

УКРАЇНСЬКА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК  
Національний науковий центр “Інститут ґрунтознавства та  
агрохімії імені О.Н. Соколовського”

**НАУКОВІ ТА ПРИКЛАДНІ ОСНОВИ ЗАХИСТУ ҐРУНТІВ  
ВІД ЕРОЗІЇ В УКРАЇНІ**

Харків 2010

## УДК 631.459

Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні.- Х...  
(Коллективна монографія)

В монографії представлено бачення фахівців на шляхи вирішення проблеми ерозії в Україні та запропоновано комплекс сучасних зонально орієнтованих заходів із захисту ґрунтів від ерозії з урахуванням сучасного стану земельних відносин та новітніх досягнень науки і техніки.

Монографія призначена для керівників і фахівців органів державної влади, місцевого самоврядування та господарств різних форм власності, співробітників наукових, проектних та освітніх установ, студентів, аспірантів та докторантів ґрунтознавчих, агрономічних, лісівничих, географічних, екологічних, технічних, економічних та землевпорядних спеціальностей.

В підготовці монографії взяли участь науковці та фахівці:

Національного наукового центру “Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського” –

С.А. Балюк, Д.О. Тімченко, М.М. Гічка, М.В. Куценко, В.І. Бураков

Національного наукового центру “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” –

Я.С. Гуков, О.В. Сидорчук, М.С. Левчук, Б.П. Польовий

Національного наукового центру “Інститут аграрної економіки” –

Національного наукового центру “Інститут землеробства УААН” –

В.Ф. Сайко, І.П. Шевченко

Інституту агроєкології УААН –

О.І. Фурдичко, О.Г. Тараріко, А.П. Стадник

Інституту зернового господарства УААН –

Є.М. Лебідь, А.Г. Горобець, А.І. Горбатенко, О.І. Цилюрик, В.І. Чабан, В.Ю. Коваленко, Л.М. Десятник, Ф.А. Льоринець, І.С. Кірчук, І.Є. Федоренко

Луганського інституту агропромислового виробництва УААН –

В.О. Белоліпський, В.І. Тарасов, М.М. Полулях, А.М. Мітрошин, В.О. Шандар

Українського науково-дослідного інституту лісового господарства та агролісомеліорації імені Г.М. Висоцького –

В.П. Ткач, Г.Б. Гладун

Миколаївського державного аграрного університету –

С.Г. Чорний

Харківського національного аграрного університету імені В.В. Докучаєва –

С.Ю. Булигін, М.В. Шевченко, С.В. Калюга

Одеського національного університету імені І.І. Мечникова –

О.О. Світличний

Східноукраїнського національного університету імені В. Даля –

О.Р. Зубов

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ПОШИРЕННЯ ЕРОЗІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ТА ЙОГО ПРИЧИНИ.....	9
2. МЕХАНІЗМ ТА ФАКТОРИ ЕРОЗІЇ І ДЕФЛЯЦІЇ ҐРУНТІВ.....	12
2.1. Механізм та фактори водної ерозії ґрунтів.....	12
2.2. Механізм та фактори дефляції ґрунтів.....	34
2.3. Зональні особливості прояву ерозійних та дефляційних процесів у зв'язку з просторовим розподілом ерозійних та дефляційних факторів в межах території України.....	46
2.4. Допустимі норми ерозії.....	51
3. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ БОРОТЬБИ З ЕРОЗІЄЮ ҐРУНТІВ.....	54
4. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ.....	60
4.1. Організаційно-господарські заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії.....	60
4.2. Лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії.....	78
4.3. Гідротехнічні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії.....	102
4.4. Агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії.....	116
4.5. Спеціальні протиерозійні заходи, що застосовують у гірських регіонах.....	214
4.6. Спеціальні протиерозійні заходи, що застосовують для боротьби з ерозією ґрунтів при поливах.....	216
4.7. Заходи із захисту земель від яружної ерозії.....	220
4.8. Зональні (регіональні) особливості застосування протиерозійних заходів.....	233
5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ДЕФЛЯЦІЇ.....	240
5.1. Організаційно-господарські заходи з охорони ґрунтів від дефляції.....	240
5.2. Лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від дефляції.....	244
5.3. Агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від дефляції.....	253
5.4. Особливості застосування протиерозійних заходів у регіонах із сумісним проявом водної ерозії та дефляції.....	273
6. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО СТІЙКИХ АГРОЛАНДШАФТІВ У ЕРОЗІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕГІОНАХ.....	275
6.1. Основні принципи ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території.....	275

