗЕМЕЛЬДО ВИРОЩУВАННЯ КУЛЬТУР

Перелік учених, які розкрили значення природних умов і ресурсів для сільського господарства, досить істотний: В.В. Докучаєв, К.А. Тімірязєв, Д.М. Прянишніков, А.І. Воєйков, Л.М. Прасолов, С.Т. Струмілін, Н.С. Веселовський, В.П. Часловський, М.М. Розов, П.А. Летунов, Г.В. Добровольський, С.І. Долгов, В.М. Дімо, А.М. Шульгін. Ураховуючи результати досліджень науковців, був визначений комплекс природних умов, які визначають біологічну продуктивність ґрунтів і довкілля в цілому [2].

Природне середовище сільськогосподарського виробництва розглядається як комплексна екологічна система, яка має річну динаміку і просторову варіабельність. До найбільш впливових показників цієї системи віднесені: тепло, волога, поживні речовини біохімічна реакція середовища (pH, ОВП, мікробіологічний режим). Вони (ці показники) визначають вибір сільськогосподарських культур, перелік сортів і порід, агротехнічних технологій, систем меліорацій, спеціалізації виробництва. В основу природно-сільськогосподарського районування покладено аналіз природних умов у контексті їх значення для сільського господарства. Для такого аналізу використовуються багаточисельні картографічні матеріали:

ґрунтові карти;

інформація про площі земельних угідь і їх структуру;

агрокліматичні карти і довідки;

фізико-географічні карти;

карти земель лісового фонду;

наукові розробки.

Вважається, що серед факторів, які визначають сільськогосподарське районування, найбільш суттєві такі:

– якість землі, яка визначається родючістю ґрунтів (можливість своєчасно задовольнити рослини гідротермічними умовами і поживними речовинами);

– можливість використання нетоварної частки продукції культур;

– взаємозв'язок тваринництва та рослинництва;

– можливість збуту продукції у містах;

– інфраструктура переробної промисловості;

– транспортна інфраструктурна забезпеченість робочої сили основними засобами і машинами.

Перелік факторів націлює насамперед на економічну оптимізацію. Майже такі ж підходи використовуються сучасними науковцями-землевпорядниками. Треба зауважити, що вони досить прогресивні і необхідні, але вже сьогодні недостатні. На жаль, зазначені автори (як правило, економісти рідної спеціалізації) в концепції економічної оптимізації аграрного виробництва ігнорують екологічні фактори. Майже нічого не зроблено у напрямку пошуку екологічної раціональності розміщення посівів культур. Прикладом такого районування може служити „Агропроизводственная группировка почв Украинской ССР" (1957), наукові засади якого займають домінуюче положення у районуванні сільськогосподарських земель і сьогодні. Звідси дуже грубі помилки, які визначають різне погіршення якості земель, стану довкілля і низьку ефективність сільськогосподарського виробництва. Для комплексної оцінки використовуються показники ґрунту, клімату рельєфу і географічного місцеположення. У рамках чинної навчальної дисципліни буде ретельно розглянуто два перших показника, які побічно характеризують фактори рельєфу і місцеположення.

5.1. Показники оцінки придатності земель

Вибір ґрунтово-кліматичних екологічно визначаючальних критеріїв обумовлюється досвідом і результатами наукових досліджень. Фактор ґрунту

розвитку рослини звичайно оцінюється технологічними, фізичними, хімічними, біологічними та іншими показниками й режимами.

Медведєв В.В. зі співавторами[2] для агроекологічної оцінки земель використовував такі наступні показники, значимість яких, вірогідно, кількісно характеризується:

- потужність гумусового шару ґрунтів;
- гранулометричний склад ґрунтів;
- щільність складення ґрунтів;
- реалізація ґрунтового розчину;
- вміст гумусу;
- вміст поживних речовин (фосфор і калій);
- теплозабезпеченість;
- вологозабезпеченість;
- гідротермічний коефіцієнт;
- рівень та мінералізація підґрунтових вод;
- хімічне забруднення.

Джерелами інформації виступають картографічні та аналітичні матеріали великомерилового ґрунтового обстеження 1957-1961 рр. з такими його коректування, матеріалами п’яти турів агрохімічного обстеження, меліоративних гідрогеологічних експедицій, агрокліматичних довідників тощо.

5.2. Система нормативів придатності земель до вирощування культурних рослин

При нормуванні ґрунтово-кліматичних факторів використовуються принципи виділення трьох рівнів відповідальності екологічних умов вимогам основних сільськогосподарських культур: 1 – оптимальні умови; 2 – задовільні умови; 3 – недопустимі (погані умови);

1 рівень – визначає такі умови, при яких максимально реалізується потенціал культури;

2 рівень – спостерігається врожайності на 20-30 % у порівнянні з потенціалом;

3 рівень – зменшення врожайності на 30-50 %;

Потужність гумусового шару в ґрунту

Це показник ефективного кореневого середовища в ґрунті, при порушенні якого враховується таке: біологічна особливість архітектура кореневої системи окремих культур, потужність рихлої кореневмісної товщі (ґрунту і підґрунтя), яка забезпечує найбільшу врожайність культур. Оцінюється потужність ґрунтових генетичних горизонтів: $H+H_p+P_h$. Найменші вимоги серед культур, що будуть розглядатися, до потужності гумусованого шару у картоплі, жита і вівса; більш вимогливі – цукровий буряк, озима пшениця, соняшник, ячмінь і кукурудза. Льон-довгунець рекомендується вирощувати при потужності гумусованого шару не більше 70 см – на глибоких ґрунтах він полягає.

Гранулометричний склад ґрунту

Вплив гранулометричного складу визначається біологічними особливостями культур і екологічними умовами. Як його показник В.В. Медведєв рекомендує взяти співвідношення фракції фізичного піску ($\sum d$ >0.01 мм) до фракції фізичної глини ($\sum d$ < 0.01 мм), за яким ґрунт розділяється на шість класів: 1 – 0,48 (глина легка); 2 – 0,90 (суглинок важкий); 3 – 166-1,85 (суглинок середній); 4 –3,0 (суглинок легкий); 5 –5,66 (супісок); 6 –12,33 (пісок зв’язний). При порушенні класи ґрунтуються за рівнями відповідності культур. Можнавикористовувати загальновідомі градації гранулометричного складу, наприклад Н.А. Качинського.

Щільність складення ґрунту у рівноважному стані

При нормуванні використовується роботи В.В. Медведєва, у яких визначені зв’язки врожайності культур зі щільністю ґрунтів. Крім того, майже всім основним культурам присвячені фундаментальні монографії, де, як правило, визначені вимоги до щільності ґрунтів.

Реакція ґрунтового розчину (pH)

При нормуванні цього показника використані вихідні матеріали про вплив кислотності ґрунту на рослини, що прийняті в агрохімічній службі республіки. Оптимальні умови за pH для озимої пшениці, ячменю, кукурудзи, цукрового буряку, соняшнику складаються у ґрунтах, у яких реакція близька до нейтральної і слаболужної. Для інших культур оптимальна реакція відповідає зниженим значенням pH.

Вміст гумусу

Загальний вміст гумусу – інтегрований показник родючості ґрунтів, його зв'язок з врожайністю практично завжди має позитивний характер. Для більшості культур верхня межа позитивного впливу гумусу на культури перебуває у межах 5-6 %. В основу нормування цього впливу покладені вимоги культур до рівня родючості ґрунту з урахуванням градації ґрунтів за гумусом, яка прийнята в Україні: слабогумусовані – < 3%; малогумусні – 3-6; середньогумусні – > 6 %.

Вміст рухомого фосфору і калію

Більш вимогливі до вмісту фосфору просапні культури, менше – ранні зернові; до обмінного калію більш вимогливі коренеплоди, картопля, менше – зернові та льон. Тому доцільно використовувати бальний метод оцінки кількості цих елементів, який прийнятий при складанні картограм забезпеченості культур поживними речовинами: дуже високий рівень забезпеченості – 5; високий – 4; помірний – 3; низький – 2; дуже низький – 1. При порушенні бали групуються за трьома рівнями відповідності.

Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)

За основу прийнята градація умов зволоженості території України за ГТК у теплий період року (середньодобова температура більше 10° С):<0,7 – дуже посушливі умови: 0,7-1,0 – посушливі: 1,0-1,3 – недостатньо вологі: 1,3-1,6 – вологі: 1,6-2,0 – дуже вологі: >2,0 – збитково вологі.

Потреба сільськогосподарських культур у теплі

Нормування цього показника здійснюється за сумою активних температур більше 10° С. як оптимальні умови прийнята середньорічна сума температур на територіях, де можливе вирощування пізньостиглих сортів, які характеризуються найбільшою врожайністю; середньоспілих – задовільною; ранньоспілих – поганою.

Температура повітря

В основу покладені температури повітря двох періодів: сходи культури, цвітіння. Рівні параметрів надаються в агрокліматичних довідниках.

Запаси продуктивної вологи (ЗПВ)

Аналогічно за двома фазами розвитку рослин визначаються запаси ЗПВ для шарів ґрунту 0,70 см: 0-100 см на підставі довідників відносно запасів продуктивної вологи за основними сільськогосподарськими культурами.

Рівень підґрунтових вод (ЗПВ)

Нормування цього показника виконано з урахуванням критичного вмісту солей у підґрунтових водах.

Вміст загальних форм важких металів

В основу нормативної оцінки покладені ГДК важких металів у ґрунті і кларкидля тих елементів, для яких ТТК нерозраховані.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Назвіть та охарактеризуйте показники, що використовуються для агроекологічної оцінки земель.
2. За якими нормативами проводять оцінку придатності земель до вирощування сільськогосподарських культур?

РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА АГРОЕКОЛОГІЧНИХ УМОВ РОЗВИТКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

6.1. Потужність гумусованого шару ґрунтів

Потужність гумусованого шару ґрунтів є визначальною умовою розвитку кореневих систем, географії сучасного землеробства і продуктивності рослин. У більшості однорічних рослин глибина проникнення коренів дорівнює 100-120 см, а найбільш активні коринці знаходяться у верхніх біологічно активних шарах ґрунту. Для більшості сільськогосподарських культур на плакорних землях основна маса кореневої системи розташована у межах ґрунтового профілю. Лімітуючими факторами глибини проникнення коренів є переущільнені горизонти генетичного походження (ілювіальні, глеєві, соленосні тощо). Форма і потужність кореневої системи являється одним з провідних факторів продуктивності рослин, рівня урожайності. Географія потужності гумусованого кореневмісного шару тісно пов’язана з минулими і рецептними кліматичними умовами, особливостями рослинного покриву, ґрунтоутворюючих порід, рельєфу місцевості і в цілому типом ґрунтоутворювального процесу. Цей показник в Україні коливається від 15 до 150 і більше сантиметрів.

Дерново-підзолисті ґрунти є ґрунтами Полісся, трапляються у Лісостепу і Карпатській гірській області. У сільськогосподарському виробництві з них використовується 2,5 млн га, що складає 6,2 % угідь країни. Ці ґрунти представлені автоморфними (площі с.-г. угідь), поверхнево-гідроморфними, підґрунтово-гідроморфними видами. Їх різноманіття збільшується за рахунок змитих, дефльованих і осушених різновидів. Дерново-підзолисті неоглеєні піщані глинисто-піщані ґрунти відрізняються малопотужним гумусованим шаром (17-24 см). Проявлення ознак глейоватості супроводжується збільшенням його потужності до 26-31 см (класи <25, 26-40 см). З підвищенням фізичної глини у дерново-підзолистих

супіщаних ґрунтах потужність гумусованого горизонту збільшується до35-45 см, глейюватих видів – до 35-50 см. У міру прискорення дернового процесу ґрунтоутворення потужність гумусованого профілю збільшується до 70 см (темно-сірі та чорноземи опідзолені).

У Передкарпатті, Карпатах, Закарпатті ґрунтовий покрив складається з буроземів, дернових буроземів, підзолистих буроземів поверхнево оглеєних, лучно-буроземних кислих ґрунтів; потужність кореневмісного шару ґрунтів дорівнює 41-70см.

В зоні Лісостепу, у якому превалюють чорноземи типові, потужність гумусованого шару дорівнює переважно 71-120 см. Вона також притаманна чорноземам звичайним потужним перехідної смуги від Лісостепу до Степу. Лише на незначній площі розташовані ґрунти, що мають потужність 41-70 см, темно-сірі й чорноземи опідзолені. На карті чітко виділяється острів (Вінницька область) сірих опідзолений ґрунтів, які мають потужність 26-40 см, та їх еродовані різновиди (<25 см).

У степовій і сухостеповій зонах домінують ґрунти з потужністю гумусованого кореневого шару, яка дорівнює 41-70 см (чорноземи звичайні, звичайні малопотужні, південні, темно-каштанові і каштанові ґрунти). Закономірно трапляються ареали ґрунтів з потужністю 26-40 см і менше 25 см. Наприклад, дернові ґрунти легкого гранулометричного складу з різним ступенем еродованості, що сформовані на продуктах вивітрювання кристалічних порід. Площа ґрунтів України за потужністю гумусованого шару розділена на третини: 71-120 см, 41-70 см і 26-40 см і менше. Оцінку якості ґрунтового покриву за потужністю кореневмісного шару можна зробити на основі шкали оцінки ФАО ООН, у відносних балах. За шкалою ФАО ООН третину ґрунтів України з потужністю 71-120 см можна оцінити у 80-100 балів внизу схилів, а на схилах і плато (гірші умови зволоження) – 60-100 балів. У два раза нижче оцінюються ґрунти з потужністю кореневмісного шару 41-70 см – відповідно 50 і 30-40 балів. Бальна оцінка ґрунтів України знаходиться в певні відповідності з результатами двох циклів бонітування за

врожайністю, що було проведене у 60-ті і 70-ті роки.

Урожайність сіу зменшення потужності гумусованого кореневмісного шару від чорноземів потужних і надпотужних до опідзолених лісостепових і дерново-підзолистих ґрунтів у Степу – чорноземом звичайним, південним і каштановим ґрунтам. Це дозволяє проводити ранжування цього показника від оптимальних до непридатних.

Нормування потужності кореневмісного шару згідно з вимогами дев'яти основних польових сільськогосподарських культур робиться для трьох рівнів відповідності вимогам культур. Культури, що визначені за вимогами до потужності гумусованого шару розділяються на дві групи. До першої групи відносять ті культури, що потребуютьпідвищених вимог: цукровий буряк, озима пшениця, соняшники, кукурудза, які істотно змінені селекцією і мають видові підвищені вимоги. Ці культури вважаються інтенсивними, тому що спрямовані на високі концентрації поживних речовин і оптимальні параметри агрофізичних властивостей, які мають високий позитивний зв'язок з потужністю кореневого шару ґрунтів. Більше того, чим інтенсивніші сорти, тим більші його вимоги до підвищення потужності кореневого шару ґрунтів. Найбільш вимогливою культурою серед чотирьох озимих є цукровий буряк. При цьому треба звернути увагу, що ґрунти Вінницької області, що вважається традиційною цукровою „житницею", характеризується параметрами потужності, які не незадовільні не тільки для цукрового буряку, але й для інших культур цієї групи. У цілому можна припустити, що потужність кореневмісного шару ґрунтів Лісостепу є задовільною для вирощування інтенсивних культур, у Степу – допустимою, у Поліссі – рекомендованою. Слід пам'ятати про внутрішньозональну варіабельність цього показника.

Відносно менш вимогливими до потужності кореневмісного шару є ячмінь, овес, озиме жито, картопля і льон. Але серед них є інтенсивні сорти, які більш вимогливі до цього показника, наприклад ячменю. У цілому культури цієї групи можна вирощувати на всій території України за

показником потужності гумусового шару ґрунту.

6.2. Гранулометричний склад ґрунтів

Гранулометричний склад – базова характеристика ґрунту, яка визначає ґрунтоутворюючої породи і більшість фізико-хімічних, водно-фізичних та фізико-механічних властивостей. З ним пов'язані поглинена здатність ґрунтів їх гумусованістю, насиченість поживними речовинами для рослин, можливість і швидкість окультурення ґрунтів, ефективність використання добрив тощо. Тому гранулометричному складу притаманна одна з провідних ролей формування врожаю сільськогосподарських культур. Гранулометричний склад ґрунтів України знайшов свій відбиток на загальнодержавній, обласних, районних і господарських картах. Зміна гранулометричного складу ґрунтів України від піщаного, глинисто-піщаного до суглинкового і глинистого відбувається з північного заходу на південний схід.

Короткий аналіз показників гранулометричного складу лісостепових ґрунтів доводить достатньо чітку його залежність від властивостей матеріальних порід. Збільшення глинистих речовин відбувається у зворотній залежності від ступеня виразності елювіального процесу. Відповідно до карти гранулометричного складу Україні представлені всі групи класифікаційного ряду. Найбільшу питому вагу (майже половину її площі) займають важкі суглинки і глини, другу половину – середньо- і легкосуглинкові, а також супіщані ґрунти, площі яких майже однакові. Для визначення ступеня відповідності параметрів гранулометричного складу вимогам культур можна використати таблицю бонітетів Н.А. Качинського [72,73]. Розрахунок середнього бала бонітетів зернових культур для кожного з означених класів гранулометричного складу визначив таке: глина має бал 7,1; суглинок важкий – 9,4; суглинок середній – 8,9; суглинок легкий – 7,8; супісок – 5,9; пісок мілкий – 3,6; пісок крупний – 1,7. Тобто найвищу продуктивність зернових культур слід чекати на суглинкових ґрунтах, які здатні забезпечити рослинам найбільш задовільні умови.

Культури, що вивчаються, за реакцією на гранулометричний склад можна розділити на три групи: перша – зернові культури суцільного посіву, для яких оптимальним є суглинковий гранулометричний склад чорноземоподібних ґрунтів. У другу групу слід віднести кукурудзу і соняшник, для яких більш задовільні умови складаються при важкому гранулометричному складі лісостепових і степових ґрунтів. До третьої групи відносять картоплю і льон, для яких найбільш задовільні умови складаються у Південному Поліссі і Південному Лісостепу. Цукровий буряк за гранулометричноим складом наближається до зернових культур.

6.3. Щільність ґрунтів

Щільність ґрунтів (об'ємна маса) ґрунту є з найважливіших фізичних характеристик, яка є також достатньо динамічною величиною, що визначається природними властивостями ґрунту і технологічним навантаженням (рілля, пасовища, цілина). Серед природних властивостей за виливом на щільність ґрунту в першу чергу слід назвати гранулометричний і меліоративний склад вміст гумусу. Діапазон коливання щільності різних мінеральних ґрунтів дорівнює від 0,9 до 18 г/см^3. Для орних культурних ґрунтів характерна щільність 1,0-1,1 г/см^3.

Основна частка кореневих систем рослин розташована в шарі 0-50 см. Тому часто дається середнє значення щільності для цього шару ґрунту. При цьому верхній шар 0-10 см, який найбільше піддається впливу механічних факторів, слід вимагати з розрахунку. Верхня межа оптимальних значень щільності ґрунту визначається значенням 1,35 г/см^3. Послідовне збільшення щільності ґрунту призводить до поступового зменшення врожайності. Як правило, збільшення щільності в кореневмісному шарі на 0,1 г/см^3 призведе до зменшеннюя врожайності. зернових культур на 10-15 %. Проникнення коренів в ущільнені горизонти до 1,5 г/см^3 ускладнене тому їх розвиток пригнічується, а при щільності 1,55 г/см^3 – ріст кореня унеможливлюється. Генетична послідовність від темно-сірого до каштанового ґрунту має природну щільність в оптимальних межах.

Значно меншу площу займають ґрунти з високою щільністю – 1,51-1,60 і 1,61-1,80 г/см^3. Це дерново-підзолисті й дернові піщані, глинисто-піщані і супіщані ґрунти, які збіднені на органічну речовину з високим вмістом у загальному складі SiO_2 (70-80 %). Територіально в Україні приблизно одна третина ґрунтів мають щільність 0-50 см шару 1,10-1,30; 1/3-1,31-1,50 і 1/3-1,51-1,80 г/см^3, що надає підстави площу ґрунтів ранжування за трьома ступенями екологічних умов вимогам основних дев'ять культур. Сенсорність рослин до підвищеної щільності (яка обумовлена антропогенним впливом) визначається як вимогами культур, так і іншими ґрунтовими параметрами. Картопля, наприклад, відрізняється підвищеними вимогами до аерації і тому не пригнічується ущільненням, якщо не погіршуються умови обміну повітря, що спостерігається на крупних дерново-підзолистих ґрунтах.

При визначені оптимальної щільності для вирощування культур гранулометричний склад має певне значення. Практично для всіх культур характерное те що підвищення вмісту глинистих речовин веде до зменшення значень оптимальної щільності. Нормування параметрів щільності на основі результатів польових дослідів з рослинами, що проводили у різних природних зонах на ґрунтах різного генезису, дозволило визначити закономірності розподілу діапазону оптимальних значень, які визначаються географічними координатами (а тобто кліматом, умовами зволоження і температури), генетичним типом ґрунту, гранулометричним складом. Найменш чутливими до збільшення щільності ґрунту є зернові культури, а серед них – жито і овес; їх посіви за цим показником можна розташовувати без будь-яких обмежень на всій землевпорядній території. Висока залежність від щільності спостерігається у кукурудзи й соняшнику, які істотно зменшують урожайність переущільнених земель.