6.2. Основні принципи побудови ґрунтозахисно-меліоративно впорядкованого агроландшафту в рамках агроландшафтної концепції ННЦ ІГА.....	297
6.3. Основні засади захисту ґрунтів від ерозії в еколого-ландшафтних системах у степовій зоні в рамках формування ґрунтоводоохоронних агроландшафтів за концепцією Луганського інституту АПВ (на прикладі Луганської області України).....	313
6.4. Проектування комплексів протиерозійних заходів на розрахунковій основі.....	333
<b>7. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЮ ЕРОДОВАНOSTI (ДЕФЛЬОВАНOSTI) ҐРУНТІВ, ІНТЕНСИВНОСТІ ЕРОЗІЇ (ДЕФЛЯЦІЇ) ТА ПРОТИЕРОЗІЙНОЇ (ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНОЇ) СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ.....</b>	<b>344</b>
7.1. Методи визначення ступеню еродованості ґрунтів, інтенсивності ерозії та протиерозійної стійкості ґрунтів.....	344
7.2. Методи визначення ступеню дефльованості ґрунтів, інтенсивності дефляції та протидефляційної стійкості ґрунтів.....	386
<b>8. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕРОЗІЇ ТА ЙОГО ПРИКЛАДНЕ ЗНАЧЕННЯ.....</b>	<b>413</b>
8.1. Теоретичні та прикладні основи моделювання ерозійних та дефляційних процесів.....	413
8.2. Моделі ерозійних та дефляційних процесів.....	417
<b>9. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ В УКРАЇНІ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ ПОДАЛЬШОГО УДОСКОНАЛЕННЯ .....</b>	<b>438</b>
<b>10. ЗАКОНОДАВЧЕ ТА НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ ПОДАЛЬШОГО УДОСКОНАЛЕННЯ.....</b>	<b>442</b>
<b>11. ОЦІНЮВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ.....</b>	<b>444</b>
ПІСЛЯМОВА.....	445
СЛОВНИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ.....	447
ДОДАТКИ.....	457
ЛІТЕРАТУРА.....	514

## ВСТУП

Сприятливі природно-кліматичні умови та високий потенціал ґрунтів створюють передумови для розвитку України як провідної аграрної країни Європи. Разом з тим, в останні роки спостерігається тенденція до зменшення виробництва сільськогосподарської продукції. Однією із основних причин цього є суттєве зниження продуктивності ґрунтів, погіршення їх агрономічно та екологічно важливих властивостей. Не останню роль у цих негативних процесах відіграють водна та вітрова ерозія ґрунтів.

Інтенсифікація ерозійних процесів та їх поширення на великі території призводять до суттєвої деградації ґрунтів, спричиняють великі збитки в сільському господарстві та загалом ставлять під загрозу безпечний розвиток суспільства. Внаслідок прояву водно- та вітроерозійних процесів знижується родючість ґрунтів, втрачаються внесені у ґрунт добрива, пошкоджуються посіви сільськогосподарських культур, знижуються врожаї, замулюються річки та канали, заносяться дрібноземом дороги та будівлі, погіршується здоров'я населення. Ерозія щорічно віднімає у земельного фонду великі площі, перетворюючи багаті ландшафти з родючими ґрунтами у бедленди і пустелі.