6.4. Реакція ґрунтового розчину

Показник pH залежить від багатьох умов і головним чином від клімату, рослинності, літологічного складу ґрунтотворних порід, напрямку ґрунтотворного процесу й істотно (більш ніж інші показники) від

господарчої діяльності людини. У практиці ґрунтознавства й агрохімії оцінка кислотності ґрунтів не має єдиних критеріїв. Пропонується використовувати pH водний і pH сольвовий (pH_{KCl}) (табл. 83).

Таблиця 83

Оцінка pH ґрунтів за різними авторами

Автори	Реакція середовища, значення pH					
Вальков В.Д. (pH водний)	різко кисла 4,0-5,0	сильно-кисла 5,0-6,0	слабо-кисла 6,0-6,5	нейтральна 6,5-7,5	слаболужна 7,5-8,5	середньо-лужна 8,0-10
Віленський Д.Г., 1954 (pH водний)	сильнокисла 3-4	кисла 4-5	слабо-кисла 5-6	нейтральна 6-7	лужна 7-8	сильно-лужна 8-9
Довідник з удобрення, 1982 (pH KCl)	дуже сильно-кисла > 4,0	сильно-кисла 4,0-4,5	середньо-кисла 5,1-5,5	близька до нейтральної 5,6-6,0	Нейтральна > 6,0	

Ми будемо дотримуватися значень pH_{KCl}. Порівняльна оцінка значень pH_{KCl} і літологічного складу ґрунтотворних порід показала, що реакція ґрунтового розчину насампед пов'язана з кількістю та розподілом у профілі ґрунту карбонатів кальцію. Збільшення кислотності ґрунтів Полісся і гірської області Карпат, як правило, обумовлена відсутністю карбонатів у материнській породі.

Для ґрунтів Сухостепової і Степової зон характерне значення pH сольового знаходиться у межах 6,0-7,0; Закарпатської низини і Передкарпаття – 4,0-4,7; ґрунтів Карпат – < 4,3. За значенням pH особливе місце займає Полісся, в якому переважають легкі ґрунти і превалює промивний водний режим (кількість опадів у півтора рази і більше перевищує потенційне випаровування), що обумовлює елювіальний процес і оглеєння. У залежності від ступеня вразливості цих процесів, окультурення ґрунтів і характеру ґрунтотворних порід pH коливається від 4,4-4,7 до 7,0. Основну площу складають ґрунти з pH 4,8-5,1; 5,2-5,5.

У межах Лісостепу за рівнем pH визначаються чотири регіони:

1) Західний (Західний Лісостеп) з великим розмахом параметрів pH;
2) Вінницький острів зі значеннями pH 5,2-5,5;
3) Правобережний підвищений Лісостеп (pH 6,0-6,3);
4) Схили Середньоросійської височини, де розташовані вилужені ґрунти (pH=5,5-5,9).

Ґрунтовий покрив Західного Лісостепу, який має у порівнянні з іншими регіонами підвищену зволоженість, pH сольове коливається від 5,2 до 6,0 і вище. Правобережний Лісостеп за pH є однорідним масивом (6,0-6,3). Це Київське плато переважно з чорноземами типовими. Трапляються вилужені ґрунти (pH=5,6-5,9) і реградовані (pH=6,4-6,6). У зв'язку з ґрунтоутворенням чорноземів на карбонатному лесі з близьким заляганням лінії „кипіння" (40-50 см) і наявністю постійного циркуляційного зв'язку з карбонами лесів створюється стала буферна карбонатна система, яка визначає такі значення pH. Тому елювіальні процеси тут слаборозвинені. Але внесення високих доз фізіологічно кислих добрив (наприклад, калійних) навіть на чорноземних ґрунтах може призводити до зниження pH і розвитку елювіальних процесів.

В цілому в Україні у більшості випадків кислі ґрунти розташовані на територіях з підвищеною зволоженістю (Закарпаття, Карпати, Прикарпаття, Полісся); ґрунти з оптимальною кислотністю для більшості сільськогосподарських культур – несталим і недостатнім зволоженням. Це дозволяє вирощувати культури з великим діапазоном оптимальної кислотності. За вимогами до pH культури можна розділити на три групи. Першу групу формують озима пшениця, ячмінь, цукровий буряк, соняшник і кукурудза. До 40 % площі території України оцінюється як недопустима для їх вирощування. До цієї зони відносять північні, західно-північні і західні регіони України. Це, в основному, дерново-підзолисті оглеєні супіщані і суглинисті ґрунти, а також сірі і темно-сірі кислі ґрунти північної частини Східного Лісостепу.

Друга група включає овес, для якого характерна більш високий ступінь адаптації до pH. Недопустима зона різко зменшена. До третьої групи відносять озиме жито, картоплю і льон. Тут недопустима зона мінімальна. Ці культури найбільш пластичні за вимогами до оптимального значення pH.

6.5. Вміст гумусу

Вміст гумусу в ґрунті є одним з головних показників його родючості. Гумус впливає на теплові, водні, повітряні властивості ґрунту, його поливну

здатність і біологічну активність. Ґрунти з високим вмістом гумусу стійкі до переущільнення, як наслідок, впливу важкої сільськогосподарської агротехніки, а також до водної і вітрової ерозії. У ґрунті в органічній формі акумульовано 98 % запасів азоту, 60 % – фосфору; 80 % – сірки. Більшість інших біофільних елементів, що надійно зберігаються у ґрунті від вимивання, і є головним потенційним джерелом поживних речовин для рослин. Особливо велике значення гумусу як джерела вуглекислоти.

Вміст гумусу у ґрунтах України підпорядкований природній зональності, обумовлюється типом ґрунтоутворення і гранулометричним складом ґрунтів. Гумусованість верхнього генетичного горизонту збільшується від дерново-підзолистих та буроземних, потім сірих лісових та опідзолених до чорноземів типових і звичайних, а далі зменшується до чорноземів південних і каштанових ґрунтів, що обумовлюється зміною генетичних особливостей, гранулометричного складу, характеру ґрунтових порід, кліматичних умов і загальними запасами гумусу у ґрунтовому проділі.

У середньому по Україні вміст гумусу на 1961 р. складав 3,5 %, у тому числі у Поліссі (з урахуванням лучних ґрунтів) – 2,1 % Лісостепу ; Степу – 3,8 %, що оцінюється як низький рівень. Заслуговує на увагу визначення ареалів з певним вмістом гумусу. Ареал вищого вмісту (5,5 – 6,5 %) включає чорноземи потужні і звичайні середньогумусні важкосуглинкові і глинисті, які лягли смугою південного заходу на північний схід і схід (Одеська, Кіровоградська, Полтавська, Харківська, Донецька, Луганська області) і перериваються долиною Дніпра. Північно-західна межа цього ареалу збігається ізобарною віссю Воєйкова (Кишинів, Кіровоград, Полтава, Харків). Вона розділяє територію України на дві частини: північн-західну, більш вологу, прохолодну, і південно-східну, більш теплу і суху.

Найменш гумусовані верхні горизонти дерново–підзолистих піщаних і глинисто-піщаних ґрунтів (1,1–1,2 %). З поважчанням гранулометричного складу до супіску вміст гумусу в орному шарі цих ґрунтів збільшується до 1,5 %, а у Ровенської області навіть – до 2,0 %. Проміжне положення за

вмістом гумусу займають світло–сірі опідзолені ґрунти (1,6–3,0 %). Підсилення дернового процесу супроводжується збільшенням вмісту гумусу: в темно–сірих опідзолених ґрунтах – до 2,6–3,6 %, чорноземах опідзолених – до 2,6–4,9 %. У чорноземах типових вміст гумусу у значній мірі залежить від гранулометричного складу: у легкосуглинкових – 3,0–3,9 % ; середньо суглинкових – 3,9-4,9 %; важкосуглинкових – 4,7–5,4 % і досягає у середньо – гумусових ґрунтах 6,5 % .

У ґрунтах, що розташовані на південь від межі чорноземів звичайних середньо гумусних, вміст гумусу поступово зменшується і складає: у чорноземів звичайних малогумусних і слабогумусованих – 2,4–5,3 %, чорноземів південних 2,3–4,2 % , темно–каштанових солонцюватих ґрунтах – 3,0–3,7, каштанових солонцюватих – 2,6–2,7 % . В серодованих ґрунтах вміст гумусу істотно зменшується. У лісостепових і степових слабозмитих ґрунтах вміст гумусу у порівнянні з повнопрофільними зменшується на 14–15 %, середньо– і сильнозмитих – на 30–40 % . Отже велику площу країни займають ґрунти з низьким і дуже низьким вмістом гумусу. Його збереження, забезпечення хоча б простого відтворення є екологічним чинником, який має відповідати системам землекористування, що є основою сталого сільськогосподарського виробництва і високих урожаїв.

Виявлено, що чим бідв сільськогосподарських культур. У дерново–підзолистих опідзолених лісостепових ґрунтів зв’язок відмічається тільки до певної межі (5,0–5,5 %) .

Для озимої пшениці, ячменю, цукрового буряку, кукурудзи і соняшнику (вимоги до вмісту гумусу дуже однотипні) за вмістом гумусу незадовільні умови мають місце у ґрунтах піщаного і супіщаного гранулометричного складу Полісся, борових терас крупних річок і еродованих регіонів (насамперед Подільської височини), що істотно зменшує їх урожайність. На решті території країни вміст гумусу у ґрунтах знаходиться в оптимальному і допустимому діапазонах. Майже вся територія придатна для вирощування, жита, вівса, льону і картоплі, які мають зменшені

вимоги до вмісту гумусу.

6.6. Вміст поживних речовин

Фосфор. Рухомий фосфор є одним з головних показників ґрунтів. З ним тісно пов'язаний розвиток кореневої системи, її активна поглинаюча здатність відносно вологи і поживних речовин, синтез білка, інтенсивність фотосинтезу, темпи розвитку і продуктивність рослин. Різний вміст фосфору у ґрунтотворних породах є однією з причин різкого його вмісту у ґрунтах; накопичення гумусу у ґрунтах збільшує вміст акумульованого фосфору. Вміст загального фосфору збільшується від дерново-підзолистих ґрунтів до чорноземів. Вміст рухомого (доступного для рослин) збільшується від дерново-підзолистих, бурих гірсько-лісових, буроземно-підзолистих до опідзолених лісостепових, чорноземом типовим, звичайним і південним; а далі зменшується до темно-каштанових та каштанових ґрунтів. У більшості випадків дерново-підзолисті, бурі гірсько-лісові ґрунти мають низький і дуже низький вміст рухомого P_2O_5; слабопідзолисті лісостепові (темно-сірі, чорноземи опідзолені) – середній і підвищений. Світло-сірі, сірі опідзолені ґрунти займають проміжне положення. Чорноземи типові майже на всій території країни відрізняються підвищеним і високим вмістом рухомих форм фосфору; близьку забезпеченість до них мають чорноземи звичайні і південні. Забезпеченість фосфором у темно-каштанових і каштанових ґрунтів відповідає градація – середня забезпеченість.

У загальному вигляді в Україні спостерігається залежність забезпеченості ґрунтів рухомим фосфором від генетичних особливостей ґрунтів, яка порушується регіональними особливостями ґрунтового покриву. Під впливом ерозійних процесів у всіх слабоеродованих ґрунтів вміст фосфору зменшується на 12-25 %, а у середньо- і сильноеродованих – на 28-55 % у порівнянні з нееродованими ґрунтами. За даними п'ятого туру агрохімічного обстеження, у ґрунтах України ресурси рухомого фосфору лімітовані і не відповідають оптимальним рівням, які забезпечують одержання високих урожаїв сільськогосподарських культур. Загальні запаси

фосфору, як правило, визначаються особливостями ґрунтотворних порід і процесу ґрунтоутворення. Для зернових колосових і льону площі районів із незадовільним забезпеченням фосфором значно менші, ніж для інтенсивних культур: кукурудзи, цукрового буряку, соняшнику і картоплі.

Калій. Роль калію у створенні екологічних умов для вирощування сільськогосподарських культур проявляється у тому, що він бере участь у вуглеводному і водному обміні, позитивно впливає на фотосинтез, накопичення цукрів і підвищує стійкість рослин до несприятливих погодних умов. Калій у значній мірі запобігає поляганню рослин, сприяє кращому розвитку лігніну, обмежує ураження хворобами і шкідниками. Виняткове значення калій має для культур–калієфілів (цукрового буряку, картоплі, овочів, продуктивність і особливо якість яких обумовлюється умовами калійного живлення.

Ґрунтові запаси калію у великій значно кількості знаходяться у мінеральній частині у складі солей, їх розміри визначаються майже винятково характером ґрунтотворної породи. Валовий вміст калію сягає межі 1,5–2,5 % . У піщаних і супіщаних ґрунтах його у 1,5–2,0 раза менше, ніж у важко-суглинкових і глинистих. Ступінь забезпеченості рослин калієм визначається наявністю його рухомих сполук, частка яких дорівнює 3–10 % у вигляді водорозчинної, обмінної і необмінної дози. У живленні рослин головне значення має обмінний калій, який перебуває у поглинутому стані колоїдним комплексом ґрунтів.

На території України найбільша кількість обмінного калію знаходиться у ґрунтах Степу (15–25 мг/100 г), менше (7–18 мг/100 г) – у Лісостепу і найменша (4–8 мг/100 г) – у ґрунтах Полісся. Ареали недостатнього забезпечення рухомим калієм і високої ефективності калійних добрив розташовані на ґрунтах, у яких 70–80 % містяться піщаних і крупнопилових фракцій. Вони обіймають зону Полісся, Закарпаття, Карпати, Прикарпаття; сильно– і слабоопідзолені ґрунти й чорноземи типові, які сформовані на фракції легкосуглинкових лесових порід. За вимогами до калійного живлення

основні культури розділяються на дві групи: 1) озима пшениця, жито, ячмінь, овес, кукурудза, льон; 2) цукровий буряк, соняшник, картопля. Культури другої групи безумовно більш вимогливі.

6.7. Теплозабезпеченість

Істотною характеристикою теплового режиму території відносно сільськогосподарських культур є тривалість теплого і вегетаційного періодів. Суми температур періоду вегетації характеризують і тривалість вегетаційного періоду і середню його температуру. З тривалістю періоду вегетації пов'язана тривалість біохімічних, біофізичних процесів, які визначають родючість ґрунту і швидкість фотосинтезу. На території України сума активних температур більша 10 ^{0}С підвищується від 2400-2600 на північному заході і півночі до 3200-3500 на півдні Степу й Закарпатті і до 3700-3900 на південному березі Криму; у Карпатах – падає до 1400-1800 ^{0}С. Додатковий вплив здійснює рельєф місцевості: при підйомі на кожні 100 м сума активних температур зменшується на 150^{0}С, (не тільки в Карпатах і в Криму, а й в Донбасі, на Волинсько-Подільській, Придніпровській височинах).

У цілому за цим показником в Україні можна вирощувати більшість сільськогосподарських культур від ранньостиглих до пізньостиглих сортів. Не мають обмежень у вирощуванні озима пшениця, жито, ячмінь, овес, картопля і льон; невеликі обмеження існують для соняшнику, а для цукрового буряку і кукурудзи ці обмеження стають істотними.

6.8. Вологозабезпеченість

Вологозабезпеченість є другим важливим кліматичним фактором у житті рослин. Найбільш інтенсивне накопичення біомаси відбувається в умовах достатньої зволоженості. У науковій літературі під оптимальним зволоженням розуміється зволоженість ґрунту у межах від найменшої пальової зволоженості до зволоженості розриву капілярів (ВРК). Волога у цих межах легкорухома і доступна для рослин, а аерація ґрунту не порушується. При інших сприятливих умовах така зволоженість забезпечує максимальну врожайність. Зменшення зволоженості нижче оптимуму призводить до додаткових витрат енергії на подолання водоутримуючої сили

ґрунту й ослаблення фотосинтезу, а отже падіння темпів утворення біомаси. Найбільш високі запаси продуктивної вологи на період посіву ранніх зернових у шарі ґрунту 0-20 см (більше 50 мм) спостерігаються у Прикарпатті і західних областях (40-50 мм). До північної межі Південного степу вони коливаються у діапазоні 30-40 мм, а далі до передгір'я Криму – нижчі 30 мм, в окремі роки – навіть менші 20 мм (табл. 84).

Таблиця 84

Забезпеченість запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20см на період посіву ранніх зернових, %

Зони	Запаси продуктивної вологи, мм			
	10-20	20-30	30-40	>40
Полісся	100	90	75	25
Лісостеп	100	100	95	60
Степ	100	95	65	25
Південний степ	100	95	35	0

При запасах продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 см (більше 50 мм) ґрунтовий клімат оцінюється як надмірно вологий, 30-40 мм (вологі 20-30 мм) – помірно вологий, менше 10 мм – сухий. Ґрунтовий клімат у цей період на більший частині території України оцінюється як вологий. Тобто запаси вологи на час посіву ранніх зернових визначають достатніми. У міру росту температур повітря у квітні-травні вологозабезпеченість культур ускладнюється.

6.9. Гідротермічний коефіцієнт

Вирішальну роль у формуванні врожаю відіграє забезпеченість теплом і вологою. Сприятливе сполучення цих факторів у період росту і розвитку рослин дозволяє отримати максимальний урожай. Для комплексної оцінки умов зволоженості певної території використується - гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК), який відносно дорівнює суми опадів за теплий період до суми температур >10 ^{0}С , яка зменшена у 10 разів. Цей коефіцієнт є показником умов зволоженості й ураховує як надходження вологи у вигляді опадів, так і загальні їх втрати на випаровування. При значенні ГТК менше

0,7 створюються дуже посушливі умови, 0,7-1,0 – посушливі, 1,0-1,3 – недостатньо вологі, 1,3-1,6 – вологі, 1,6-2,0 – дуже вологі, більше 2,0 – надмірно вологі.

Забезпеченість вологою зменшується із заходу і північного заходу на південь і південний схід, що обумовлюється не тільки зменшенням опадів, а й збільшенням випаровування у цьому напрямку. На зволоження території впливає висота над рівнем моря: ГТК збільшується у середньому 0,1 на кожні 100 м підйому. У цілому 2/3 території України знаходиться у зоні недостатнього зволоження, посушливої і дуже посушливої зонах. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальне значенням ГТК перебуває у межах 1,0-1,5. Важливим показником є імовірність проявлення певного значення ГТК. При використанні середніх значень ГТК ступінь ризику дорівнює 40-50 %.

6.10. Рівень і мінералізація підґрунтових вод

Рівень підґрунтових вод (РПВ) – це висота стояння вільної поверхні води. Збільшення РПВ викликає підтоплення сільськогосподарських угідь. Різні культури по-різному реагують на таке явище. Багаторічні трави витримують підтоплення протягом 15 діб, зернові і просапні культури – не більше 10 діб. Якщо вода піднімається над поверхнею землі до 0,3 м, культури гинуть.

Існує певна критична глибина ґрунтових вод (Нкр), при який створюється оптимальний водно-повітряний режим для вирощування сільськогосподарських культур і не виникає загрози вторинного засолення ґрунтів. Визначення Нкр насамперед необхідне при обґрунтуванні меліоративних робіт. У Поліссі засореджені масиви земель з високим РПВ (<2,5 м). Із просуненням на південний схід глибина залягання підґрунтових вод поступово збільшується. У Криму і Сухому Степу розташовані землі з глибоким РПВ. На інших територіях України відносно РПВ складається строката картинка. Закономірність його розподілу має дискретно-інтрозональний характер. Азональність обумовлюється місцевими

особливостями: рельєфом, розвитком карстових явищ, виходом на поверхню вод тощо.

Мінералізація (засоленість) підґрунтових вод – ступінь насиченості природних вод мінеральними речовинами (солями). Відповідно класифікації ЮНЕСКО виділяються прісні води з мінералізацією менше 1 г/л, слабозасолені – 1-3, середньозасолені (солонуваті) – 3-Ю, солоні – 10-35 і ропа – більше 35 г/ л. Екологічне значення цього показника проявляється тільки за умови, коли РПВ розташований вище 5 м до поверхні землі. При такому випадку розчинені солі по капілярах потрапляють з водою у кореневий шар ґрунту, що викликає засолення верхніх горизонтів – вода випаровується, а солі залишаються.

Накопичення у кореневмісному шарі ґрунту солей пригнічує розвиток культур і навіть веде до їх загибелі. Культурні рослини мають різний ступінь стійкості до солей. Серед зернових культур найбільш чутлива кукурудза, бобові культури теж мало стійки до накопичення солей. Плодові, за винятком груші, смоківниці і винограду зовсім не витримують засолених ґрунтів. Стійкість рослин до солей істотно корегується едафічними і погодними умовами. На глинистих ґрунтах в умовах високих температур вона зменшується; на легких ґрунтах і у вологих умовах – збільшується. З підвищенням вмісту органічної речовини у ґрунті стійкість рослин до солей збільшується. Підґрунтові води на більшій частині території України незасолені або слабозасолені (до 3 г/л). Тому більшість культур не лімітується цим показником. Але на півдні України є земельні масиви, де високомінералізовані підґрунтові води (>10 г/л) відіграють роль негативного екологічного чинника, який може різко зменшити врожайність культур чи зовсім довести рослини до загибелі.

6.11. Забруднення ґрунтів важкими металами

Промислові підприємства України в атмосферу в середньому за рік викидають біля 16 млн т шкідливих речовин. До числа найбільш агресивних відносять важкі метали (молекулярна маса більше 50 в.о.). За деякими

оцінками науковців близько 20 % орних земель країни у тій чи інший мірі забруднено важкими металами. Чорноземні ґрунти страждають від забруднення менше, ніж ґрунти, у яких проходять елювіально-ілювіальні процеси. Але накопичення важких металів у ґрунтах різного генезису безпечне лише до певного рівня, поки рослина здібна протистояти забрудненню.