Це означає, що створення ефективної системи охорони ґрунтів від ерозії є найпріоритетнішим завданням, без вирішення якого, досягнення сталого землекористування і взагалі безпечного розвитку сільського господарства є неможливим. Вирішення цього завдання вимагає узагальнення накопиченого досвіду ґрунтозахисної галузі та розробки на цій основі сучасних рекомендацій із захисту ґрунтів від ерозії, в яких було б враховано сучасні наслідки земельної реформи, поточний стан земельних відносин та законодавчого забезпечення у сфері охорони земель, а також новітні досягнення науки і техніки.

До того ж, на сьогоднішній день, існує низка організаційних, економічних, правових, методичних та технологічних проблем, які не дозволяють запровадити ефективну систему заходів з охорони ґрунтів від ерозії в Україні. Вирішення цих проблем потребує перегляду основних підходів до

організації ґрунтоохоронної практики та її нормативно-правового забезпечення, впровадження новітніх досягнень науки і техніки у ґрунтозахисну галузь, розробки і впровадження сучасного комплексу науково обґрунтованих заходів із захисту ґрунтів від ерозії з урахуванням зональної та регіональної специфіки. З метою формування єдиного підходу до системного та послідовного вирішення вищевказаних проблем, авторський колектив підготував цю монографію.

В цій монографії викладено бачення фахівців на шляхи реформування організаційної структури ґрунтоохоронної галузі, показано напрямки удосконалення законодавчого та нормативного забезпечення охорони ґрунтів, запропоновано сучасний комплекс зонально орієнтованих заходів з охорони ґрунтів від водної ерозії та дефляції з урахуванням новітніх досягнень науки і техніки, окреслено перспективи розвитку галузі охорони ґрунтів від ерозії.

В цій монографії запропоновано низку ґрунтозахисних заходів з урахуванням зональних (регіональних) особливостей, оскільки Україна характеризується великим різноманіттям природних умов, які по-різному впливають на ерозійні і дефляційні процеси та на ефективність різних протиерозійних (протидефляційних) заходів. Звідси, просте „шаблонне” перенесення протиерозійних та протидефляційних заходів із однієї зони у іншу може призводити до зниження ефективності протиерозійного облаштування та непотрібних економічних втрат. Тому, проводити протиерозійні заходи слід з урахуванням зональних (регіональних) особливостей природних умов регіону.

Автори намагались представити в даній монографії накопичений за багато років (десятиліть) досвід у сфері захисту ґрунтів від ерозії, тому в ній зустрічаються деякі застарілі заходи і технології, які вже не використовуються, але інформація про які допомагає скласти уявлення про основні принципи протиерозійних (протидефляційних) заходів. До того ж, деякі машини та знаряддя, які вже знято з серійного виробництва, ще використовуються у сучасних господарствах України, тому, на наш погляд, ці машини і знаряддя доцільно подати в даній роботі.

Поняття „ерозія” та похідні від нього поняття, які вжиті у назві цієї монографії, у назві деяких її розділів та у деяких місцях в тексті (в загальному розумінні), включають в себе як „водну ерозію”, так і „дефляцію”.

Для усунення розбіжностей у трактуванні термінів і понять, в кінці документу подано Словник основних термінів.

Автори вдячні Л.О. Загородній, Т.П. Тененьовій та О.В. Гепенко за допомогу під час створення даної роботи.

Монографія призначена для керівників і фахівців органів державної влади, місцевого самоврядування та господарств різних форм власності, співробітників наукових, проектних та освітніх установ, студентів, аспірантів та докторантів ґрунтознавчих, агрономічних, лісівничих, географічних, екологічних, технічних, економічних та землевпорядних спеціальностей.



## 1. ПОШИРЕННЯ ЕРОЗІЇ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ ТА ЙОГО ПРИЧИНИ

Україна є однією з країн світу, для якої проблема ерозії є дуже актуальною. Площа сільськогосподарських угідь України, які зазнають згубного впливу водної ерозії становить 13,3 млн. гектар, вітрової ерозії (дефляції) – 6 млн. гектар, а в роки з катастрофічними пиловими бурями – 20 млн. гектар. Інтенсивно розвиваються процеси лінійного розмиву та яроутворення. Площа ярів становить 141,1 тис. гектарів, а їх кількість перевищує 500 тисяч. Окремі яружно-балкові системи характеризуються інтенсивністю ерозії, що перевищує середні показники у 10-20 разів (за даними проекту Загальнодержавної програми використання та охорони земель).

Щорічно, в Україні, від ерозії втрачається до 500 млн. тон ґрунту. З продуктами ерозії виноситься до 24 млн. тон гумусу, 0,964 млн. тон азоту, 0,678 млн. тон фосфору, 9,4 млн. тон калію (за експертними оцінками), що значно більше, ніж вноситься з добривами.

Урожайність сільськогосподарських культур на еродованих ґрунтах є на 20-60 % нижчою, ніж на нееродованих. Втрати продукції землеробства від ерозії за експертними оцінками перевищують 9-12 млн. тон зернових одиниць за рік (за даними проекту Загальнодержавної програми використання та охорони земель), а економічні збитки внаслідок ерозії перевищують 6 млрд. дол. США в рік.

Найважливішими причинами, які обумовлюють такий стан проблеми ерозії в Україні, є високий ступінь розораності сільськогосподарських угідь (до 80 %), стихійне формування нових типів землекористування в умовах незавершеної земельної реформи, відсутність державних, регіональних і місцевих програм охорони ґрунтів, відсутність діючих механізмів економічного стимулювання захисту ґрунтів від ерозії, майже повна відсутність юридичної відповідальності за недбале землекористування і низький рівень фінансового забезпечення заходів з охорони ґрунтів від ерозії.

Посилення процесів ерозії ґрунтового покриву обумовлено також порушенням організації території, яка склалася внаслідок проведення земельної реформи, швидкої руйнації сталої системи землеробства, зокрема трансформації структури посівних площ у бік вирощування невеликої кількості “прибуткових” культур (озимої пшениці, соняшнику, ріпаку тощо), занепадом лісомеліорації, погіршенням стану полезахисних лісосмуг та гідротехнічних споруд, нехтуванням основними правилами ерозійно безпечного землекористування та відсутністю належного впровадження у землеробську практику ефективних протиерозійних заходів.

На деяких територіях впроваджені протиерозійні заходи мають низьку ефективність внаслідок неправильного проектування та проведення цих заходів, їх неповноти та несистемності, відсутності належного догляду за ними, недотримання відповідних вимог.

Деякі з технологій захисту ґрунтів від ерозії є фізично та морально застарілими і потребують суттєвого удосконалення.

Для більшості нормативно-правових актів України, що регламентують діяльність у сфері охорони ґрунтів, не створено систему їх реалізації, відсутні необхідні нормативні документи і методики оцінки збитків, нанесених земельним ресурсам внаслідок недбалого землекористування. Проведенню заходів з охорони ґрунтів від ерозії заважає здійснення земельної реформи, яка поділила орні землі на паї, межі яких хоча й не винесені поки фактично, але юридично не дозволяють створювати нові лісові смуги та вали, проводити інші заходи. До того ж, у виробництві майже не використовуються сучасні наукові досягнення. Не вирішується достатнім чином питання щодо створення в країні єдиної та самоврядної державної Служби охорони ґрунтів (або подібного органу).

Всі ці проблеми потребують негайного вирішення, бо зволікання з їх вирішенням призводить до неминучих втрат родючості ґрунтів, економічних збитків та погіршенню екологічної ситуації в Україні. Важливими шляхами у напрямку подолання цих проблем та побудови ефективної системи охорони

ґрунтів від ерозії є розроблення і впровадження комплексу сучасних, ефективних, зонально та регіонально орієнтованих протиерозійних заходів, створення належної нормативної та законодавчої бази у сфері охорони ґрунтів від ерозії, всебічне дослідження закономірностей, механізмів та факторів ерозійного процесу з метою подальшого удосконалення методів захисту ґрунтів від ерозії, реформування організації ґрунтоохоронної галузі, створення і розгортання системи моніторингу ерозійних процесів, розроблення сучасних методів оцінювання інтенсивності ерозії та економічної ефективності протиерозійних заходів. Бачення фахівців на вирішення цих питань з урахуванням сучасного соціально-економічного стану України та сучасних досягнень науки і техніки наводиться нижче.