Найбільш толерантні до забруднення важкими металами ранні зернові культури. Дещо поступаються зерновим колосовим за рівнем адаптивного потенціалу до важких металів кукурудза і соняшник. Найбільш уразливі до впливу важких металів цукровий буряк і картопля. Льон є технічною культурою для виробництва технологічної сировини, що дозволяє вирощування на забруднених землях.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Як використовуються для оцінки агроекологічних умов розвитку сільськогосподарських культур:

1) потужність гумусованого шару ґрунтів;
2) гранулометричний склад ґрунтів;
3) щільність ґрунтів;
4) реакція ґрунтового розчину;
5) вміст гумусу;
6) Вміст поживних речовин;
7) тепло забезпеченість;
8) вологозабезпеченість;
9) гідротермічний коефіцієнт;
10) рівень і мінералізація підґрунтових вод;
11) забруднення ґрунтів важкими металами.

РОЗДІЛ 7. ОЦІНКА ЯКОСТІ ЗЕМЕЛЬ ЯК СКЛАДОВА ЧАСТИНА ДЕРЖАВНОЇ ҐРУНТООХОРОННОЇ ПОЛІТИКИ

Основними принципами державної політики у сфері охорони земель є:

- забезпечення охорони земель як основного національного багатства Українського народу;
- пріоритет вимог екологічної безпеки у використанні землі як просторового базису, природного ресурсу і основного засобу виробництва;
- відшкодування збитків, заподіяних порушенням законодавства України про охорону земель;
- нормування і планомірне обмеження впливу господарської діяльності на земельні ресурси;
- поєднання заходів економічного стимулювання та юридичної відповідальності в галузі охорони земель;
- публічність у вирішенні питань охорони земель, використанні коштів Державного бюджету України та місцевих бюджетів на охорону земель.

Але, нажаль, болючі проблеми в землекористуванні та охороні земель, сьогодні в Україні не вирішуються и стають хронічними. Головними з них є:

1. Відсутність стратегії у землекористуванні та охороні земель, порушення законів землеробства, екологічної рівноваги, зневажання концепцією сталого землекористування.

2. Відсутність дієвих національних, галузевих і регіональних програм з охорони земель.

3. Фетишизація форм власності на землю і неприйняття технологій раціонального використання земель (жодна, навіть найбыльш прогресивна приватна форма власності не замінить технологій вирощування культур і охорони ґрунтів).

4. Екстенсивність використання земель.

5. Відсутність з 1991 р. будь-яких конкретних кроків щодо:

- виведення земель із ріллі, площа якої надмірна і не обґрунтована ні з економічної, ні з екологічної точки зору;

- консервації деградованих земель;

- впровадження агролісомеліоративних заходів, гідротехнічних меліорацій, реконструкції осушуваних і зрошуваних систем, хімічних меліорацій;

- рекультивації;

- розширення природно-заповідних територій.

6. Відсутність налагодженої постійно діючої інформаційної системи щодо стану і динаміки ґрунтів (моніторинг), навіть у зонах із кризовим станом.

7. Відсутність ефективних екологічних важелів у землекористуванні, недосконалість нормативно-правової бази.

8. Відсутність стабільного й ефективного механізму фінансування заходів з охорони земель.

9. Галузевий підхід до використання земель, зниження рівня керованості у землекористуванні – основні причини деградації й екологічних негараздів.

Досвід захисту ґрунтового покриву в Україні однозначно свідчить про те, що ця проблема немає простого рішення. За радянських часів витрачені величезні кошти й сили, але це дозволило лише зменшити темпи прискорення інтенсивності ерозійних процесів. Починати слід з оптимізації структури земельних угідь.

Скорочення ріллі не призведе до зменшення товарної рослинницької продукції, якщо буде наведено елементарний порядок у використанні земель, які залишаються в інтенсивному обробітку. Виведення з інтенсивного сільськогосподарського використання малопродуктивних земель (деградованих, низько технологічних тощо) зумовлює не лише зменшення екологічного ризику, а й припинення розпорошення коштів, ресурсів і праці.

Світовий досвід свідчить, що підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва можливе лише за умов інтенсивного використання високородючих ґрунтів і зниження вкладень у малопродуктивні землі.

Необхідно зазначити, що сьогодні в Україні ігнорується чи недооцінюється висока природоохоронна ефективність полезахисного лісорозведення – творіння вітчизняної науки. На сьогодні практично зупинене садіння лісових смуг, не виконується їх технологічний ремонт. С.В. Зонн і А.П. Травлєєв вважають, що у лісостеповій і лісових зонах важливим є збереження або доведення лісистості відповідно до 30 і 40 % від загальної площі, рівномірний розподіл лісів за територією для виконання теплорегулюючого впливу на ґрунти і посіви. Учені рекомендують у степовій і напівпустельній зонах довести лісистість до 8-10 % від орних земель[65]. Вважаємо це є доцільним.

Необхідно вказати ще на одну гостру проблему сучасного землекористування – недосконалість організації території господарств (принципи організації плакорних територій були фактично скрізь перенесені на схили). Основні помилки: прямокутна форма полів, розташування полезахисних лісосмуг та інших постійних рубежів уздовж схилів, ігнорування законів розвитку і трансформації ландшафтів. В Україні в основних землеробських регіонах природні ландшафти майже не збереглися. Тому вирішити проблему може лише конструювання протиерозійно і меліоративно упорядкованих агроландшафтів, які за ступенем буферності, авторегулювання і саморозвитку не повинні поступатися колишнім природним ландшафтам і мають бути з достатньою надійністю спрямовані на захист ґрунтового покриву при екстремальних проявах факторів ерозії та дефляції.

Розподілу територій великих господарств за приватними й іншими землекористувачами має передувати протиерозійне й меліоративне упорядкування (хоча б у вигляді проектів) водозборів. Це спрацьовує навіки,

оскільки економічні рубежі, зроблені на приватній основі, долаються лише революціями, яких наша країна не переживе. Розподіл землі необхідно робити саме за цими проектами, які в подальшому за державні кошти реалізуються в натурі, тобто проводиться формування протиерозійного захисту заходами постійної дії: гідротермічні споруди, лісосмуги, інфраструктура стоку тощо.

Державний контроль якості земель має здійснюватися за основними параметрами, що визначають родючість ґрунтів, та можуть бути кількісно виміряні з мінімальною похибкою та гарантованим повторюванням результатів при проведенні незалежної екологічної експертизи. Отже, використання порівняльного методу та методів з використанням розрахункових коефіцієнтів має бути зведене до мінімуму. Періодичні спостереження за зміною визначеного набору ґрунтових параметрів дають змогу встановити наявність, небезпеку й темпи розвитку окремих деградаційних процесів і своєчасно вжити заходів щодо їх припинення. Саме коректна кількісна діагностика зміни властивостей ґрунтів унаслідок їх раціонального або нераціонального використання є основою для економічного стимулювання ґрунтоохоронних заходів та встановлення юридичної відповідальності за порушення земельного законодавства, зокрема штрафних санкцій, припинення використання земельної ділянки тощо.

Нині роль держави у здійсненні охорони і раціонального використання земель катастрофічно низька. У процесі проведення земельної реформи має місце повне ігнорування ґрунтоохоронних аспектів сільськогосподарського виробництва. Приватна форма власності автоматично не забезпечує охорони сільськогосподарських земель і ландшафтів. Навпаки, світовий досвід свідчить, що без надійного контролю з боку держави, здирницька, хижацька їх експлуатація різко прискориться. Потрібен жорсткий, а головне, дієвий державний контроль за всіма землекористувачами, незважаючи на форму власності на землю, як того вимагає Конституція України.

Кожен землекористувач повинен одержати сертифікат якості своєї земельної ділянки на „нуль-момент”, який є обов’язковим доповненням до державного акту на право володіння чи користування земельною ділянкою.

Логічна схема державної оцінки якості земель наведена на рис. 10.

Коментарі до схеми:

Блок 1. Підставою для оцінки впливу на ґрунти способу їх використання є порівняння основних параметрів ґрунту до, та під час (або після) використання. Нажаль, існуючі на сьогодні в Україні дані щодо хімічних, фізико-хімічних та більшої частини фізичних властивостей ґрунтів головним чином застарілі і не можуть бути використані для коректної оцінки внеску сучасного, “післяреформеного” землекористування у формування якості ґрунтів.

Сертифікація земельних ділянок потребує розробки нової методики паспортизації земель, для чого необхідне проведення значного обсягу робіт. Певні кроки в цьому напрямку вже зроблені, розробляється перелік властивостей, ґрунтів, що обов’язкові для визначення, установлюється необхідна періодичність спостережень тощо.

Основою для проведення сертифікації земельних ділянок мають бути вже існуючи доробки з їх корегуванням та вдосконаленням відповідно до потреб сьогодення. В Україні проводилася агрохімічна паспортизація земель згідно з Указом Президента України від 2 грудня 1995 р. за №1118/95 "Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення" [193].. Обласні центри виконували детальну агрохімічну паспортизацію полів. Агрохімічна паспортизація земель здійснювалася згідно з Керівним нормативним документом "Еколого-агрохімічна паспортизація полів та земельних ділянок" (1996), який був розглянутий та затверджений Технічною радою "Украгрохім" 24 січня 1995 р. Форма агрохімічного паспорта була затверджена Мін'юстом 29.09.95 За період 1996—2000 рр. в Україні обстежено земель на площі 27313 тис. га, на яку видано агрохімічні паспорти, що характеризують сучасний стан родючості

ґрунтів і ступінь їхнього забруднення.

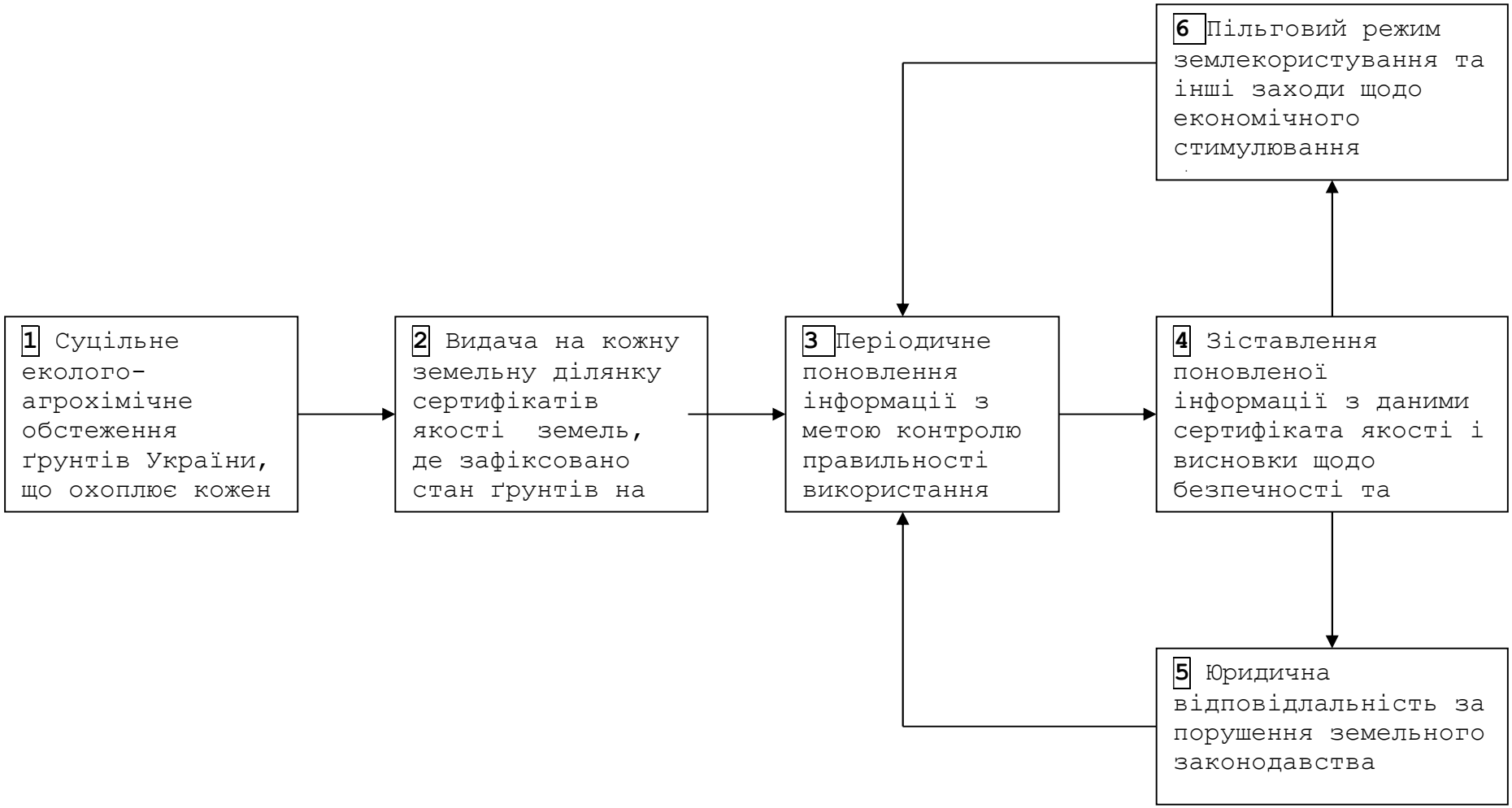

Рис. 10. Логічна схема державної оцінки якості ґрунтів з метою контроляземлекористування

Однак методика агрохімічної паспортизації спрямована насамперед за все на визначення нормативного рівня родючості земельних ділянок, та не призначена для визначення початкового рівня деградації ґрунтів і контролю за темпами їх розвитку. У той же час саме це є одним з основних завдань сертифікації земельних ділянок при наданні їх у користування. Тому перелік показників, які визначаються, потребує корегування. По перше, він має включати ряд показників, обов'язкових для визначення на всіх ділянках, та додаткові параметри, кількість яких залежить від особливостей розміщення та використання ділянки.

Блок 2. Сертифікація земель – це процедура засвідчення у встановленій формі того, що землі даної ділянки мають певні конкретні якісні та кількісні характеристики, відповідають встановленим нормативам та можуть бути використані для певного виду сільськогосподарської діяльності.

Сертифікація земель (ґрунтів) здійснюється з метою об'єднання законодавчо встановлених процедур у галузі використання й охорони земель, що включають:

– оцінку сучасного стану земель і якості ґрунтів;

– оцінку родючості ґрунтів;

– визначення придатності земель до вирощування конкретних сільськогосподарських культур, у тому числі екологічно чистих продуктів дитячого та дієтичного харчування;

– бонітування земель;

– економічну оцінку земель та грошову оцінку земельних ділянок;

– розроблення сучасних агротехнологій з охорони і підвищення родючості ґрунтів;

– визначення гарантованих кількісних показників продукції та якісних показників урожайності сільськогосподарських культур;

– надання рекомендацій щодо застосування пестицидів, агрохімікатів тощо;

– установлення обмежень для використання родючих ґрунтів не за

призначенням.

Блок 3. Вимоги щодо інформації про стан ґрунтів:

а) регулярність оновлення зі встановленою для кожного з параметрів періодичністю. Періодичність оновлення залежить від динамічності показника, особливості використання ґрунту (наприклад, богарні чи зрошувальні) та встановленої небезпеки деградації ґрунту;

б) усі аналізи ґрунтів мають проводитися у сертифікованих аналітичних лабораторіях, що мають дозвіл на проведення сертифікаційних робіт;

в) усі аналізи ґрунтів повинні проводитися за єдиними для всієї України стандартними методиками із дотриманням усіх необхідних вимог до якості аналізів.

Блок 4. Визначення середнього ступеня деградації ґрунту за абсолютними значеннями ґрунтових параметрів можна проводити за вже розробленими методиками. Але для коректної оцінки змін ґрунту за нетривалий час необхідна розробка нових нормативів оцінки, заснованих на визначенні збитків від зміни кожного з основних ґрунтових параметрів на одну одиницю. Прикладом такої оцінки є оцінка збитків від дегуміфікації за нормативною вартістю 1т втраченого гумусу, яка дорівнює 200 у.о.

Блок 5. Існуюча на сьогодні в Україні система штрафних санкцій за порушення земельного законодавства не витримує ніякої критики. Так, у ст. 52 Кодексу України про адміністративні правопорушення встановлена відповідальність за “псування і забруднення сільськогосподарських та інших земель” у вигляді штрафу з громадян 6-12 неоподаткованих мінімумів доходу, з посадових осіб – 8-15 неоподаткованих мінімумів доходу, тобто у розмірі 100-200 грн. Можна стверджувати, що такі розміри штрафів, накладення яких важко довести, стимулюють не охорону ґрунтів, а їх занедбання та руйнування. Необхідна докорінна зміна законодавства щодо розміру та порядку встановлення відповідальності за порушення земельного законодавства.

Таблиця 85

Переведення ріллі у природні кормові вгіддя та заліснення, тис. га

Зони, області	Еродовані схили, 3^0 і більше	Малопродуктивні землі	Водоохоронна зона	Засолені	Інші	Усього	% до землі в обробітку
Степ	**1517,5**	**1165,4**	**477,2**	**326,4**	**660,2**	**4146,7**	**26,6**
Автономна Республіка Крим	43,6	81,5	21,5	110,9	51,2	308,7	25,6
Кіровоградська	244,2	80,6	35,3	0,6	143,8	504,5	29,1
Дніпропетровська	202,7	123,4	81,0	38,4	90,4	535,9	25,4
Запорізька	164,1	142,3	74,8	24,7	86,2	492,1	26,1
Одеська	360,8	75,2	48,9	23,0	42,6	550,5	26,5
Миколаївська	102,1	197,3	65,8	17,9	77,6	460,7	27,0
Херсонська	12,6	218,2	48,6	70,8	87,0	437,1	24,7
Донецька	173,9	174,6	63,4	22,2	39,6	473,7	28,5
Луганська	213,5	72,3	38,0	17,9	41,8	383,5	27,7
Лісостеп	**1715,6**	**584,2**	**354,0**	**37,5**	**399,2**	**3090,5**	**25,8**
Вінницька	394,3	31,5	14,9	-	19,6	460,3	26,6
Київська	83,9	145,7	60,1	1,7	49,8	341,2	24,3
Черкаська	178,6	40,1	52,0	3,1	40,9	314,7	24,5
Полтавська	90,5	189,2	85,7	6,4	87,9	459,7	25,4
Харківська	253,5	86,2	57,1	25,6	63,1	485,5	24,8
Сумська	92,6	91,5	65,2	0,7	87,2	337,2	25,6
Хмельницька	349,8	-	-	-	23,9	373,7	29,9
Тернопільська	195,2	-	19,0	-	26,8	241,0	27,6
Чернівецька	77,2	-	-	-	-	77,2	22,7
Зона Полісся	**461,0**	**430,2**	**206,2**	**25,6**	**269,2**	**1392,2**	**26,2**
Чернігівська	20,9	198,1	78,5	25,6	91,3	414,4	29,3
Житомирська	35,2	132,4	66,5	-	77,6	311,7	28,3
Рівненська	81,9	41,8	16,5	-	25,9	166,1	24,9
Волинська	57,5	54,5	18,0	-	41,1	171,1	24,8
Львівська	171,5	3,4	9,4	-	23,9	208,2	24,7
Івано-Франківська	79,7	-	7,6	-	9,4	96,7	23,7
Закарпатська	14,3	-	9,7	-	-	24,0	12,0
Всього по Україні	**3694,1**	**2179,8**	**1037,4**	**389,5**	**1328,6**	**8629,4**	**26,3**

Таблиця 86

Сільськогосподарське використання земельного фонду України, тис. га

Зони, області	Всього землі	У т. ч. с.-г. вугіддя	З них ріллі	Розораність, %	Переводиться у природні кормові вугіддя і заліснення	Залишається в ріллі в усіх категоріях господарств	Розораність, %
Степ	**25019,8**	**19159,9**	**15575,3**	**81,3**	**4146,8**	**11428,5**	**60**
Автономна Республіка Крим	2694,5	1824,2	1207,6	66,2	308,7	898,9	49,3
Кіровоградська	2458,8	2043,7	1774,5	86,8	504,5	1270,0	62,1
Дніпропетровська	3192,3	2512,9	2110,3	84,0	535,9	1574,4	62,6
Запорізька	2718,3	2242,1	1888,1	84,2	492,1	1396,0	62,3
Одеська	3331,3	2590,4	2078,0	80,2	550,5	1527,5	59,0
Миколаївська	2458,5	2013,0	1703,7	84,6	460,7	1243,0	61,7
Херсонська	2846,1	1965,5	1770,8	90,1	437,1	1333,7	67,8
Донецька	2651,7	2048,1	1659,3	81,0	473,1	1185,6	57,9
Луганська	2668,3	1920,0	1383,0	72,0	383,5	999,5	52,0
Лісостеп	**20291,4**	**14580,2**	**11961,6**	**82,0**	**3090,5**	**8871,1**	**60,8**
Вінницька	2649,2	2020,1	1730,6	85,7	460,3	1270,3	62,9
Київська	2895,7	1684,3	1402,4	83,3	341,2	1061,2	63,0
Черкаська	2091,6	1456,3	1283,6	88,1	314,7	968,9	66,5
Полтавська	2875,0	2186,5	1809,2	82,7	459,7	1349,5	61,7
Харківська	3141,8	2422,6	1957,3	80,8	485,5	1471,8	60,7
Сумська	2383,2	1710,6	1318,2	77,1	337,2	981,0	57,3
Хмельницька	2062,9	1569,1	1247,5	79,5	373,7	873,8	55,7
Тернопільська	1382,4	1055,7	872,4	82,6	241,0	631,4	59,8
Чернівецька	809,6	475,0	340,4	71,7	77,2	263,2	55,4
Полісся	**15043,6**	**8086,4**	**5320,6**	**65,8**	**1392,2**	**3928,4**	**48,6**
Чернігівська	3190,3	2108,8	1414,7	67,1	414,4	1000,3	47,4
Житомирська	2982,7	1594,8	1101,4	69,1	311,7	789,7	49,5
Рівненська	2005,1	927,1	665,7	71,0	166,1	499,6	53,3
Волинська	2014,4	1067,4	688,7	64,5	171,1	517,6	48,5
Львівська	2183,1	1275,6	842,0	66,0	208,2	633,8	49,7
Івано-Франківська	1392,7	637,6	408,0	64,0	96,7	311,3	48,8
Закарпатська	1275,3	465,1	200,1	43,0	24,0	176,1	37,9
Усього по Україні	**60354,8**	**41826,5**	**32857,5**	**78,5**	**8629,4**	**24228,1**	**57,9**

Таблиця 87

Площа еродованих орних земель України, тис. га (дані за 1989-1999 рр.)