## **2. МЕХАНІЗМ ТА ФАКТОРИ ЕРОЗІЇ І ДЕФЛЯЦІЇ ҐРУНТІВ**

### **2.1. Механізм та фактори водної ерозії ґрунтів**

#### **2.1.1. Механізм водної ерозії ґрунтів**

Процес водної ерозії ґрунтів, складається із руйнування ґрунтів краплями дощу та потоками води, що сформувалися на поверхні схилу внаслідок випадання дощу (природного, штучного) або танення снігу, транспортуванні ґрунтових частинок і агрегатів та їхнього відкладення.

На початковій стадії випадання дощу (зливи) до появи на поверхні ґрунту плівки води вплив крапель дощу виявляється в опливанні ґрунтових грудок і ущільненні верхнього шару ґрунту, що відіграє важливу роль у зменшенні водопоглинення ґрунту і формуванні поверхневого стоку. До появи на ґрунтовій поверхні водної плівки краплі дощу всмоктуються в ґрунт і переміщення ґрунту вниз по схилу не відбувається.

Однією з характерних ознак початкової стадії ерозії (коли ґрунт є сухим) є вибухоподібне вилучення повітря з ґрунту в результаті заповнення останнього вологою. Це явище спричиняє велику дезінтегруючу дію на ґрунтові агрегати. На сухих ґрунтах це явище є одним із головних, які спричинюють ерозію (Мірцхулава, 2000).

Після появи на поверхні ґрунту водної плівки краплі дощу при ударі об поверхню розбризкуються, захоплюючи при цьому частинки ґрунту. При ударі краплі об поверхню ґрунту в результаті тертя її нижня частина розплющується, унаслідок чого площа ударного впливу краплі збільшується.

Приблизно дві третини енергії краплі витрачається на утворення поглиблення (ударного кратера) і ущільнення верхнього шару ґрунту товщиною до 2-3 см, одна третина – на розбризкування. Максимальна диспергація ґрунтових частинок відбувається у тому випадку, коли товщина водної плівки приблизно дорівнює діаметру краплі. Відрив частинок ґрунту і їхнє

розбризування припиняється тільки у разі наявності шару води більше 5-6 діаметрів крапель. В цьому випадку, шар води поверхневого стоку захищає ґрунт від безпосередньої руйнуючої дії крапель. Хоча краплі збільшують турбулентність потоків і тим самим можуть інтенсифікувати ерозійний процес (це явище відбувається лише за невеликої глибини потоків).

Крім уже відзначеної ролі великих крапель у диспергації ґрунтового матеріалу, вони також виконують велику роботу з ущільнення поверхневого шару ґрунту і його коагуляції продуктами руйнування ґрунтових агрегатів. Це призводить до утворення ґрунтової кірки зі зменшеною в багато разів водопоглинаючою здатністю, що має наслідком інтенсифікацію стоку, а разом з ним і змиву.

При зливах на субгоризонтальній рівній поверхні внаслідок того, що розбризування ґрунту відбувається у всіх напрямках однаково, латерального переміщення ґрунту не відбувається. В той же час на схилових поверхнях внаслідок різної довжини траєкторій переміщення частинок, які розбризкуються, відбувається поступове переміщення частинок ґрунту вниз по схилу.

Окрім такого переміщення ґрунтових частинок, розбризані частинки ґрунту переносяться також водними потоками, в які вони потрапляють з міжструмкових ділянок в результаті розбризування.

Кількість переміщеного розбризуванням ґрунтового матеріалу становить невелику частку в загальних втратах ґрунту з поверхневими водними потоками. Основна частка загальних втрат ґрунту припадає на еродуючу дію власне водних потоків.

На наступній стадії ерозійного процесу, підвищення інтенсивності дощу та накопичення маси випавшої води спричиняє поверхневий стік. Поверхневий стік виникає за об'єму опадів, що перевищує кількість води, необхідну для змочування рослинності і поверхні ґрунтів. З початку поверхневий стік протікає у вигляді мікрострумків. По мірі продовження або посилення дощу окремі мікрострумки концентруються і перетворюються на струмки, напрямом

яких як правило співпадає з напрямком максимального ухилу схилу. Зароджені струмки приєднуються до струмків, що беруть свій початок вище по схилу. Як правило, ці окремі струмкові потоки розділені простором, покритим лише тонкою водною плівкою. Встановлено, що в цих струмках, на відміну від мікрострумків, переважно спостерігається турбулентний режим руху потоку.

В результаті подальшого продовження випадіння опадів струмки ще більше концентруються, завдяки чому зростає їх розмиваюча здатність.

Струмкові водні потоки або займають існуючі пониження в рельєфі, або самостійно формують такі пониження, або послідовно відбуваються обидва цих явища: водний потік займає пониження, яке він збільшує своєю ерозійною дією.

Схилкові потоки, як правило, мають нерівномірну глибину і складний повздовжній профіль з численними уступами і швидкотоками, що також збільшує еродуючу здатність потоків. Це обумовлюється локальним збільшенням швидкостей у таких місцях і більш концентрованою дією водних струменів на ґрунт. При середніх швидкостях потоку, недостатніх для відриву часток, усе-таки відбувається локальний розмив і змив ґрунту через посилення еродуючої дії струменів води, що падають з уступів. Регресивне переміщення уступів відіграє істотну роль в ерозійному процесі (особливо в період весняного сніготанення та при поливах по борознах).

Робота схилового потоку витрачається на тертя, на подолання сил опору, обумовлених шорсткістю поверхні дна потоку, на подолання сил зв'язності між агрегатами, на їх відрив, а також на формування нових тріщин і поверхонь.

Як витікає із зазначеного вище, процес ерозії на схилі можна умовно поділити на міжструмкову та струмкову ерозію. Цей поділ є умовним, бо в природі ці складові значною мірою перекриваються. В основі такого поділу лежить підхід, згідно з яким ділянки схилу диференціюються на зони з домінуючим площинним мілким потоком і відповідно з прямим впливом дощових крапель та зони з маленьких каналів, де концентруються потоки (струмки). Струмки є основними елементами інфраструктури транспортування

седиментів вздовж схилу. Глибина потоку в струмках вважається відносно великою (порядку сантиметрів) у порівнянні з глибиною широких площинних потоків (порядку міліметрів). Руйнування ґрунту в струмках здійснюється, головним чином, за рахунок розмиву, тоді як основний механізм руйнування у міжструмковій області обумовлений енергією крапель дощу. Міжструмкові області є постачальником седиментів в струмкові області.

Змив та розмив ґрунту водними потоками можна умовно розділити на чотири періоди (Мірцхулава, 2000). Початковому періоду відповідає поява перших видимих ознак відриву ґрунтових частинок та агрегатів. Цей період настає майже одразу після дії водного потоку на вологонасичений ґрунт. В межах цього періоду виникає відрив неміцно зв'язаних з ґрунтовим масивом частинок і агрегатів. При збільшенні швидкості потоку, він поглиблюється у ґрунт, і відриву протидіють вага агрегатів, зв'язність між цими агрегатами (а також між часточками і агрегатами). Подальше продовження дії водного потоку спричиняє ініціацію другого періоду. В межах цього періоду припиняється змив верхнього розпушеного шару і настає так званий інкубаційний період, за якого виступи ґрунтової поверхні накопичують деформації та пошкодження в результаті дії стоку. Тобто, в результаті дії турбулентного водного потоку на виступи шорсткості та на ґрунтові агрегати ослаблюються їх зв'язки з основною масою ґрунту (а також зв'язки між часточками та агрегатами) та виникають передумови для їх відриву. Відриву завжди передують виникнення “слабких місць”, в яких зосереджуються підвищені напруження, які в кінцевому рахунку власне і призводять до відриву, тобто до руйнування поверхневого шару. Коли виступи, агрегати, окремі часточки починають масово відриватись та відноситись потоком, настає третій період. В результаті протікання цього періоду з поверхні ґрунту вилучаються “втомлені” виступи, з'являються ямки і бугорки. Поверхня стає хвилястою, ямчасто-бугристою. Після завершення цього періоду настає четвертий період, який називається періодом стабілізації, за якого інтенсивність ерозії різко знижується. Причиною цього слід вважати зниження швидкості течії схилового потоку внаслідок