Зони, області	Всього	У тому числі					
		сильноеродованих		середньоеродованих		слабоеродованих	
		тис. га	%	тис. га	%	тис. га	%
Степ	**5843,8**	**4446,4**	**81**	**1184,8**	**15**	**255,6**	**4**
Автономна Республіка Крим	143,1	114,4	80	24,4	17	4,3	3
Кіровоградська	852,3	647,7	76	187,6	22	17,0	2
Дніпропетровська	838,6	712,8	85	109,1	13	16,7	2
Запорізька	642,2	359,6	56	179,8	28	102,8	16
Одеська	901,1	675,8	75	189,3	21	36,0	4
Миколаївська	362,0	257,0	71	94,1	26	10,9	3
Херсонська	145,2	116,1	80	21,8	15	7,3	5
Донецька	1024,8	768,7	75	204,9	20	51,2	2
Луганська	934,5	794,3	85	130,8	14	9,4	1
Лісостеп	**3228,7**	**2428,1**	**73**	**657,8**	**21**	**142,8**	**6**
Вінницька	593,1	468,6	79	106,7	18	17,8	3
Київська	140,5	89,9	64	30,9	22	19,7	14
Черкаська	318,9	213,7	67	73,4	23	31,8	10
Полтавська	241,7	195,7	81	38,8	16	7,2	3
Харківська	791,2	688,4	87	94,9	12	7,9	1
Сумська	216,9	188,7	87	26,0	12	2,2	1
Хмельницька	482,4	294,2	61	168,9	35	19,3	4
Тернопільська	303,6	200,4	66	78,9	26	24,3	8
Чернівецька	140,4	88,5	63	39,3	28	12,6	9
Зона Полісся	**665,6**	**407,6**	**63**	**189,9**	**27**	**68,1**	**10**
Чернігівська	44,2	30,9	70	10,7	25	2,6	6
Житомирська	48,6	27,3	56	16,5	34	4,8	10
Рівненська	129,6	59,6	45	40,2	31	29,8	23
Волинська	123,0	76,3	62	33,2	27	13,5	11
Львівська	194,1	124,2	64	60,2	31	9,7	5
Івано-Франківська	91,0	60,1	66	24,6	27	6,3	7
Закарпатська	35,1	29,2	83	4,5	13	1,4	4
Усього по Україні	**9738,1**	**7282,1**	**75**	**1989,5**	**21**	**466,5**	**4**

Блок 6. Деградація земель – необов’язковий супутник землекористування. Дбайливе господарювання може не лише зупинити, а й

навіть обернути ряд деградаційних процесів та поліпшити такі властивості ґрунтів, як вміст гумусу та поживних елементів. Однак таке господарювання потребує значного вкладення коштів, значно більшого за розмір встановлених державою штрафів за псування земель. Отже, дбайливих господарів, які зупинили деградацію та не допускають її розвитку, необхідно заохочувати, частково повертаючи їм витрачені на захист земель кошти. Система економічного стимулювання землевласника також потребує розробки.

7.1. Правове забезпечення

Україна має значні земельні ресурси, за даними Держкомзему [6] її земельний фонд становить 60,3 млн. га. Понад 2/3 території займають сільськогосподарські землі, з яких 77,8%, або 32,5 млн. га це орні землі. Розораність сільськогосподарських угідь в Україні є найвищою в Європі та досягає 82%, а в окремих областях — 90—95, та навіть, у деяких районах, 96—99%. Внаслідок нераціонального землекористування орних земель, на значній їх площі, що за різними оцінками складає 40-60%, поширюються процеси деградації ґрунтів. Тільки водній та вітровій ерозіям в Україні піддаються понад 15 млн. га сільськогосподарських угідь, або 35,2% їхньої загальної площі, деградовано близько 60% чорноземів. Окрім ерозії, поширеними процесами деградації ґрунтів в Україні є дегуміфікація, що простежується майже для всіх орних земель, фізична деградація, що проявляється у переущільненні та втраті ґрунтової структури, засолення та осолонцювання, хімічне та радіонуклідне забруднення ґрунтів. Крім того, більша частина території України знаходиться в зоні недостатнього зволоження, а площа кліматичного опустелювання для України складає, за деякими даними, 35% території.

З 2003 року в Україні поступово зростала увага уряду до проблем охорони земель від деградації, за цей період значно покращена законодавча база щодо охорони земель. З метою покращання контролю за використанням та охороною земель у 2003 р. створена спеціальна Державна інспекція з

контролю за використанням і охороною земель при Державному комітеті із земельних ресурсів України, у 2005 р. вирішено створити Службу охорони ґрунтів України при Міністерстві аграрної політики України. У 2006 році активізувалася робота щодо виконання Україною міжнародних зобов'язань по боротьбі з опустелюванням. У 2007 році подано на розгляд Кабміна проект закону України "Про загальнодержавну програму використання та охорони земель". Приймаються певні зусилля щодо прийняття Закону «Про охорону ґрунтів.

В Україні вже створено певне правове поле законодавчого забезпечення КБО, а саме:

- Конституція України;

- Земельний кодекс, Водний кодекс, Лісний кодекс, Адміністративний кодекс, Кримінальний кодекс;

- Система Законів України (ЗУ) щодо управління земельними ресурсами та земельними відносинами;

- Закони України „Про охорону земель" і „Про державний контроль за використанням та охороною земель"

- Знаходиться в роботі низка проектів Законів, що передбачені прикінцевими статтями означених Кодексів, як рамочних Законів України; уточнюються самі Кодекси, наприклад останні зміни до КУАП внесені 15 квітня 2008 року ЗУ «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо посилення відповідальності за порушення вимог земельного законодавства» N 271-VI.

Отже, в Україні існують певні юридичні підстави для ефективної боротьби із прогресуючою деградацією земельних ресурсів, та робляться активні кроки щодо покращання законодавчого забезпечення охорони земель, зокрема, прийнятий перелік законопроектів, що мають в першочерговому порядку розглянуті Кабінетом Міністрів України [192].Однак, треба відмітити, що земельне законодавство України лишається ще досить недосконалим, крім того, недостатня увага приділяється

правовому забезпеченню соціальних та економічних аспектів боротьби із деградацією земель та ґрунтів.

Останніми роками стан нормативно-правового забезпечення охорони і підвищення родючості ґрунтів суттєво поліпшився. Але, для більшості Законів України не створена система їх реалізації: невідпрацьовані необхідні нормативні документи, а головне, не створена розгалужена система реалізації природоохоронної державної політики

На сьогоднішній день основна проблема встановлення відповідальності за порушення земельного законодавства полягає у відсутності методик адекватної оцінки збитків, нанесених земельним ресурсам внаслідок недбалого землекористування, аварій, непроведення рекультивації, незаконного будівництва, та інших видів порушення земель.

Як показує аналіз даних про результати роботи Державної інспекції з контролю за використанням і охороною земель абсолютна більшість виявлених порушень земельного законодавства, за які накладено покарання згідно закону, стосуються самовільного зайняття земельних ділянок, або самовільної зміни їх меж. Так, за результатами роботи Держземінспекції у першому півріччі 2006 року накладено штрафів на загальну суму понад 1,7 млн. грн., з яких стягнено біля 1 млн. грн., причому, 61% виявлених порушень становили порушення, пов'язані із самовільним зайняттям земельних ділянок, близько 11% - з використанням земель не за цільовим призначенням та лише понад 5% - з псуванням сільськогосподарських та інших земель. Виявлені випадки порушення земельного законодавства стосувалися незадовільного виконання законодавства щодо охорони прибережних захисних смуг, використання земель природних заповідних територій, та порушення в питанні надання і вилучення земельних ділянок. В 2007 році інспектори територіальних органів Держземінспекції здійснили понад 130,6 тис. перевірок стану дотримання вимог земельного законодавства, при цьому було виявлено 82 тис. порушень земельного законодавства. Серед виявлених порушень найбільшу частку становить

самовільне зайняття та використання земельних ділянок без правовстановлюючих документів (43,1 тис. на загальній площі понад 845 тис. га), невиконання законних розпоряджень та приписів (понад 26,3 тис.) та використання земель не за цільовим призначенням (4,4 тис. на площі понад 24,5 тис. га).

Нами проведений аналіз сучасного Українського законодавства (станом на 1 січня 2007 р.) в галузі охорони земель. Результати аналізу взаємовідповідності основних нормативних документів, що встановлюють юридичну відповідальність за порушення відповідного законодавства наведено в таблиці 88. Цивільна відповідальність, що полягає у відшкодуванні нанесених збитків та поверненні в дані таблиці не розглядається.

Таблиця 88

Юридична відповідальність за порушення земельного законодавства в Україні. (станом на 1 січня 2007 р.)

Порушення	**Відповідальність**	
	Адміністративна[1]	**Кримінальна[2]**
Земельний кодекс України. Ст.211 Відповідальність за порушення земельного законодавства		
п. 1в. Псування сільськогосподарських угідь та інших земель та їх забруднення;	ст. 52. Псування і забруднення сільськогосподарських та інших земель штраф з громадян 6-12 н.м.д.[3], з посадових осіб-8-15 н.м.д.	СТ.239. ЗАБРУДНЕННЯ АБО ПСУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ Якщо це створило небезпеку життя, здоров'я людей чи довкілля – штраф 200 н.м.д. або позбавлення права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю на строк до 3 років.

Продовження таблиці 88

Порушення	Відповідальність	
	Адміністративна[1]	Кримінальна[2]
п. 1г. Розміщення, проектування, будівництво, введення в дію об'єктів, що негативно впливають на стан земель;	СТ. 53. . ПОРУШЕННЯ ПРАВИЛ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ. ТЯГНЕ ЗА СОБОЮ ШТРАФ НА ГРОМАДЯН 3-20 Н.М.Д., НА ПОСАДОВИХ ОСІБ - 10-25 Н.М.Д..	ст.239. Забруднення або псування земель. Якщо це спричинило загибель людей, екологічне забруднення значних територій – обмеження волі від 5-ти до 10 років з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю на строк до 3 років.
п. 1 є. Приховування від обліку і реєстрації та перекручування даних про стан земель, розміри та кількість земельних ділянок;	ст. 53[2] Приховування або перекручення даних земельного кадастру штраф на посадову особу 3-10 н.м.д.	-[4]
п. 1ж. Непроведення рекультивації порушених земель;	немає повної відповідності, частково враховується в ст. 54 Несвоєчасне повернення тимчасово займаних земель або неприведення їх у стан, придатний для використання за призначенням , та ст. 57. Порушення вимог щодо охорони надр	-
п. 1з. Знищення або пошкодження протиерозійних і гідротехнічних захисних насаджень;	ст. 53 Порушення правил використання земель .штраф на громадян 3-20 н.м.д., на посадових осіб - 10-25 н.м.д.	-
п. 1й. Невиконання умов знімання, збереження і нанесення родючого шару ґрунту;	Часткова відповідність ст. 54 Несвоєчасне повернення тимчасово займаних земель або неприведення їх у стан, придатний для використання за призначенням, штраф на громадян 5-9 н.м.д., на посадових осі б 9-18 н.м.д..	-
п. 1і. Самовільне відхилення від проектів землеустрою;	ст. 55 Самовільне відхилення від проектів внутрігосподарського землеустрою; штраф на громадян 1-8 н.м.д., на посадових осіб - 3-18 н.м.д.	-

Продовження таблиці 88

Порушення	Відповідальність	
	Адміністративна[1]	Кримінальна[2]
п. 1ї. Ухилення від державної реєстрації земельних ділянок та подання недостовірної інформації щодо них;	Стаття 53^2. Приховування або перекручення даних земельного кадастру; передбачає стягнення штрафу з посадових осіб - 3-10 н.м.д.	-
Водний кодекс України Стаття 110. Відповідальність за порушення водного законодавства		
п.3. Порушення режиму господарської діяльності у водоохоронних зонах та на землях водного фонду;	ст. 53. Порушення правил використання земель. Тягне за собою штраф на громадян 3-20 н.м.д., на посадових осіб- 10-25 н.м.д.	-
п.7 Самовільне проведення гідротехнічних робіт (будівництво ставків, дамб, каналів, свердловин);	ст. 53. Порушення правил використання земель. Тягне за собою штраф на громадян 3-20 н.м.д., на посадових осіб- 10-25 н.м.д..	-
Лісовий кодекс України .Стаття 98. Відповідальність за порушення лісового законодавства		
Знищення або пошкодження лісу внаслідок його забруднення хімічними та радіоактивними речовинами, виробничими і побутовими відходами, стічними водами, іншими шкідливими речовинами, підтоплення, осушення та інших видах шкідливого впливу;	Частково охоплюється ст.52. Псування і забруднення сільськогосподарських та інших земель, яка передбачає штраф на громадян 6-12 н. м д., на посадових осіб-8-15 н.м.д; та Стаття 73. Засмічення лісів відходами; штраф на громадян 1-3 н.м.д. і на посадових осіб – 3-7 н.м.д.	Якщо це спричинило загибель людей — позбавлення волі на строк до 5-ти років або позбавлення волі на той самий строк, з позбавленням права обіймати певні посади чи займатися певною діяльністю до 3-ох років.
Пошкодження сіножатей, пасовищ і ріллі на земельних ділянках лісового фонду;	-	-
Порушення строків повернення земельних ділянок лісового фонду, що перебувають у тимчасовому користуванні, або невиконання обов'язків щодо приведення їх у стан, придатний для використанням за призначенням;	ст. 54 Несвоєчасне повернення тимчасово займаних земель або неприведення їх у стан, придатний для використання за призначенням, штраф на громадян 5-9 н.м.д., на посадових осіб 9-18 н.м.д..	-

Продовження таблиці 88

Порушення	Відповідальність	
	Адміністративна[1]	Кримінальна[2]
Знищення або пошкодження лісоосушувальних каналів, дренажних систем і доріг на земельних ділянках лісового фонду, а також полезахисних лісових смуг, захисних лісових насаджень на смугах відгону автомобільних доріг, захисних лісових насаджень на смугах відводу залізниць, захисних лісових насаджень на смугах відводу каналів.	Ст. 74 Знищення або пошкодження лісоосушувальних канав, дренажних систем і шляхів на землях державного лісового фонду Тягне за собою штраф на громадян 1-3 н.м.д., на посадових осіб 3-7 н.м.д. Ст. 65[1]. Знищення або пошкодження полезахисних лісових смуг та захисних лісових насаджень штраф на громадян 5-10 н.м.д. і на посадових осіб - 7-12 н.м.д.	-
Закон України Про природно-заповідний фонд України Стаття 64. Види відповідальності за порушення законодавства про природно-заповідний фонд		
п. б -здійснення в межах територій та об'єктів природо-заповідного фонду їх охоронних зон забороненої господарської діяльності;	Ст. 91 штраф на громадян 3-8 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення та незаконно добутих природних ресурсів чи без такої, на посадових осіб - -5-10 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення.	-
п.е -порушення вимог щодо використання територій та об'єктів природо-заповідного фонду;	Ст. 91 штраф на громадян 3-8 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення та незаконно добутих природних ресурсів чи без такої, на посадових осіб - -5-10 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення.	-
п. є -перевищення допустимих хімічних, фізичних, біотичних та інших впливів і антропогенних навантажень, порушення вимог наданих дозволів на використання територій та об'єктів природо-заповідного фонду;	Ст. 91 штраф на громадян 3-8 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення та незаконно добутих природних ресурсів чи без такої, на посадових осіб - -5-10 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення.	Ст. 252 умисне знищення або пошкодження території та об'єктів природо-заповідного фонду - штраф 100-200 н.м.д. або обмеження волі на строк до 3-х років. Ті самі дії, вчинені шляхом підпалу або

Продовження таблиці 88

Порушення	Відповідальність	
	Адміністративна[1]	**Кримінальна[2]**
п.ж псування, пошкодження чи знищення природних комплексів територій та об'єктів природо-заповідного фонду та зарезервованих для включення до його складу;	Ст. 91 штраф на громадян 3-8 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення та незаконно добутих природних ресурсів чи без такої, на посадових осіб - - 5-10 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення.	Ст. 252 умисне знищення або пошкодження територій та об'єктів природо-заповідного фонду - штраф 100-200 н.м.д. або обмеження волі на строк до 3-ох років. Ті самі дії, вчинені шляхом підпалу або іншим загально небезпечним способом, якщо це спричинило загибель людей або інші тяжкі наслідки - позбавлення волі на строк від 5 до 20 років.
п.з самочинна зміна меж, відведення територій та об'єктів природно-заповідного фонду для інших потреб.	Ст. 91 штраф на громадян 3-8 н.м.д, з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення та незаконно добутих природних ресурсів чи без такої, на посадових осіб - - 5-10 н.м.д. з конфіскацією знарядь і засобів вчинення правопорушення.	

Примітки:

[1] встановлена Кодексом України про адміністративні правопорушення (КУАП)

[2] встановлена Кримінальним кодексом України

[3]н.м.д. – неоподаткований мінімум доходів громадян – згідно ЗУ "Про податок з доходів фізичних осіб" у частині кваліфікації злочинів або правопорушень сума неоподатковуваного мінімуму встановлюється на рівні податкової соціальної пільги, що згідно того ж ЗУ (в редакції ЗУ від 07.07.2005 р. N 2771-IV) встановлена у розмірі, що дорівнює 50% відсоткам однієї мінімальної заробітної плати (у розрахунку на місяць), встановленої законом на 1 січня звітного податкового року.

[4]- немає чіткої відповідності між положеннями нормативних актів, що аналізуються, в тому числі, у випадках коли законом встановлена цивільна відповідальність

Аналіз сучасного стану законодавства з охорони земель в Україні показав, що на сьогоднішній день зроблені лише перші кроки по його формуванню. На теперішній час, законодавство в частині захисту земель від деградації практично не працює. Це пов'язано із рядом причин:

- низький рівень передбачених законом штрафних санкцій, які фактично не можуть стимулювати землекористувача застосовувати витратні ґрунтозахисні технології;

- недостатня розробленість та низький рівень стандартизації методик оцінки деградації земель;

- складність процедури встановлення порушення законодавства в частині, що стосується погіршення властивостей ґрунтів, спричиненого недбалим землекористуванням;

- не відпрацьований механізм економічного стимулювання сталого землекористування, зокрема, стимулювання застосування ґрунтозахисних технологій;

- соціально-економічні проблеми сільськогосподарської галузі взагалі, низький рівень прибутковості сільськогосподарського виробництва та слабка платоспроможність значної частини землекористувачів;

- не відпрацьований механізм екологічного обмеження використання земель, попередження їх деградації.

Не дивлячись на прийнятий у 2003 р. “Закон про землеустрій” роботи із землеустрою сільськогосподарських підприємств фактично припинено, утрачено сівозміни, подрібнене землекористування без екологічної експертизи, не реалізуються проекти протиерозійної організації території. Роботи щодо охорони земель практично не виконуються й не фінансуються, тобто фактично не виконуються вимоги Закону “Про охорону земель”, який був прийнятий у 2003 р.

Треба відмітити, що робота по вдосконаленню земельного законодавства, хоча й повільно, але постійно ведеться. Так, 15 квітня 2008 р. вступив в силу Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо посилення відповідальності за порушення вимог земельного законодавства» N 271-VI, в якому частково враховуються та виправляються недоліки законодавства, зазначені у таблиці 5.1. А саме – збільшені суми штрафів за правопорушення по статтях 52 - 56 КУАП в 1,5-2,5 рази, КУАП доповнений статтею 53-3, згідно якої «Зняття та перенесення ґрунтового покриву земельних ділянок без спеціального дозволу, а також невиконання умов зняття, збереження і використання родючого шару ґрунту

- тягнуть за собою накладення штрафу на громадян від десяти до двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб - від двадцяти до п'ятдесяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян» .

Внесені зміни до ст. 54 КУАП, що приводять його до відповідності із п.1й та п.1ж статті 211 Земельного кодексу України . А саме: стаття 54 КУАП викладається в такій редакції : «Стаття 54. Порушення строків повернення тимчасово зайнятих земель або неприведення їх у стан, придатний для використання за призначенням.