збільшення шорсткості ґрунтової поверхні, а також залишення на поверхні ґрунту найбільш міцно зв'язаних частинок та агрегатів (в результаті селективності ерозії).

Відділені від основної маси ґрунту краплями дощу або водним потоком ґрунтові часточки та агрегати залежно від співвідношення взаємодіючих сил переміщуються або шляхом ковзання чи перекочування, або стрибкоподібно (шляхом сальтації), або в суспензійному (завислому) стані. В залежності від свого розміру, швидкості течії води та стрімкості схилу ґрунтова часточка переноситься до зупинки біля перешкод (виступи схилу, більш крупні частинки тощо) або до ділянки, де навантаженість потоку перевищує його транспортуючу здатність. Великі струмки здатні транспортувати (шляхом перекочування) ґрунтові грудки діаметром до 10-15 см, які набувають у процесі руху колоподібної форми. Надходження великих грудок ґрунту в потік пов'язане з динамічним впливом потоку, з дією струменів, що падають з мікроуступів, а також з обрушенням берегів русел струмками і руйнуванням підмитих мікроуступів.

Загалом струмки за транспортуючою здатністю можна поділити на два типи. В струмочках першого типу, не здатних самостійно зривати часточки, транспортуються наноси, що надходять зі стоком пластових потоків, а також матеріал, відірваний краплями. Особливо інтенсивний відрив часточок ґрунту виникає на обмілих ділянках струмочків. В результаті цього утворюються уступи, які регресивно переміщуються вгору за течією, поглиблюючи таким чином улоговинки струмочків першого типу.

В струмочках другого типу, здатних до самостійного розмиву русла, транспортуються наноси різних розмірів – від глинистих часточок до грудок діаметром до 10-15 см. Тут частинки та грудки відриваються від ложа струмка завдяки енергії самого потоку, а також завдяки гідромоніторного ефекту струменів, що падають з мікроуступів. Багато ґрунту потрапляє в струмочки в результаті обрушення берегів та підмитих уступів.



Здатність водних потоків відривати і транспортувати ґрунтові частинки визначається їхньою швидкістю, глибиною і турбулентністю. Відрив часточок від основної маси ґрунту відбувається під дією сукупності сил, обумовлених динамічним впливом схилового потоку, що сформувався на поверхні, а також в процесі дифузійного вилуговування розчинних компонентів ґрунту і їхнього відшарування при розмоканні і набряканні.

Серед сил, що сприяють відриву частинок ґрунту, є лобовий тиск потоку, підйомна сила і тангенціальна (спрямована паралельно поверхні схилу) складова сили тяжіння. Лобовою силою називають алгебраїчну суму сил додатного тиску потоку на передню грань частинки ґрунту і від'ємного тиску – унаслідок утворення за частинкою зони завихрень і циркуляцій – на задню. Величина лобової сили пропорційна квадрату донної швидкості і площі перетину частинки. Підйомна сила виникає внаслідок розходження у швидкостях обтікання нижньої і верхньої граней нерухомої частинки. Згідно із законом Бернуллі в зоні великих швидкостей течії – над верхньою гранню частинки – виникають зони зниженого тиску, у місцях малих швидкостей – уздовж нижньої грані частинки – підвищеного тиску. Підйомна сила на дні схилового потоку пропорційна квадрату його придонної швидкості.

Перешкоджають відриву частинок ґрунту перпендикулярна поверхні схилу складова сили тяжіння, сили механічного утримання частинок ґрунту коренями рослин та сила зчеплення частинки з масивом ґрунту.