Порушення строків повернення тимчасово зайнятих земель або невиконання обов'язків щодо приведення їх у стан, придатний для використання за призначенням - тягнуть за собою накладення штрафу на громадян від десяти до двадцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб - від п'ятнадцяти до тридцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян.

Непроведення рекультивації порушених земель тягне за собою накладення штрафу на громадян від п'яти до десяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян і на посадових осіб - від десяти до тридцяти неоподатковуваних мінімумів доходів громадян».

Законом [62] вносяться також зміни до статей 238-1, 255 та 259 КУАП, які дещо розширюють та поуточнюють повноваження державних та громадських інспекторів у сфері державного контролю за використанням та охороною земель.

Найсучаснішими змінами законодавства з охорони земель є також проект Закону України “Про Загальнодержавну програму використання і охорони земель”, який схвалено Протоколом Кабінету Міністрів України від 01.08.07 №32 і в даний час знаходиться на розгляді у Верховній Раді України (зареєстрований 15.10.07 №4082). Проект Закону розроблено з метою прийняття Загальнодержавної програми використання та охорони земель. Реалізація зазначеної Програми дасть змогу виконати основні положення, що спрямовані на забезпечення покращення стану усіх категорій земель та

природного довкілля в цілому і врегулювання господарської діяльності у сфері збереження та невиснажливого використання земель в Україні.

Серед пріоритетних завдань Мінагрополітики на 2008 р. зазначено забезпечення доопрацювання та прийняття проектів Законів України "Про Загальнодержавну програму використання та охорони земель", а також "Про консервацію земель" та "Про державну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення".

На виконання заходів Програми планується витратити 55,8 млрд. гривень, у тому числі за рахунок бюджетних асигнувань – 4,1 млрд. гривень (І етап (2008 - 2012 роки) – 1,7 млрд. гривень), за рахунок землевласників і землекористувачів – 51,7 млрд. гривень. Середньорічний обсяг фінансування з державного бюджету становить 400 млн. гривень.

Загальний ефект від здійснення заходів, визначених Програмою, оцінюється майже в 120 млрд. гривень, з яких понад 70 млрд. припадає на землі сільськогосподарського призначення.

7.2. Фінансове забезпечення

Механізм фінансування заходів щодо охорони земель і ґрунтів установлений Ст. 55 ЗУ “Про охорону земель”. Згідно закону, фінансування заходів щодо охорони земель і ґрунтів здійснюється за рахунок Державного бюджету України, місцевих бюджетів, у тому числі коштів, що надходять у порядку відшкодування втрат сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, від плати за землю, а також коштів землевласників і землекористувачів та інших джерел, не заборонених законом.

Видатки Державного бюджету України на фінансування заходів з охорони земель і ґрунтів визначаються окремим рядком. В ст. 22 Закону України № 2535-XII «Про плату за землю» передбачено використання коштів від плати за землю, що надходять на спеціальні бюджетні рахунки місцевих бюджетів, для фінансування заходів щодо раціонального

використання та охорони земель, підвищення родючості ґрунтів; ведення державного земельного кадастру, землеустрою, моніторингу земель тощо.

Згідно ст. 21 ЗУ “Про плату за землю” для централізованого виконання робіт з охорони земель мали б перераховуватися 30% коштів від земельного податку, що надійшли на спеціальні бюджетні рахунки місцевих бюджетів, та 10 % – на спеціальних бюджетних рахунках Автономної Республіки Крим і областей, що в цілому по Україні на сьогоднішній день складає близько 600 млн. грн. Однак, фактично дія статей 21-22 ЗУ “Про плату за землю” призупиняється в Україні щорічно, а в 2005 році ст. 21 взагалі скасована *згідно із Законом України* "Про внесення змін та доповнень до Закону України "Про Державний бюджет України на 2005 рік" *N 2505-IV від 25.03.2005 р.*

Виділення коштів на фінансування заходів з охорони земель на сьогодні в Україні вкрай обмежене. Зокрема, дія ст. 22 Закону України № 2535-XII «Про плату за землю» щорічно призупиняється при прийнятті відповідних законів про Державний бюджет України.

Указом Президента України №1643/2005 від 21 листопада 2005 року встановлено передбачати під час доопрацювання проекту Закону України "Про Державний бюджет України на 2006 рік", розроблення проектів законів України про Державний бюджет на наступні роки видатки в обсягах, необхідних для належного фінансування проведення земельної реформи, насамперед заходів щодо проведення інвентаризації земель, забезпечення їх охорони та використання. Наприклад, у Державному бюджеті України на 2006 р. передбачалось виділення 10 004 943,0 тис грн. на розвиток аграрного сектору та села. З цього сумарного обсягу коштів на вирішення питань охорони земель та ґрунтів від деградації, виділялась лише незначна частина, що ніяк не перекриває всіх наявних потреб.

У таблиці 89 наведено приблизний обсяг фінансування реально необхідний для реалізації програми охорони земель в Україні. Розрахунок потреб у фінансуванні проведений ДП “Головний науково-дослідний та

проектний інститут землеустрою” та поданий у складі пакету документів проекту “Загальнодержавної програми використання та охорони земель” на розгляд у Кабмін України. Як видно з таблиці 5.2, для виконання програми необхідно 96734,6 млн. грн., з яких якнайменш 9081,1 млн. – має надходити з Держбюджету.

Таблиця89

Обсяги асигнувань, необхідних для здійснення заходів “Загальнодержавної програми використання та охорони земель”

Показники	Обсяг, млн.грн.	у т.ч. по роках:		
		2005	2006-2010	2011-2015
1. Будівництво протиерозійних гідротехнічних споруд, рекультивація порушених земель та культуртехнічні заходи	3009,7	430.2	1139,5	1440,0
2. Протиерозійні агротехнічні заходи	17361.8	1872,4	8125,0	7364.4
3. Створення полезахисних лісових смуг та захисних лісових насаджень	2926,1	196,4	1319,3	1410,4
4. Роботи по внесенню добрив, хімічній та водній меліораціях земель	68910,1	2647,7	28761,2	37501,2
5. Економічне стимулювання впровадження заходів щодо використання та охорони земель і підвищення родючості ґрунтів	1730,0	46,2	491,4	1192.4
6. Розробка документації із землеустрою	1607,0	173,3	737,6	696,1
7. Моніторинг та обстеження земельного фонду	973,4	9,5	289,1	674,9
8. Науково-технічне та інформаційне забезпечення	124,3	9,9	57,2	57,2
9. Організаційне забезпечення	45,6	3,7	21,9	20,0
10. Врахування ризиків	46,6	5,8	20,8	20,0
ВСЬОГО	96734,6	5395,1	40963,0	50376,5
за рахунок коштів Державного бюджету	9081,1	615.7	3431,2	5034,2
в т.ч. заходи, що виконуються за іншими державними цільовими програмами	4199,3	230,4	1750,0	2218,9
разом асигнувань на здійснення Програми за рахунок коштів Державного бюджету	4881,8	3853	1681,2	2815,3
в тому числі:				
за рахунок місцевих бюджетів	476,3	49,1	196,1	231,1
за рахунок власників землі та землекористувачів	90103,4	4926,7	38655,0	46521,7

7.3. Інституційне забезпечення

Сьогодні в Україні вирішення питань з охорони земель та боротьби із деградацією ґрунтів покладено одночасно на цілий ряд установ.

По-перше, Указом Президента України №133/2006 від 14 лютого 2006 року затверджено “Положення про Комісію з опрацювання та комплексного вирішення питань реалізації державної політики в сфері раціонального використання та охорони земель”, що створена як допоміжний орган при Президентові України.

Однак, на теперішній час, в Україні функція контролю за використанням земельних ресурсів покладена, в основному, на Держземагенство України. Для цього, постановою Кабінету міністрів України N 1958 від 25 грудня 2002, у складі Державного комітету по земельних ресурсах створено Державну інспекцію з контролю за використанням і охороною земель як урядовий орган державного управління за використанням і охороною земель. У кінці 2005 року Держкомземом України створено територіальні органи Держземінспекції.. Територіальні органи Держземінспекції (Управління з контролю за використанням та охороною земель) створені та зареєстровані, як юридичні особи, в усіх областях, містах Києві та Севастополі. В Автономній Республіці Крим Держземінспекція діє з 2003 року, яка є територіальним органом Держземінспекції України. Загальна чисельність працівників інспекційних підрозділів Держкомзему складає 1121 осіб.

Крім того, у складі Мінприроди діє підпорядкована йому Державна екологічна інспекція (Держекоінспекція), яка, згідно відповідного положення координує відповідно до законодавства роботу структурних підрозділів центральних органів виконавчої влади, які здійснюють державний контроль у сфері охорони земель. Держекоінспекція також є тим органом державного управління, який також організовує відповідно до законодавства контроль за виконанням вимог міжнародних конвенцій і угод, до яких приєдналася

Україна в тому числі і КБО, яка передбачає для України міжнародні зобов'язання по боротьбі з деградацією земель.

В результаті тривалих зусиль провідних науковців України по створенню Державної служби охорони ґрунтів, в 2005 році Указом Президента України №1643/2005 від 21 листопада 2005 року [192] прийняте рішення розглянути питання щодо створення в складі Міністерства АПК України Державної служби з охорони родючості ґрунтів з метою підвищення ефективності використання земель та боротьби із розвитком процесів деградації ґрунтів. а також про підпорядкування Державної інспекції з контролю за використанням і охороною земель Міністерству охорони навколишнього природного середовища України.

Крім того, враховуючи, що, згідно діючого в Україні "Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій", деградація ґрунтів є надзвичайною ситуацією природного характеру, діяльність щодо попередження деградації ґрунтів, та боротьби з її наслідками знаходиться, також і в компетенції МНС України.

Отже, як бачимо, на сьогодні функції контролю за використанням та охороною земельпокладено одночасно на декілька відомств: Мінприроди України, Міністерство аграрної політики України, Державний комітет по земельних ресурсах України та інші, що призводить до дублювання функцій раціонального використання й охорони земель.В результаті не виконується навіть той обсяг робіт з контролю та надання інформаційно-консультативних послуг землекористувачам і суб'єктам господарської діяльності, який цілком можливо здійснити в існуючому зараз правовому полі та при існуючому фінансуванні.

Суттєвою проблемою, що заважає покращенню ситуації з охороною земель в Україні є недостатня увага Уряду к проблемах деградації ґрунтів. Незважаючи на те, що в останні року увага Держави до охорони земель зростає, судячи по ходу реформування законодавства, але, нажаль, сьогодні

більше значення приділяється проблемам паювання земель, її грошової оцінки, зміни системи господарювання тощо.

Аналіз річних Національних доповідей України про стан довкілля та програмних документів Уряду України щодо майбутнього сталого розвитку Держави показав, що Уряд досі не приділяє достатньої уваги стану земельних ресурсів, особливо сільськогосподарського призначення, відтворенню їх біосферних функцій і родючості. Як правило, розділи про стан земельних ресурсів містять, в основному, статистичні дані Держкомзему про розподіл земель за категоріями, формами власності, суб'єктами господарювання тощо. В дуже обмеженому обсязі наводяться дані про наявність деградованих земель.

РОЗДІЛ 8. ВИКОРИСТАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МОНІТОРИНГУ

Картографо-аналітичні матеріали. Вихідна й поточна інформація про стан земельних ресурсів заноситься в таблиці, форми яких розробляються заздалегідь і відповідають об'єктам моніторингу [117]. Останні у свою чергу повинні відповідати урядовим і відомчим постановам і положенням про моніторинг. Нагадаємо, що моніторинг земельних ресурсів повинен відбити:

- характер використання й стан земельних ресурсів;
- процеси, які пов'язані зі зміною родючості ґрунтів (водна йвітрова ерозія, втрати гумусу, погіршення структури ґрунтів,зоболочування , засолення, осолонцювання, переущільнення, підкислення й ін.), забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами й іншими токсичними речовинами;
- стан берегових ліній річок, морів, озер, водоймищ, лиманів, гідротехнічних споруд;
- процеси, які пов'язані з утворенням ярів, селевих потоків, землетрусів і інших явищ;
- стан земель населених пунктів, територій, зайнятих нафтопереробними підприємствами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами паливо-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту, похованнями токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів, промисловими об'єктами.

Кожний з перерахованих блоків розкривається декількома таблицями відповідними показниками. Тут же в таблицях (примітки) або у файлах нормативного масиву даних приводяться необхідні критерії, що допомагають оперативно оцінити стан ґрунтів.

Систематизовані вихідні дані використовують для різних оцінок стану або (що вкрай важливо) картографічного виявлення територій, що перебувають в умовах кризи.

Районування території за ступенем фактичного прояву того або іншого

виду деградації - перший продукт передмоніторингового етапу, що використовується при плануванні першочергових антидеградаційних заходів, уточненні мереж моніторингу й програм спостережень. Картографування повинно широко використовуватися й при обробці результатів поточних спостережень (власне моніторингового етапу). Це карти (або картосхеми) окремих властивостей ґрунтів, важливі для агрономічних або екологічних інтерпретацій (наприклад, умісту гумусу, елементів живлення, водопроникності й інші), інтегровані карти (наприклад,, родючості, агроекологічного стану зрошуваних або осушуваних земель і інші), або прогностичні карти (наприклад, стійкості до механічного або хімічного впливу, схильності до ерозії, забруднення й ін.). Останні карти, що віднесено до експертних (імовірнісних), дають оцінку можливої небезпеки деградації (ризик-оцінка),

Приведемо приклади різних категорій карт - карт фактичного стану ґрунтів за окремими властивостями або інтегрованими показниками, а також прогностичні карти (рис. 11-13).

Автоматизована інформаційна система. Метою створення автоматизованої інформаційної системи «Моніторинг земельних (ґрунтових) ресурсів» (АІСМЗР) є забезпечення надійною інформацією, за допомогою якої можна було б не тільки реєструвати зміни, які відбуваються із ґрунтом, але й одержувати й використовувати всю необхідну інформацію для прийняття управлінських рішень [117].. Тому структура АІСМЗР повинна врахувати потреби найрізноманітніших споживачів. Інформаційною системою можуть користуватися державні службовці, в обов'язок яких входить прийняття управлінських рішень про зміни в землекористуванні, науковці, яким потрібна інформація про стан земельних ресурсів, керівники сільськогосподарських підприємств і фермери, тобто, ті, хто відповідає за експлуатацію ґрунтових ресурсів, і безліч інших споживачів, хто цікавиться станом земель України, окремої області, району, конкретної земельної ділянки.

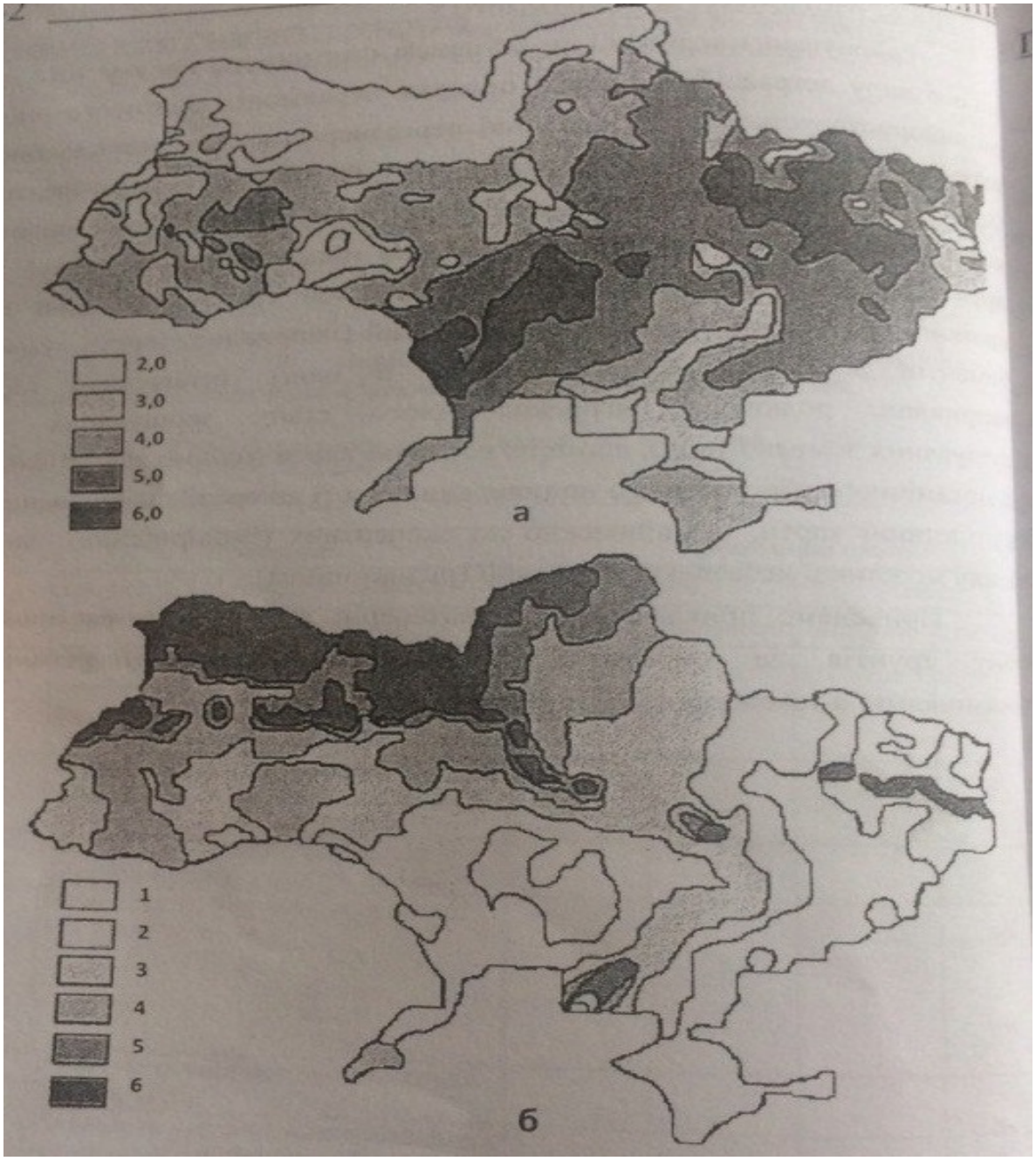

Рис. 11. Приклади картографічного оцінювання окремих властивостей ґрунтів (карти-факти): а- уміст гумусу, %, б – гранулометричний склад: 1- глина легка; 2- суглинок важкий; 3-суглинок середній; 4- суглинок легкий; 5- супісок; 6- пісок(В.В. Медведев и др., 1997)

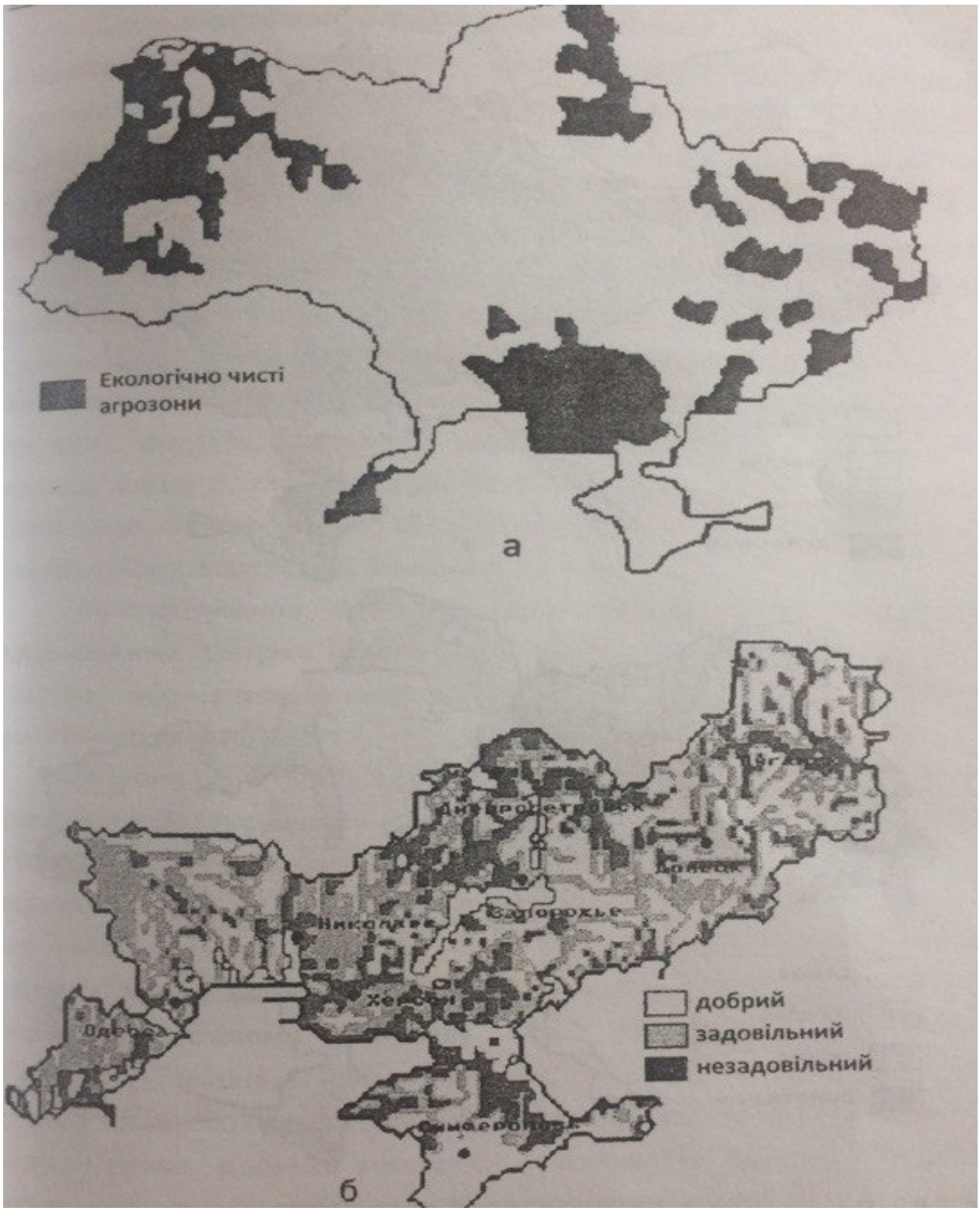

Рис. 12. Приклади картографічного оцінювання ґрунтів України (інтегровані карти): а – екологічно чисті зони (В.И. Кисель, 2000); б- агроекологічний стан ґрунтів зони зрошення півдня України (С.А. Балюк, 1998)

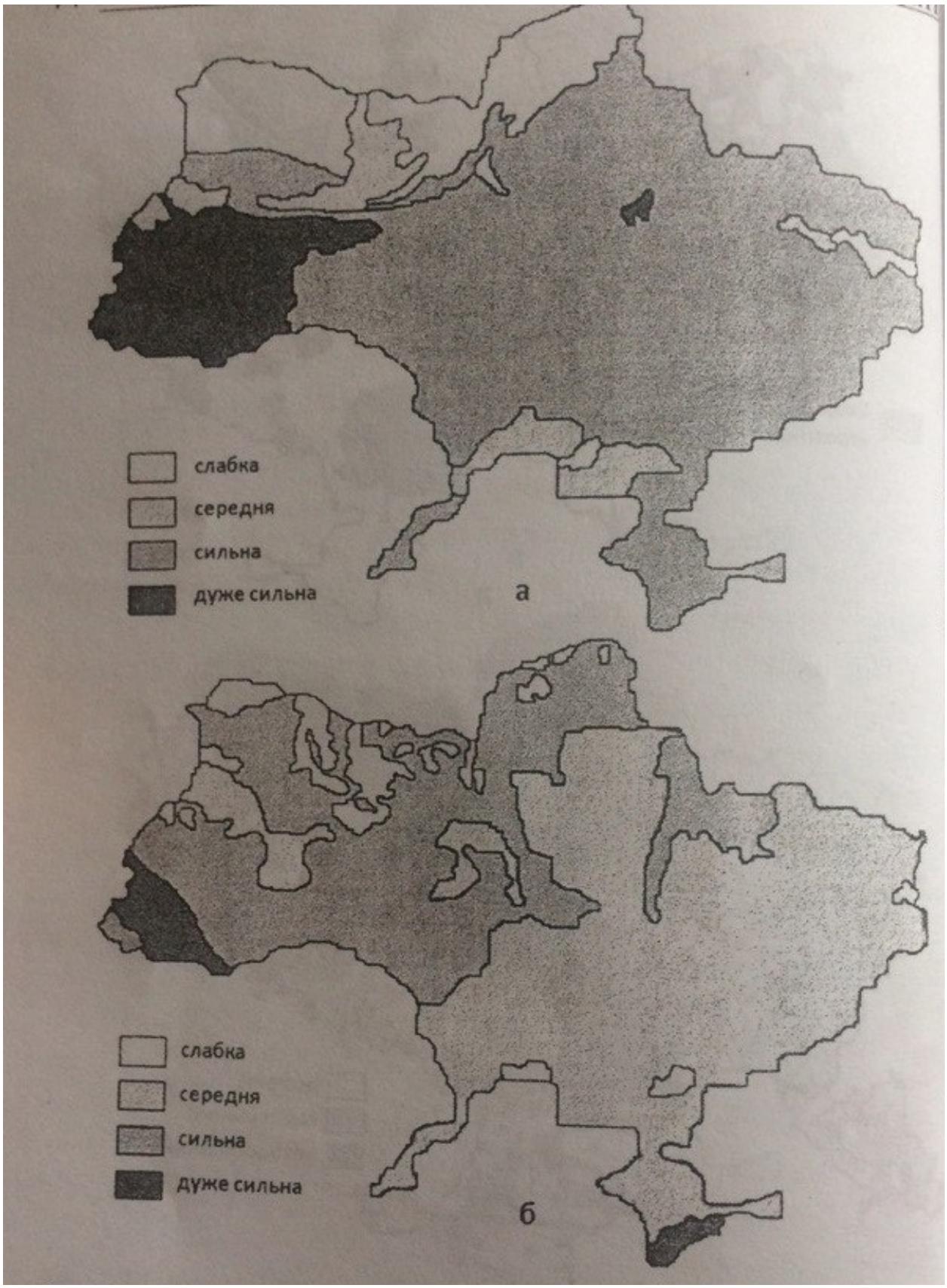

Рис. 13. Приклади картографічного прогнозу загрози несприятливих змін властивостей ґрунтів України в умовах антропогенного навантаження: а- загроза переущільнення(В.В. Медведев и др., 1991); б- загроза забруднення ґрунтів важкими металами (V.I. Kysil a oth.1999)

Функціонування АІСМЗР може забезпечуватися державним інформаційним центром моніторингу земель, аналогічними центрами в областях або комплексними міжвідомчими обласними центрами екологічного моніторингу.

У 90-ті роки минулого сторіччя пробували створити єдину державну АІСМЗР, спочатку в рамках Держкомзему, а потім Держцентру з охорони родючості ґрунтів. Однак обидві спроби не були доведені до завершення. Крім того, системи не опиралися на обласні підсистеми. Бази даних, наявні в них, відбивали лише матеріали відомств, чого виявилося зовсім недостатньо для формування повноцінної державної системи. На жаль, через розходження в методиках відбирання зразків, які використовували при проведенні великомасштабного обстеження й при агрохімічній паспортизації, звести матеріали різних відомств виявилося неможливим. Правда, й активних спроб подолання цієї проблеми не було раніше, немає їх і зараз.

Медведєв В.В. [117] наводить наступний приклад структури інформаційної системи моніторингу земель (ґрунтів) (табл. 90).

Таблиця90

Структура автоматизованої інформаційної системимоніторингу земельних (ґрунтових) ресурсів

Шифр	Назва блоків іпідблоків	Характеристика інформації
1	2	3
А. Група основних блоків		
А.1.*	Блок вихідної інформації	Результати разових спостережень, всі наявнікартографічні матеріали
А.2.*	Блок поточної інформації	Результати спостережень, періодичністьпроведення яких визначається для кожногопоказника окремо; картосхеми за окремимипоказниками й інтегровані картосхеми
А.3.*	Блок управлінських рішень	Система можливих запитів до бази даних, варіанти рішень у діалоговому режимі
В. Група допоміжних блоків		
В.1	Блок діагностики	Перелік методів і опис конкретних методик з визначення або виміру параметрів контрольованих показників
В. 1.1	Підблок. Методи спостереження на об’єктах наземними способами	Система методів вимірювання та спостережень
1	2	3
В. 1.2	Підблок. Методи дистанційного зондування	Система методів дистанційних вимірювань та спостережень і способів дешифрування

В. 2.*	Блок нормативного оцінювання ситуації	Система таблиць нормативів
В. 3.	Блок картографування й районування	Методи побудови комп'ютерних карт, необхідні програмні заходи й інша технічна інформація
В. 4	Блок відомчих мереж спостережень	Перелік, поштова адреса, телефон, факс, електронна пошта й інші координати співвиконавців робіт, що належать різним відомствам; їхні функціональні обов'язки в АІСМЗР; структура їхніх систем (на рівні кожної області)
В. 5	Блок автоматизації зв'язків	
В.5.1	Підблок внутрішніх зв'язків	Інформація про обласні підрозділи АІСМЗР, вихід на обласні системи за допомогою засобів зв'язку
В.5.2	Підблок зовнішніх зв'язків	Вихід в інформаційні системи інших відомств і інших держав
В. 6	Блок верифікації	Програмні засоби для верифікації й самоконтролю діяльності АІСМЗР
В.7	Блок програмних і технічних засобів	Інформація про технічні програми, математичні й статистичні засоби, задопомогою яких збирається й обробляється інформація
В. 8	Блок правових основ моніторингу	Перелік і зміст документів, що становлять юридичну основу проведення всіх робіт, пов'язаних з моніторингом земель
В.9	Блок економіки й маркетингу	Перелік можливих і фактичних споживачів конкретної інформації, типи економічних рішень
В.10	Блок кадрового забезпечення	Інформація про конкретних виконавців робіт з моніторингу земель у системі Держземагенства, Держцентрродючості і інших відомств
В.11	Блок пропаганди	Інформація у вигляді реферативного огляду видань, що висвітлюють стан робіт з моніторингу земель у Європі й коротко в світі
С. Група блоків наукової підтримки		
С.1	Блок мережі науково-дослідних установ	Перелік науково-дослідних установ на території України, що функціонують в галузі оцінювання земельних ресурсів, плани їхньої діяльності, адреси й інші відомості
С. 2	Блок стаціонарних дослідів	Перелік існуючих на території України стаціонарних дослідів, полігонів, лізіметричних станцій, стокореєстраційних майданчиків й т. ін.
С.3	Блок моделювання й прогнозів	Опис методів прогнозування стану земель, імітаційного комп'ютерного моделювання й антропогенних навантажень
С. 4	Блок високих технологій	Інформація про методи екологічного моніторингу, застосовувані у світовій практиці
* Підблоки містять інформацію щодо факторів впливу на стан земель		

Структура автоматизованої інформаційної системи земель складається із трьох груп блоків: А - основні, В - допоміжні, С – наукової підтримки. Складовою частиною кожної групи є підблоки, які повинні вміщувати всю можливу інформацію про земельні ресурси України (їхній стан, характер використання, організаційні, економічні і правові аспекти, трансформацію, оцінювання, якість тощо).

У кожному із блоків, призначених для акумулювання інформації про стан

земельних ресурсів (А-1, А-2, А-3, В-1, В-2), їхня внутрішня структура орієнтована щодо природних і антропогенних факторів, які впливають на стан земель. Такі фактори об'єднано у вісім груп: 1) ерозія;2) клімат; 3) забруднення; 4) зрошення; 5) осушення; 6) підкислення; 7) осолонцювання; 8) гідро- і геоаномалії.

Інформація заноситься в інформаційні блоки після кожного туру спостережень у вигляді форм-таблиць, які містять такі підрозділи: назва контрольованого показника, одиниця виміру, дата контролю, глибина відбирання зразків і кількість відібраних проб, джерело інформації. За допомогою системи однотипних форм таблиць досягається уніфікація інформації, що надходить із найрізноманітніших джерел у вигляді як фонового (реєстрація стану еталонних природних і використовуваних об'єктів), так і поточного (періодичні обстеження) моніторингу.

Цифрова таблична інформація за допомогою спеціальних програмних засобів поєднується з картографічними основами, які дають можливість оперативно висвітлювати стан земель на основі конкретних показників у будь-якому регіоні України. Масштаб картографічних матеріалів для України в цілому - 1:1500000, для окремої адміністративної області - 1:200000.

Оскільки завданням моніторингу земельних ресурсів України є контроль стану земель всіх категорій, окремими елементами включені форми-таблиці для збирання інформації про лісові, природоохоронні землі й землі водного фонду (стан берегових ліній).

Для загальнодержавної АІСМЗР збирання інформації починається з адміністративного району. Це означає, що район є найменшою територіальною одиницею, для якої, користуючись автоматизованою системою, споживач може одержати цифрову й картографічну інформацію.

Вище описана АІСМЗР для всієї країни й окремої адміністративної області. Деталізація інформації (поглиблення матеріалів про стан земель на рівні району, господарства або конкретного поля) здійснюється в аналогічних

системах кожної адміністративної області , що за допомогою сучасних способів електронного зв'язку можливо об'єднати в загальну систему.

На наступних етапах реалізації АІСМЗР потрібно передбачити створення обласних аналогів, адаптованих до місцевих природних, економічних і соціальних умов.

Маючи певний обсяг тематичної інформації можна програмувати мінімальний набір запитів для її використання. Система запитів - це фактично комплекс завдань, які користувач АІСМЗР (на будь-якому рівні) може вирішити за допомогою зібраної інформації.

Структура системи запитів відповідає порядку формування баз даних у блоках для нагромадження інформації про стан земельних ресурсів.

Землекористування:

- площа земель різних категорій;
- структура землекористування (площі окремих земельних угідь);
- площі сільськогосподарських земель за показниками родючості:
- структура посівних площ;
- урожайність основних сільськогосподарських культур;
- стан і і продуктивність земель лісового фонду;
- структура земель природно-заповідного фонду;
- екологічна стійкість земельних угідь.

Ерозія і клімат:

- оцінка розвитку ерозійних процесів в адміністративних районах;
- ..... порівняння розвитку ерозійних процесів у часі;
- визначення класу ерозійної небезпеки для будь-якої території;

Забруднення:

- визначення рівня пестицидного навантаження на сільгоспугіддя, групування районів;
- визначення рівня забруднення сільгоспугідь залишками пестицидів;
- визначення рівня радіаційного забруднення;
- визначення рівня вмісту в ґрунтах будь-якого забрудника.

Зрошення:

- визначення площ зрошуваних земель у країні, області і районі,
- земельний фонд зони зрошення, його розподіл за угіддями;
- площі зрошуваних земель із дренажем;
- площі земель у границях зрошувальних систем, які поливаються з будь-якої причини;
- структура посівних площ на зрошуваних землях;
- урожайність сільгоспкультур на зрошуваних землях;
- рівень підґрунтових вод;
- мінералізація підґрунтових вод;
- ступінь засоленості ґрунтів як наслідок зрошення;
- ступінь осолонцювання ґрунтів;
- якість поливних вод;
- меліоративний стан зрошуваних земель;
- причини незадовільного стану;
- технічний стан зрошувальних систем і потреби щодо їх реконструкції;
- агрохімічний стан зрошуваних земель;
- ступінь деградації земель;
- площі земель, що перебувають у кризовому стані, причини його виникнення;
- потреби в будівництві дренажу (площі);
- потреби в проведенні додаткових агромеліоративних заходів (хімічної меліорації, боротьби із засоленням (промивання), зміни структури посівних площ, системи добрив, режиму зрошення).

Осушення, підкислення, осолонцювання:

- оцінка стану меліорованих земель, визначення їхньої категорії;
- визначення рівня деградованосгі ґрунтів, виявлення земель із ознаками кризового стану;
- прогнозування виникнення кризових ситуацій; виявлення районів найбільшого ризику:

- визначення способів усунення кризових явиш, висновки щодо земель із кризовим станом, поліпшення родючості земель;
- формулювання змісту перспективних (довгострокових) заходів щодо збереження осушених земель від деградації;
- визначення рівня радіонуклідного забруднення заболочених і осушених земель і способів раціонального використання забруднених земель;
- визначення об'єктів, які вимагають реконструкції меліоративної мережі або ренатуралізації;
- визначення необхідності трансформації землекористування – відвід земель в іншу категорію, зміна структури посівних площ і структури земельних угідь;
- визначення найбільш перспективних територій для видобутку торфу;
- визначення оптимальних розмірів осушених земель для різних господарств;
- визначення нормативів застосування добрив і меліорантів.

Досить важливим у структурі АІСМЗР є блок управлінських рішень .

Система можливих запитів до баз даних:

- формування карти країни в масштабі 1:1500000 з визначенням регіонів потенційної і реальної деградації земель;
- . створення карт районів з кризовим станом земельних ресурсів, різні , що відображають різні типи ґрунтового покриву (з огляду на вплив деградації);
- формування бази даних результатів аерокосмічних спостережень на тестових ділянках у регіонах з кризовим станом земельних ресурсів;
- створення класифікаційних еталонів деградаційних процесів за матеріалами ДЗ на територію країни;
- формування різноманітних тематичних картографічних матеріалів щодо структури землекористування, стану ґрунтового покриву, розвитку деградаційних процесів, стану агроресурсів і ін.

Економіка і маркетинг включають перелік можливих запитів

користувачів з економічного оцінювання земельних ресурсів, екологічного контролю їхнього стану за зміни форм власності або характеру використання:

- законодавчі й методичні документи, на підставі яких передбачається проведення економічного оцінювання земель;
- матеріали економічного оцінювання земель;
- можливі запити користувачів щодо економічного оцінювання земель;
- економічні матеріали для управління земельними ресурсами;
- ціна землі.

Прогноз. Найбільш складною й недостатньо розробленою частиною моніторингу ґрунтів є прогноз або розрахунок досліджуваних показників за межами дослідних значень. Прогноз - це екстраполяція в часі, розрахунок можливих майбутніх значень. Розрахунок прогнозних значень агроекологічного стану можна здійснити шляхом аналізу конкретного ряду показників графічно або за допомогою рівняння регресії з виявленням тренду. Останній означає закономірні зміни у поводженні показника (зростання, зменшення, синусоїдальні зміни). Тренд описується лінійною, квадратичною залежністю або тригонометричною функцією у випадку періодичних змін. Параметри моделей регресійних рівнянь розраховуються методом найменших квадратів, які потім використовуються для екстраполяції. Процедура розробки прогнозу за регресійною моделлю відносно проста, однак її надійність, особливо в умовах короткого ряду спостережень (найбільш частий випадок), невисока. Такий прогноз може бути надійним лише для недалекого майбутнього (кілька років і лише за умови досить довгого - кілька десятків років - ряду минулих спостережень). Причина низької ефективності екстраполяції обумовлюється стрімким розширенням смуги неймовірних значень саме на границях дослідного ряду спостережень.

Результати випробування в цих же цілях методики Брауна (модель експотенційного згладжування середніх величин) також показали її придатність для конкретного розрахунку проміжних, інтерполяційних

значень і обмежену придатність для прогнозу віддаленої ситуації.

Найбільші перспективи розробки достовірного прогнозу потрібно зв'язувати з методологією Бокса-Дженкінса, що передбачає проведення аналізу динамічного ряду спостережень як стаціонарного процесу, що має елементи інерції, відновлення (після того, як припиняється дія зовнішнього фактора) і розсіювання. Кожний з елементів цього складного процесу піддається аналізу за допомогою системи лінійних і лінсаризовані диференціальних рівнянь. Послідовна генералізація системи рівнянь приводить до одного рівняння більш високого порядку. Рішення останнього й дає найкращий варіант прогнозу. Процедура розрахунку автоматизована, причому дослідник бере активну участь у зіставленні різних моделей і вибиранні кращої з них. Очевидно, використання цієї методології можливо на ієрархічно більш високих рівнях моніторингу ґрунтів.

ТЕО заходів щодо охорони ґрунтів. Проект готується центром моніторингу земельних ресурсів або обласним управлінням по земельних ресурсів у вигляді техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), орієнтованого на конкретну територію і тип кризи (ерозійну, хімічну, меліоративну та ін.) з посиланням на обсяги й види робіт, а також виконавців. За необхідності до підготовки ТЕО залучаються науково-дослідні або проектні інститути відповідного профілю.

Джерело фінансування – спеціальний фонд, у якому зібрано кошти з податків на землю, платежів за оренду землі, інших видів платежів, пов’язаних із земельними відносинами. Такий фонд формується у Держземагенстві, у кожній області й селищних радах (так, принаймі, повинно бути у відповідності із законом про плату за землю). Кошти доцільно зосередити в державному земельному банку і його обласних філіях. У фінансуванні окремих проектів обов’язково, крім держави, повинні брати участь і землекористувачі. Частка їхньої участі визначається розміром розрахункового доходу від впровадження проекту відповідно до правила, прийнятого в західно-європейській практиці: чим вище і швидше окупність,

тим більша частка участі землекористувача й менша частка держави у фінансуванні робіт.

Для фінансування великих проектів використовуються кошти із центрального фонду або об’єднані кошти декількох областей, меншихпроектів- кошти обласного фонду. З огляду на важливість проблеми, сучасний економічний стан і ресурсно-енергетичні можливості України, реалізація проектів захисту земель повинна бути поступовою й здійснюватися в кілька етапів.

Етап перший. На підставі попередніх обстежень і матеріалів різних відомств в області створюється банк даних щодо земельних ресурсів, їхньої якості. Здійснюється попереднє районування земельних ресурсів області з виділенням земель різного стану (гарного, задовільного, кризового). Особливу увагу варто приділяти землям, які перебувають у кризовому стані. Відповідно до існуючої нормативної бази встановлюється тип кризи, ступінь її прояву. Складається ТЕО усунення кризи.

Етап другий. Підбираються виконавці робіт. Проводяться додаткові уточнювальні обстеження. Налагоджуються експериментальні роботи.

Етап третій. Розробляються рекомендації й обов'язкові регламенти для землекористувачів незалежно від форми власності щодо подальшого використання земель, які перебувають у кризовому стані.

Етап четвертий. Налагоджується ефективний контроль виконання й реалізації проектів.

Особливості проведення робіт залежно від типу кризи.

Кризовий стан земель, пов'язаний з ерозією. Цей тип найбільшевідчутний щодо негативних еколого-економічних наслідків. Заходи боротьби плануються з обов'язковим дотриманням таких положень: зниження розораності сільгоспугідь і залуження вилучених з ріллі земель, зміна структури посівних площ, заліснення. Проектування (з урахуванням регіональних нормативів) доручається філіям Інституту землевпорядкування. Реалізація проектів здійснюється відповідними

обласними службами під контролем управлінь моніторингу.

Кризовий стан земель, пов'язаний з хімічним забрудненням. Цей тип кризи охопив значні площі земель, але виражений більш-менш локально (біля джерела забруднення). Заходи боротьби плануються відповідними службами й науковими установами з урахуванням ГДК. Серед заходів варто використовувати методи дезактивації забрудників або переорієнтувати діяльність аж до її заборони. Подальший режим використання забруднених земель вирішується обласним управлінням земельних ресурсів.

Кризовий стан меліорованих земель. Відповідні служби мають найбільш розгалуджену мережу спостережень і великий досвід роботи з поліпшення земель, однак нормативної продуктивності на таких землях не досягнуто , а деградаційні процеси активно розвиваються. Зважаючи на те, що меліоровані землі являють собою великий резерв для одержання додаткової продукції, МінАП і продовольства повинно взяти під контроль (як це було минулими роками) вирішення численних еколого-економічних і організаційних проблем використання меліорованих земель.

Деталізація робіт з усунення різних типів кризи повинна розглядатися щодо конкретних об'єктів до того, як такі проекти будуть включені у відповідні плани.

Інформування про результати моніторингу. Інформацією, отриманою в результаті моніторингу, мають право користуватися органи державної й засоби масової інформації. Їм така інформація надається безкоштовно на підставі запиту. Інформацію зобов'язані надавати організації, що мають у своєму підпорядкуванні структури, що відслідковують стан компонентів навколишнього середовища – Мінприроди, МНС, Мінагрополітики й інші. Всі інші організації, зацікавленні в одержанні інформації, можуть також одержати результати моніторингу.

Будь-який житель України може одержати інформацію про стан навколишнього природного середовища, зрозуміло, у спеціально підготовленому вигляді на сайтах організацій, міністерств і відомств,

відповідальних за її одержання (правда, не всі дотримуються цього порядку. Україна підписала відповідні міжнародні угоди про вільний обмін цією інформацією між країнами й у цілому виконує свої зобов'язання.

У європейських країнах існує різний порядок надання інформації населенню. У Німеччині вона відкрита для всіх, в інших країнах, через небезпеку можливих перекручувань і паніки, доступ до неї обмежений.

У випадку виникнення небезпечних ситуацій або несприятливих прогнозів інформація надасться негайно всім споживачам і громадянам.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

1. Картографо-аналітичні матеріали
2..Структура автоматизованої інформаційної системи «Моніторинг земельних (ґрунтових) ресурсів» (АІСМЗР).
3. Особливості проведення робіт залежно від типу кризи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агроекологічна оцінка мінеральних добрив та пестицидів: Монографія/ В.П. Патика, Н.А. Макаренко, Л.І. Моклярчук та ін./ За ред. В.П. Патика. К.: Основа, 2005.– 300 с.

2. Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур / Под ред. В.В. Медведєва. – К.: Урожай.– 1997.– 162 с.

3. Агрокліматичний довідник по Київській області. – Державне видавництво сільськогосподарської літератури Української РСР. – Київ, 1959. – 130 с.

4. Агрохімічний аналіз: Підручник / М.М. Городній, А.П. Лісовал, А.В. Бикін, А.Г. Сердюк, В.П. Каленський та ін./За ред. М.М. Городнього. – К.: Арістей, 2005.– 468 с.

5. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова , Ю.В. Грановский . — М.: Наука, 1976. — 279 с.

6. Актуальні питання розвитку земельної реформи в Україні /А.С. Даніленко , Ю.Д. Білик та ін. – Київ, Урожай, 2004. – 96 с.

7. Алексахин Р.М. Сельскохозяйственная радиология /Р.М. Алексахин, А.В. Васильев, Д.Г. Дикарев: под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева.–М.: Экология. 1991.–400 с.

8. Аніскевич Л.В. Системи керування нормами внесення матеріалів в технологіях точного землеробства: автореф. дис. доктора техн. наук.– Київ, 2005.– 36 с.

9. Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем/ А.Д. Арманд.– М.: Наука, 1988.– 261 с.

10. Арманд А.Д. Устойчивость (гомеостатичность) географических систем к различным типам внешних воздействий // Устойчивость геосистем / А.Д. Арманд.–М.:Наука,1983.– С.14–30.

11.Атлас почв Украинской ССР /Под ред. Н.К.Крупского, Н.И.Полупана. – К.: Урожай, 1979. – С.14–16.

12.Ачасов А.Б. Деякі аспекти формалізації гідротермічних умов ґрунтоутворення / А.Б. Ачасов // Вісник аграрної науки. –2006.–№ 9.– С.17–21.

13.Ачасов А.Б. К вопросу влияния рельефа на гумусированность черноземов / А.Б. Ачасов // Почвоведение.–2006.–№9.–С. 931–938

14. Ачасов А.Б. Некоторые возможности применения материалов радиолокационной съемки при дистанционном мониторинге земель / А.Б. Ачасов // Вісник аграрної науки.– 1997.– №9.– С. 81–83.

15. Аэрокосмические методы в почвоведении и их использование в сельском хозяйстве.– М.: Наука, 1990.– 247 с.

16. Балюк С.А. Зрошувані землі // Земельні ресурси України /С.А. Балюк .– Київ: Аграрна наука, 1998.– С. 89–111

17.Барановський В.А. Еколого–географічний атлас. Атлас–монографія / В.А. Барановський . – К.: Варта, 2006. – 220 с.

18.Бондарев А.Г. Проблема деградации физических свойств почв России и пути её решения / А.Г.Бондарев, И.В. Кузнецова // Почвоведение, 1999. – № 9. – С. 1126–1131.

19. Бортнік Л.Н. Екологічна оцінка урболандшафтів за вмістом важких металів у системі ґрунт–рослина (на прикладі міста Харкова): автореферат дис. на здобуття вченого ступеня кандидата біол. наук.– Дніпропетровськ, 1999.– 19 с.

20. Букша І.Ф. Землі лісового фонду/ І.Ф. Букша // Стан земельних ресурсів України: інформаційний бюлетень.– Київ: Державний комітет по земельних ресурсах, 1996.– С. 13–17

21.Булигін С. Ю. Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування / С.Ю. Булигін, Ю.В. Думін, М.В. Куценко – Харків: ТОВ ”Світло зі Сходу”.–2002.–168с.

22.Булигін С.Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів / С.Ю. Булигін .– К.: Урожай, 2005. – 300 с.

23.Булыгин С.Ю. К методике определения степени эродированности почв на склонах / С.Ю. Булыгин, Н.М. Бреус, Т.А. Семиноженко // Почвоведение. – 1998. – N6. – С.714 – 718

24.Булыгин С.Ю., Лисецкий Ф.Н. Способ определения влияния обработки на почву. – Авторское свидетельство № 2026550 Кл. С1. – 9.01.1995 р.

25. Булигін С.Ю. Вплив ерозії на стан земельних ресурсів / С.Ю. Булигін, Д.О. Тимченко // Земельні ресурси України.– К.: Аграрна наука,1998.– С. 36–65

26. Булыгин С.Ю. Сучасні проблеми ґрунтової картографії і шляхи їх вирішення / С.Ю. Булигін, А.В Шатохін, А.Б. Ачасов // Агрохімія і ґрунтознавство.–2002, Харків, Спеціальний випуск до 4 з‘їзду УТГА, (1–5 липня 2002 р., м. Умань), книга 1. – С.53–58

27. Вадюнина А.Д. Методы исследования физических свойств почв и ґрунтов / А.Д. Вадюнина, З.А. Корчагина . – М.: Высшая школа, 1973 – 399 с.

28.Воронин А.Д. Основы физики почв: Учеб. Пособие / А.Д. Воронин. – М.: Изд–во Моск. ун–та.– 1986 – 244 с..

29. Гаврик П.А. Боротьба з ерозією ґрунтів на Закарпатті / П.А. Гаврик . – Ужгород: Закарпатське обласне книжково–газетне видавництво, 1960.– С. 62

30.Галущенко Н.Г. Типизация кривых впитывания по экспериментальным данным / Н.Г. Галущенко . – Труды УкрНИГМИ.–1967.– вып.69 .– С.72–74

31.Географічна енциклопедія України: в 3–х т. – К.: “Українська енциклопедія” ім. М.П.Бажана, 1989–1993. Т.3: П–Я. – 480 с.

32. Герасимов И.П. Научные основы современного мониторинга окружающей среды / И.П. Герасимов // Изв. АН СССР. Сер. География.– 1975.–№3.– С. 13–25

33. Герасимов И.П. Принципы и методы геосистемного мониторинга / И.П. Герасимов // Изв. АН СССР. Сер. География.– 1982.–№2.– С. 5–11

34. Гічка М.М. Дистанційне зондування в системі моніторингу ґрунтів України / М.М. Гічка // Вісник аграної науки.– 2005.–№12.– С. 72–75

35.Ґрунтознавство з основами геології / [О.Ф. Гнатенко М.В. Капштик, Л.Р.Петренко, С.В.Вітвіцький]. – К: Оранта , 2005. – 647 с.

36. Гринченко А.М. Влияние длительной сельскохозяйственной культуры на динамику гумуса в мощном черноземе Западной Лесостепи УССР / А.М. Гринченко, Г.Я. Чесняк, В.Т. Мамонтов // тр. Харьк. с.–х. ин–та им. В.В. Докучаева . Т. 139.– 1970.– С. 3–8

37. Гринченко А.М. Влияние сельскохозяйственного использования на изменение физико–химических свойств чернозема Западной Лесостепи Украины / А.М. Гринченко, Г.Я. Чесняк, В.Т. Мамонтов // тр. Харьк. с.–х. ин–та им. В.В. Докучаева . Т. 170.– 1972.– С. 39–44

38. Грінченко А.М. Про розвиток культурного ґрунтотворного процесу на чорноземах Лісостепу України та ефективність добрив / А.М. Грінченко, Г.Я. Чесняк, О.А. Чесняк // Вісн. с.–г. науки.– 1965.– №11.– С. 55–61

39.Гринченко Т.А. Направленность изменений уровня плодородия почв Нечерноземья УССР в условиях интенсивного земледелия /Т.А. Гринченко //Тезисы докладов УІП Всесоюзного сьезда почвоведов. – Книга 3.– Новосибирск, 1989.–С.8.

40.Гринченко Т.А., Егоршин А.А. Комплексная оценка эволюции плодородия почв и степени их окультуренности при длительном воздействии мелиорации и удобрений/ Т.А. Гринченко, А.А. Егоршин // Агрохимия.– 1984. –№11.– С. 45–53

41. Гродзинський Д.М. Естественная радиоактивность почв и растений / Д.М. Гродзинский.– К.: Наук. Думка,1965.–212 с.

42.Гродзинський М.Д. Стійкість геосистем до антропогенних навантажень / М.Д. Гродзинський. – К.: Лікей, 1995.– 233 с.

43.Данилова В.И. Изменение структурного состояния почв при уплотнении и саморазуплотнении / В.И. Данилова // Почвоведение. – 1996. – № 10. – С. 1203–1212.

44. Деградация и охрана почв / Под общей ред. акад. РАН Г.В. Добровольского.– М.: Изд–во МГУ, 2002.– 654 с.

45. Дегтярьов В.В. Гумус чорноземів Лісостепу і Степу України /В.В. Дегтярьов .– Харків: Майдан, 2011.– 359 с.

46.Діяльність Держземінспекції в 2007 році//http://Режим доступу: myland.org.ua/ukr/13/213/ 213/5122/

47. Добровольский Г.В., Орлов Д.С., Гришина Л.А. Принципы и задачи почвенного мониторинга / Г.В. Добровольский, Д.С. Орлов, Л.А. Гришина // Почвоведение.– 1983.– №11.– С. 8–16

48.Добровольский Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах (экологическое значение почв) /Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин.–М.: Наука,1990.–261 с.

49.Довгострокова стратегія розвитку України та пріоритети діяльності Уряду на 2006–2007 роки//Режим доступу: http://www.kmu.gov.ua/kmu/control/uk/publish/article?art_id=29251857&cat_id=28568729&ctime=1140102470851http://www.myland.org.ua/ukr/13/213/213/4588/

51.Докучаев В.В. Наши степи прежде и теперь / В.В. Докучаев . – М.: Сельхозгиздат, 1936.–109 с.

52.ДСТУ 4362:2004. Показники родючості ґрунтів. – Київ, 2006. – 18 с.

53.ДСТУ ISO 11074–1:2004: Національний стандарт України. Словник термінів. Ч. 1: Забруднення та охорона ґрунтів (ISO 11074–1:1996, IDT). – Офіц. вид. – Увед. вперше; Чинний від 01.01.2006 р. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 19 с.

54.ДСТУ 46.075:2004 Якість ґрунту. Сертифікація земель (ґрунтів) сільськогосподарського призначення. Основні положення.

55.Евдокимова Т.И. Почвенная съемка / Т.И. Евдокимова . – М.: Изд–во МГУ, 1987. – 270 с.

56.Забігайло О. Питання нагляду за додержанням законодавства щодо використання земель сільськогосподарського та лісогосподарського

призначення// Режим доступу: http://mndc.naiau.kiev.ua/krok/2002/19/9.htm

57.Загальнодержавна програма використання та охорони земель (проект). – К.: Держкомзем, 2004. – 49 с. // Режим доступу: http://www.rada.gov.ua:8080/pls/zweb_n/webproc34?id=&pf3511=18623&pf35401=55126.

58.Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо посилення відповідальності за порушення вимог земельного законодавства» N 271–VI від 15 квітня 2008 року // Урядовий кур'єр. – 2008 – 07.05. – № 83

59.Закон України “Про державний контроль за використанням та охороною земель”// Голос України. – 2003. – 14.08. – № 151

60.Закон України "Про охорону земель" // Урядовий кур’єр. – 2003. – 6.08. – №144.

61.Земельна реформа пробуксовує через недосконалість законодавства // http:// Режим доступу: myland.org.ua/ukr/13/213/3141/5130/

62.Земельний кодекс України від 25 жовтня 2001 р. // Відомості Верховної ради України .–2002.– №3–4

63.Земельні ресурси України / За ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. – К.: Аграрна наука, 1998. – 150 с

64.Золотун В.П. Развитие почв юга Украины за последние 40–45 веков: Автореф. дис. д–ра с.х. наук. – Киев, 1974. – 74 с.

65.Зонн С.В. Географо–генетические аспекты почвообразования, эволюции и охраны почв / С.В. Зонн, А.П. Травлеев . К.: Наукова думка, 1989. – 216 с.

66.Зубкова Т.А. О природе механической прочности абсолютно сухих почвенных агрегатов / Т.А. Зубкова // Почвоведение. –1998. – № 3.– С. 281–290

67. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды / Ю.А. Израэль .– Москва: Гидрометеоиздат, 1984.– 560 с.

68.Ильичева М.В. Методы оценки экономического ущербаот негативного влияния загрязненной среды // Режим доступу: http://csc.ac.ru/LANG=ru/news/2005_3/2005_3_15_2.pdf

69. Камінський В.Ф. Проблеми атестації вимірювальних (аналітичних) лабораторій / В.Ф. Камінський, В.М. Лапін, Т.С. Ковбаса // Вісник аграрної науки.– 2001.–№11.– С. 58–59

70.Караваева Н.А. Агрогенные почвы: условия среды, свойства и процессы / Н.А. Караваева // Почвоведение. – 2005. – №12 – С. 1518–1529

71.Карманов И.И. Спектральная отражательная способность и цвет почв как показатели их свойств /И.И. Карманов.– М.: Колос, 1974.– 351 с.

72. Качинский Н.А. Оценка основных физических свойств почв в агрономических целях и природного плодородия их по механическому составу / Н.А. Качинский // Почвоведение.– 1958.–№5.– С. 80–83

73.Качинский Н.А. Физика почвы /Н.А. Качинский . – М.: Высшая школа, 1965. – 321 с.

74.Кіцно В.О. Основи радіобіології та радіоекології: Навч. Посібник / В.О. Кіцно, С.В. Поліщук, І.М. Гудков .– К.: «Хай–Тек Прес», 2008,– 320 с.

75. Кисель В.И. Биологическое земледелие в Украине: проблемы и перспективы / В.И. Кисель.– Харьков: Штрих, 2000.– 162 с.

76. Кисель В.И. Отчет «Дать оценку уровня загрязнения почв г. Харькова» / В.И. Кисель.– Харьков, 1999.– 19 с.

77. Кисіль В.І. Вплив забруднення на стан земельних ресурсів / В.І. Кисіль // Земельні ресурси України.–К.: Аграрна наука, 1998.– С. 36–65

78.Климат Харькова / Под ред. В.Н.Бабиченко. Л.: Гидрометреоиздат, 1983. – 216 с.

79. Ковалишин Д.І. Зміна родючості і властивостей дерново–підзолистих ґрунтів українського Полісся під впливом тривалого застосування добрив / Д.І. Ковалишин, Г.Ю. Платонова, Р.А. Андрияш // Агрохімія і ґрунтознавство.– Київ .–1982.– Вип. 43 .– С.12–18

80. Ковда В.А. Почвенный покров, охрана окружающей среды и земледелие / В.А. Ковда .– Пущино, 1987 .– 301 с.

81. Ковда В.А. Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты / В.А. Ковда .– Пущино: Научный центр биологических исследований, 1989 .– 154 с.

82. Ковда В.А. Экологический мониторинг: концепция, принципы организации. Региональный экологический мониторинг / В.А. Ковда, А.С. Керженцев.– Москва: Наука, 1983 .– С.7–14

83.Кодекс України про адміністративні правопорушення з постатейними матеріалами: Станом на 1 січня 2001 р. / За заг. ред. Е. Ф. Демського.– К.: Юрінком Інтер, 2001.– 1088 с.

84.Колосков П.И. Климатический фактор сельского хозяйства и агроклиматическое районирование./ П.И. Колосков .– Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 327 с.

85.Комплексна програма підтримки та розвитку Українського села // Режим доступу: http://minagro.kiev.ua/zvr/showdoc1.php?id=1;

86.Конвенція ООН “Про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної посухи та/або опустелювання, особливо в Африці”// http://www.unccd.int/convention/menu.php)

87.Кондратьев К.Я. Радиационный режим наклонных поверхностей / К.Я. Кондратьев, З.И. Пивоварова, М.П. Федорова .– Л.: Гидротметеоиздат, 1978.– 215 с.

88. Коригування ґрунтово–картографічних матеріалів за допомогою космічної зйомки / За ред. А.В. Шатохіна, С.Р. Трускавецького, Т.Ю. Биндич. – Харків: ІГА, 2005. – 19 с.

89.Кримінальний кодекс України: офіц. видання.– К.: Видавничий Дім „Ін Юре”, 2001.– 336 с.

90. Круглов И.С. История, современное состояние и перспективы освоения природных территориальных комплексов города Львова и окрестностей: автореф. дисс. на соиск. уч. степени канд. географ. наук . – Киев, 1992 .– 22 с.

91.Крупенников И.А. Типизация антропогенных процессов деградации черноземов / И.А. Крупенников // Почвоведение. – 2005. – №12 – С. 1509–1517

92. Крупенников И.А. Процессы оглинивания черноземов Придунайского региона / И.А. Крупенников, Э.Е. Скрябина // Почвоведение.– 1976 .– №11 .– С. 3–13

93. Крупский Н.К. Величины pH почвенного покрова Лесостепи Левобережной Украины / Н.К. Крупский, Д.Н. Губарева, А.М. Александрова // Почвоведение.– 1974 .– №1 .– С. 39–51

94. Крупский Н.К. О показателях pH (солевой) и гидролитической кислотности почв Украины / Н.К. Крупский, В.П. Кузьмичев, Р.Г. Деревянко // Почвоведение. – 1973 .– №6 .– С. 82–96

95.Кудеяров В.Н. Роль почв в круговороте углерода / В.Н. Кудеяров // Почвоведение. – 2005. – №8 – С. 915–923

96.Кузнецов М.С. Противоэрозионная стойкость / М.С. Кузнецов . –М.: Изд–во МГУ, 1981. – 136 с.

97. Кузякова И.Ф. Метод геостатистики в почвенно–агрохимических исследованиях / И.Ф. Кузякова, В.В. Романенков, Я.В. Кузяков // Почвоведение .– 2001 .– №9 .– С. 1132–1139

98.Кузякова И.Ф. Применение метода геостатистики при обработке результатов почвенных и агрохимических исследований / И.Ф. Кузякова, В.В. Романенков, Я.В. Кузяков // Почвоведение .– 2001 .– №11 .– С. 1165–1176

99.Куприянова Т. П. Обзор представлений об устойчивости физико–географических систем / Т.П. Куприянова // Устойчивость геосистем. М.: Наука, 1983. С. 7–13

100. Кутузова Р.С. Структура микробного комплекса ризосферы пшеницы в условиях гербицидного стресса / Р.С. Кутузова, Н.И. Воробьев, Ю.В. Круглов // Почвоведение. – 2005. – №2 – С. 220–229

101. Лавровский А.Б. К методике определения устойчивости почв и агротехнических фонов ливневой эрозии / А.Б. Лавровский, А.Ф. Игуменцев,

В.И. Николаенко // Эродированные почвы и повышение их плодородия. – Новосибирск: Наука,1985.– С.131–135.

102. Малахов С.Г. О принципах нормирования токсических веществ в почвах / С.Г Малахов // Бюл. Почв. ин–та им. В.В. Докучаева.– 1983.– Вып. 35,– С. 11–14

103. Малевич Е.Ф. Регресс как одна из тенденций органической эволюции / Е.Ф. Малевич // Закономерности прогрессивной эволюции. Л.: Изд–во АН СССР.– 1972. – С. 259–269

104. Медведев В.В. Бонитировка почв и качественная оценка пахотныхземель Украины / В.В. Медведев, И.В. Плиско. – Харьков.– Изд. “13 типография”, 2006. – 386 с.

105. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция, предварительные результаты, задачи / В.В. Медведев . – Харков: ПФ «Антиква», 2002. – 428 с.

106. Медведев В.В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов / В.В. Медведев .– Москва: Агропромиздат, 1988 .– 161 с.

107. Медведев В.В. Состояние работ по мониторингу почв за рубежом / В.В. Медведев // Вісник Харківського Нац. аграрн. ун–та .– 2002 .–№2 .– С. 7–15

108. Медведев В.В. Концепция почвенного мониторинга / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова // Вісник аграрної науки .– 1992 .– №9 .– С. 46–52

109. Медведев В.В. Почвенно–технологическое районирование пахотных земель Украины / В.В. Медведев, Т.Н. Лактионова .– Харьков: 13 типография, 2007 .– 396 с.

110. Медведев В.В. Бонитировка и качественная оценка пахотных почв Украины / В.В. Медведев, И.В. Плиско .– Харьков: 13 типография, 2006 .– 386 с.

111. Медведев В.В. Теоретическое обоснование экологической устойчивости почв и количественный метод ее оценки / В.В. Медведев, И.А. Хоролец, А.А.

Ачасова // Вісник ХДАУ. Сер. Ґрунтознавство, агрохімія, лісове господарство. – 1999. – №1. – С. 192–196

112. Медведев В.В. Физико–химические свойства черноземов / В.В. Медведев, Г.Я. Чесняк, П.А. Адерихин // Русский чернозем. 100 лет после Докучаева – М.: Наука, 1983 . – С. 1999–1214

113. Медведєв В.В. Діагностика ґрунтів, що зазнали видування або відкладання пилу / В.В. Медведєв // Агрохімія і ґрунтознавство .– 1976 .– Вип. 32 .– С. 73–83

114. Медведєв В.В. Європейська політика охорони ґрунтів / В.В. Медведєв // Вісник аграрної науки .– 2008 .– №5 .– С. 5–11

115. Медведєв В.В. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. ТМЦ з проблем ґрунтознавства, меліорації та охорони ґрунтів / В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова .– Харків, 1998 .– 88 С.

116. Медведєв В.В. Про стан робіт з моніторингу ґрунтів в Україні / В.В. Медведєв, Т.М. Лактіонова // Екологічний вісник .– 2003 .– №2 .– С. 4–5

117. Медведєв В.В. Моніторинг ґрунтів (цикл лекцій) / В.В. Медведєв // Харк. нац. аграр. ун–т.–2012.– 128 с.

118. Медведєв В.В. Наукові та організаційні засади створення ґрунтового моніторингу /В.В. Медведев, В.М. Москаленко, М.І. Полупан // Родючість ґрунтів. Моніторинг і управління . – Київ: Урожай, 1992 .– С. 232–240

119. Медведєв В.В. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / В.В.Медведєв, Г.Я. Чесняк, М.І. Полупан –К.: Урожай, 1992.– 248 с.

120. Методи аналізів ґрунтів і рослин /За загал. ред. С.Ю. Булигіна, С.А. Балюка, А.Д. Міхновської, Р.А. Розумної. – Харків, 1999. – 156 с.

121. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / За ред. С.М.Рижука, М.В.Лісового, Д.М.Бенцаровського. – К.: Урожай, 2004. –54 с.

122. Методика грошової оцінки земель несільськогосподарського призначення (крім земель населених пунктів) затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 30.05.1997р. № 525.

123. Методика грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення та населених пунктів, затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 223 березня 1995 р. № 213 з наступними змінами та доповненнями.

124. Методика моніторингу земель, що перебувають у кризовому стані. – Харків, 1998. – 88 с.

125. Методика підрахунків збитків від спалювання пожнивних решток / Булигін С.Ю., Тімченко Д.О., Байрак М.В. та ін. – Харків, 2000. – 17 с.

126. Методика суцільного ґрунтово–агрохімічного моніторингу сільськогосподарських угідь України. КНД. чинний з 1994.07.07. – К. 1994. – 162 с.

127. Методические рекомендации по проведению бонитировки почв. – К, изд. УААН. – 1993. – 88 с.

128. Методические указания по агрохимическому обследованию сельскохозяйственных угодий. – М.: 1982. –157 с.

129. Методические указания по крупномасштабному агрохимическому обследованию почв и проведению полевых опытов с удобрениями в системе агрохимслужбы Украинской ССР. – К.: Урожай . – 1982. – 80 с.

130. Мильков Ф.Н. Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность / Ф.Н. Мальков . – Воронеж, 1986. – 327 с.

131. Мирцхулава Ц.Е. Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии / Ц.Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1970. – 240 с.

132. Надточій П.П. Екологія ґрунту / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, В.Ф. Вольвач , – Житомир: Видавництво ПП «Рута», 2010 . – 473 с.

133. Национальный доклад Украины о гармонизации жизнедеятельности общества в окружающей природной среде. Специальное издание к 5–й Общеевропейской конференции министров окружающей среды “Окружающая среда для Европы” Киев, 2003 . – 115 с.

134. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні / М–во охорони навкол. середовища та ядерної безпеки України. — К., 1998. — 152 с

135. Національна доповідь України і 20 років Чорнобильської катастрофи. Погляд у майбутнє.–К.: Атіка, 2006.– 232 с.

136. Національна доповідь про стан родючості ґрунтів України / К.– 2010.– 112 с.

137. Новикова А.В. История почвенно–мелиоративных и экологических исследований засоленных и солонцовых земель Украины: 1890–1996 гг. / А.В. Новикова – К.: "Світ", 1999. – 143с.

138. Новожилова Е.В. Порівняльний аналіз переліку пестицидів, дозволених до використання на зернових, в українській і міжнародній практиці (Електронний ресурс) / Е.В. Новожилова, А.А. Білоус; Інформ.– аналіт. Агенція «АПК–Інформ.– Режим доступу: www.apk–inform.com.

139. Озерні сапропелі України / М.Й. Шевчук, Е.Г. Дегодюк, В.І. Холоша, Б.С. Прістер / За ред. Дегодюка Е.Г., Шевчука М.Й. Луцьк.–РВП «Надстир'я».– 1996.–187 с.

140. Осика В.Ф. Вдосконалення державної системи моніторингу довкілля України відносно до вимог ЄС / В.Ф. Осика, М.С. Кравченко.– К.: Урожай . – 1999 .– 27 с.

141. Охорона ґрунтів / М.К. Шикула, О.Ф. Гнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капштик.– К: Т–во «Знання» , 2001.– 398 с.

142. Оцінка і прогноз якості земель / С.Ю. Булигін, А.В. Барвінський, А.О. Ачасова, А.Б. Ачасов//Харк. нац. аграр. ун–т.–2008.– 237 с.

143. Охрана ландшафтов. Толковый словарь / под ред. В.С. Преображенского. М. Прогресс, 1982. – 272 с.

144. Охорона родючості ґрунтів / Мат. міжнар. наук.–практ. конф. "40 років: від агрохімічної служби до служби охорони родючості ґрунтів". – Мінагрополітики України. – Вип.1. – К.: Аграрна наука, 2004. – 231 с.

145. Оцінка придатності сільськогосподарських земель України для створення екологічно чистих сировинних зон і господарств по виробництву продуктів дитячого та дієтичного харчування. (Методичні рекомендації). – К. 1998. – 58 с.

146. Патика В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / В.П. Патика, О.Г. Тарарико. – К.: Фітосоціоцентр, 2002. – 269с.

147. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні на 2008 рік.–К.: Юнівест Медія.–2008.– 448 с.

148. Перельман А.И. Геохимические барьеры в зоне гипергенеза / А.И. Перельман. – М.: Изд–во Моск. Ун–та, 2002. – 287 с.

149. Перепелятникова Л.В. Актуальні проблеми реабілітації радіоактивно забруднених сільськогосподарських угідь України / Л.В. Перепелятникова, Г.П. Перепелятников // Екологічні кауки: Науково–практичний журнал.– 2014.–№6.– С. 57–65.

150. Положення про Державну екологічну інспекцію (в редакції постанови Кабінету Міністрів України від 16 червня 2004 р. N 770 [770–2004–п])//http:// Режим доступу: www.nau.kiev.ua/cgi–bin/nauonlu.exe?pkm2001+127772_t+guest

151. Положення про Державну інспекцію з контролю за використанням і охороною земель. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 грудня 2002 р. N 1958 / http:// Режим доступу: www.kmu.gov.ua/z1/portal/show

152. Полупан М.І. Кількісна функціонально–екологічна діагностика генетичного статусу ґрунтів / М.І. Полупан, В.Г. Ковальов, В.Б. Соловей, В.А. Мірошниченко // Вісник аграрної науки – 1998. – № 3 – С. 23–29.

153. Полянская Л.М. Содержание и структура микробной биомассы как показатель экологическогосостояния почв / Л.М. Полянская, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. – 2005. – № 6. – С. 706–714.

154. Понедельченко М.Н. Влияние агроклиматических условий на продуктивность культур зерно–свекловичного севооборота в Центральном Черноземье. Автореф. Дис. Доктора с.–х . н. – Курск, 2004. – 41 С.

155. Постанова Верховної Ради України "“Про Рекомендації парламентських слухань "Сучасний стан та перспективи розвитку земельних відносин в Україні” // Відомості Верховної Ради (ВВР), 2005, N 48, ст.494

156. Постанова Кабінету Міністрів України «Про затвердження положення про державну систему моніторингу навколишнього середовища» .– №391, 30.03.1998.

157. Почвенно–экологические условия возделывания сельскохозяйственных культур / Под ред. В.В. Медведева .– Киев: Урожай, 1991 .– 176 с.

158. Почвы Украины и повышение их плодородия. в 2–х т. – К.:Урожай. – 1988. – 358 с.

159. Проект ЗУ "Про державну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення". Поданий на розгляд у ВР України 08.02.2007 // Режим доступу: http://www.minagro.gov.ua/page/5811

160. Пріоритети завершення земельної реформи на селі: Матеріали круглого столу. Місце проведення – Київ, УААН, 11.05.2005.

161. Пріоритетні завдання Мінагроплітики на 2008 рік // Режим доступу: http://www.minagro.kiev.ua/page/5795

162. Пузаченко Ю.Г. Инвариантность геосистем. и их компонентов / Ю.Г. Пузаченко // Устойчивость. геосистем. – М., 1983. – С.32–41.

163. Реймерс Н.Ф. Природопользование. Словарь–справочник / Н.Ф. Реймерс. — М.: «Мысль», 1990. — 639 с.

164. Рідей Н.М. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика /Н.М. Рідей, В.П. Строкаль, Ю.В. Рибалко .– Херсон:Вид–во «Олді–плюс», 2001.–568 с.

165. Рижук С.М. До концепції управління родючістю ґрунтів України / С.М. Рижук, В.В. Медведєв, Д.М. Бенцаровський // Вісник аграрної науки.– 2003.– №4.– С. 21–26

166. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / За ред. В.В. Медведєва .– Київ, Урожай, 1992.– 248 С.

167. Розанов Б.Г. Геомембрана: мембранная функция почвы в планетарной геосферной системе Земли/ Б.Г. Розанов //Почвоведение.– 1988.–№7.–С. 54–54

168. Романова Е.Н. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства / Е.В. Романова, Г.И. Мосолова, И.А. Береснева. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – 275 с.

169. Русанов А.М. Влияние экспозиции склона на свойства южных черноземов Предуралья/ А.М. Русанов, Е.А. Милякова //Почвоведение. 2005. – №6. – С.645–652.

170. Рюмина Е.В .Ущерб от экологических нарушений:больше вопросов, чем ответов/ Е.В. Рюмина //"Экономика природопользования". – 2004. – № 4. – С. 55–65

171. Рюмина Е.В. Оценка экономического ущерба от экологических нарушений при разработке планов и программ/ Е.В. Рюмина //"Проведение оценки воздействия на окружающую средув государствах–участниках СНГ и странах Восточной Европы".. М.: Государственный центр экологических программ, 2004, С. 33–40.

172. Санжарова Н.И. Оценка факторов, определяющих динамику загрязнения ^{137}Cs сельскохозяйственной прдукции после аварии на Чернобыльской АЭС/ Н.И. Санжарова, С.В. Фесенко, Р.М. Алексахин // Радиац. Биология. Радиоэкология.–1995.–Вып.3.– С. 307–315

173. Симакова М.С. Использование материалов аэро– и космической съемки в картографировании почв: пути развития, состояние, задачи / М.С. Симакова, И.О. Савин // Почвоведение.– 1998.–№1.– С. 1339–1347

174. Система агроекологічного моніторингу торфових земель (методичні рекомендації). – Харків, 1995. – 34 с.

175. Система оцінки та прогнозу якості земель (стан, концепція та алгоритм) / С.Ю. Булигін, А.Б. Ачасов, А.О. Ачасова // Аграрна наука. –2014.– 238 с.

176. Словник–довідник з агроекології / За ред. О.І. Фурдичка. К: Основа.– 2007.–272 с.

177. Соболев С.С. Развитие эрозионных процессов на территории Европейской части СССР и борьба с ними./ С.С. Соболев .– М., Л., 1948.– с.3–100

178. Сорочкин В.М. О выборе показателей для агрономической оценки структуры почв / В.М. Сорочкин// Почвоведение. – 1991. – № 7. – С. 50–58.

179. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах/ В.Б. Сочава.– Новосибирск: Наука, 1978.– 318 с.

180. Сочава В.Б. Определение некоторых понятий и терминов физической географии / В.Б. Сочава //Докл. Ин–та географии Сибири и Дальнего Востока .–1963.–Вып.6–С.50–59.

181. Стан видачі державних актів проналізовано на колегії Держкомзему // http:// Режим доступу: myland.org.ua/ukr/13/213/3121/5236/

182. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства /За ред. В.В.Медведєва, М.В.Лісового.–Харків: “ШТРІХ”. – 2001.–100 с.

183. Тарарико Ю.О. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарськихкультур / Ю.О. Тарарико, О.Є. Несмашна, Л.Д. Глущенко. – К.: Нора–принт, 2001. – 60 с.

184. Тараріко Ю.О. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва / Ю.О. Тараріко, Ю.О.Несмашна,О.М. Бердніков ,Л.Д. Глущенко , Г.І.Личук , Ю.І.Кузьменко, В.А. Величко , Жил кін , О.А. Андрійченко . – К.: Аграрна наука, 2005. – 200 с.

185. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв./Л.Л. Шишов, Д.Н. Дурманов, И.И. Карманов, В.В. Ефремов. –М.: Агропромиздат, 1991. — 304 с.

186. Тихомирова Л.Д. Способ определения эффективности плодородия почвы. – Авторское свидетельство № 338196 Кл. А 01 д.

187. Тихонов А.Г. Економічний оборот земель сільськогосподарського призначення і екологічний аспект./ А.Г. Тихонов, Л.В. Паламрчук // Землевпорядний вісник. – №1.–2003. – С. 22-33

188. Трускавецький Р.С. Осушені, кислі і солонцеві землі / Р.С. Трускавецький // Земельні ресурси України .– Київ: Аграрна наука ,1998 .– С. 112–124

189. Трускавецький С.В. Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України: автореф. канд. дис. – Харків, 2006.– 22 с.

190. Трускавецький С.Р. Вплив вмісту рухомих форм заліза у ґрунтах Полісся на дані багатоспектрального космічного сканування / С.Р. Трускавецький, Т.П. Тененьова // "Агрохімія і ґрунтознавство". –2005. — №.66. – С.72–80.

191. Указ Президента України "Питання Комісії з опрацювання та комплексного вирішення питань реалізації державної політики у сфері раціонального використання та охорони земель." // Режим доступу: http://www.nau.kiev.ua/cgi–bin/nauonlu.exeupr3+196065_t+guest

192. Указ Президента України № 1643/2005 "Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 29 червня 2005 року «Про стан додержання вимог законодавства та заходи щодо підвищення ефективності державної політики у сфері регулювання земельних відносин, використання та охорони земель" // Режим доступу: http://www.land–kraine.com/index.php?p=article&id=1849

193. Указ Президента України від 2 грудня 1995 р. №1118/95 "Про суцільну агрохімічну паспортизацію земель сільськогосподарського призначення".

194. Україна – Цілі розвитку тисячоліття 2000+5. Матеріали до ювілейної 60–ї сесії Генеральної Асамблеї ООН. Доклад, підготовлений міністерством економіки України. http:// Режим доступу: www.undp.org.ua/?page=documents

195. Україна та глобальний парниковий ефект./За ред. В.В.Васильченка, М.В.Рапцуна, І.В.Трофімовой. в 2–х ч. Київ, ч.1 – 1997, 96 с; ч.2 – 1998, 208 с.

196. Усьяров О.Г. Водопрочность макроагрегатов чернозема обыкновенного при разных типах использования / О.Г. Усьяров // Почвоведение. – 2003. – № 6. – С. 701–705

197. Учет природных ресурсов в России: практические исследования по Ярославской области.: Ярославль, НПП «Кадастр», 1999 г.

198. Федоров В.Д. Оценка приоритета в ряду загрязнителей / В.Д. Федоров //"Всесоюзный анализ окружающей природной среды".Тр.3 Советско–американского симпозиума.–Л.:Гидрометеоиздат,1978.–С.138–145

199. Фоновий вміст мікроелементів у ґрунтах України / За ред. доктора с.–г. наук А.І Фатеєва і кандидата с.–г. наук Я.В. Пащенко.– Х.: Друкарня №13, 2003. – 120 с.

200. Хитров Н.Б. Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения / Н.Б. Хитров, Э.Н. Молчанов, Л.В. Назарова // Почвоведение.–2010.– №5.– С. 634–636

201. Чертко Н.К. Математические методы в физической географии / Н.К. Чертко. – Минск: Изд–во Университетское, 1987. – 151 с.

202. Шапоренко О.І. Еколого–економічна оцінка проектуємих ґрунтозахисних заходів / О.І. Шапоренко // Землевпорядний вісник. – № 1. – 2003. – С. 85–88.

203. Шатохин А.В. Использование современных технологий при картографировании почвенного покрова Северной Донецкой Степи / А.В. Шатохин, А.Б. Ачасов // Почвоведение. – №7. – 2005. – С. 790–798

204. Шатохин А.В., Ачасов А.Б. Картографирование темно–серых лесных почв Украины по данным полевой спектрофотометрии / А.В. Шатохин, А.Б. Ачасов //Почвоведение. – 2001. – № 2. – С. 159–167

205. Шатохін А.В., Ачасов А.Б., Линдін М.О. Технологія аерокосмічного контролю за гумусним станом ґрунтів /А.Б. Шатохін, А.Б. Ачасов, М.О. Линдін // В збірнику: Розробки – виробництву/ за редакцією М.В. Зубця.– Київ: Аграрна наука.–1999.– С.107–108.

206. Шатохин А.В., Лындин М.А. Сопряженное изучение черноземов Донбасса наземными и дистанционными методами / А.В. Шатохин, М.А. Лындин // Почвоведение. –2001.– № 9.– С.1037–1044

207. Шептухов В.Н. О совершенствовании оценки процессов деградации почв / В.Н. Шептухов, Т.В. Решетина, П.Н. Березин, И.И. Карманов // Почвоведение. – 1997. – №7. – С.799–805

208. Экономические проблемы стабилизации и развития АПК России // Материалы научно – практической конференции: «Аграрная реформа, антикризисные меры и перспективы развития АПК».Том 1. – М., 1995. – С. 125-136

209. Bolenius E., Rogstrong G., Arvidsson J. On-the-go measurements of soil penetration resistance on a Swedish Eutric Cambisol. International Soil Tillage Research Organization 17-th Triennal Conference.– Kiel, Germany.2006 .– 867-870 p.

210. Boucneau G., Hofman G., van Meirvenne M. Soil Monitoring in Belgium. Part 2: Actualization of Belgian Soil Information. Int. Workshop /– Budapest. 1993.– P. 56–59

211. Gentile A. R. (Project manager) Proposal for an European soil monitoring and assessment framework. European Environmental Agency.– Copengagen ,2001 .– 58 P.

212. Godwin R.J., Earl R., Taylor C. Precission farming cereals. Practical guidelines and crop rotation . Project 267.Home-Grown Cereals Autority – London , 2002 .– 8 p.

213. Havrankova J., Godwin R.J., Wood G.A. Ground Remote Sensing Systems for Determination Canopy Nitrogen in Winter Wheat.International Soil Tillage Research Organization 17-th Triennal Conference.– Kiel, Germany.2006 .– 910-915 p.

214. Holling C.S. Resilience and stability of ecological systems//Annual rev.in Ecology and Systematics.–1973.–Vol4.–Pp1–23.

215. Mechelen L.vun, Groenemans R., Ranst E. Vun Forest soil condition in Europe. Results of a large-scale soil survey. Forest Soil Coordinator Centre. – Belgium, 1997 .– 262 p.

216. Mouazen A.M., Malaki M.R., Merckx R. Primary results on on-line measurement of some selected soil properties using a VIS-NIS sensor. International Soil Tillage Research Organization 17-th Triennal Conference.– Kiel, Germany.2006 .– 839-844 p.

217. The Bonn Memorandum on Soil Protection Policies in Europe.– Bonn.– 9 to 11 December 1998.