За умови рівноваги всіх діючих на частинку ґрунту сил, переміщення частинок не відбувається. В цьому випадку потік характеризується нерозмиваючою швидкістю – найбільшою швидкістю потоку, за якої не відбувається переміщення частинок. У разі перевищення швидкістю поверхневого стікання деякого критичного для даного ґрунту значення досягається розмиваюча швидкість – найменша швидкість, за якої настає безперервний відрив ґрунтових частинок. Досягнення та перевищення розмиваючої швидкості спричинює руйнування ґрунту і переміщення продуктів руйнування вниз по схилу.

Внаслідок нерівності ґрунтової поверхні, схилове стікання відбувається у вигляді струмочків різного розміру, в які концентруються схилові потоки. Зі збільшенням величини схилового стоку площа покриття поверхні схилів стікаючими потоками збільшується, але повне затоплення поверхні, як правило, не відбувається.

Концентрація схилових потоків у струмки, розмір яких збільшується вниз по схилу, відіграє вирішальне значення в процесі змиву ґрунту, оскільки при гіпотетичному рівномірному розподілі стікаючої води по всій ширині схилу в переважній більшості випадків глибина була б настільки малою, що швидкість стікання не перевищувала б розмиваючу швидкість. Унаслідок поперечної концентрації схилового стікання глибина потоків у струмках досягає кількох десятків сантиметрів. Зокрема, у процесі випадання інтенсивних злив у середній і нижній частинах схилів формуються струминні розмиви або водомії із глибинами до 0,3-0,5 м. У межах привододільних частин схилів, а також на міжструмкових просторах, де має місце так зване пластове (фактично – дрібнострумкове) стікання, глибина схилових потоків вимірюється міліметрами.

Важливе значення в ерозійному процесі має гідравлічний режим схилових потоків. Існує ламінарний і турбулентний режими руху потоків. При ламінарному русі швидкість у кожній точці потоку є постійною або змінюється повільно за певним законом. Така швидкість буде пропорційною величині ухилу поверхні, по якій відбувається стікання. Турбулентний рух характеризується безперервними змінами швидкості (пульсаціями швидкості) в кожній точці потоку як за величиною, так і за напрямком. Середня ж швидкість потоку при цьому пропорційна кореню квадратному з величини ухилу. З точки зору еродуючої здатності потоку важливо, що при турбулентному режимі максимальні пульсаційні значення швидкості можуть у 1,5-2 рази перевищувати середню швидкість потоку.

Критерієм переходу ламінарного режиму течії в турбулентний, так само як і ступеня турбулентності потоку, є число Рейнольдса:

$$R_e = \frac{VN}{\nu} = \frac{\rho VN}{\mu}, \quad (2.1)$$

де  $R_e$  - число Рейнольдса;  $V$  - швидкість течії, м/с;  $H$  - глибина потоку, м;  $\nu$  - коефіцієнт кінематичної в'язкості, м<sup>2</sup>/с;  $\rho$  - щільність води, кг/м<sup>3</sup>;  $\mu$  - коефіцієнт молекулярної (фізичної) в'язкості.

У загальному випадку, чим більше число Рейнольдса, тим вищий ступінь турбулентності потоку. У дрібнострумкових потоках за глибин, що вимірюються міліметрами (2-10 мм), і швидкостями течії, які змінюються в діапазоні 0,001-0,01 м/с, число Рейнольдса як правило не перевищує 100 одиниць, лише у виняткових випадках досягаючи 200-300, тобто знаходиться в межах значень, характерних для ламінарного режиму течії. Хоча за високої шорсткості поверхні рух струмків може ставати настільки невпорядкованим, що потік втрачає властивості ламінарного. А в разі дощу навіть при невеликих глибинах швидкість схилового стікання характеризується закономірностями, які характерні для турбулентних потоків.

Середня ланка схилових струмків має швидкість стікання до 0,05 м/с, глибини до 1-2 мм. Число Рейнольдса становить близько 500 одиниць, а за інтенсивного стоку досягає 1000-1200. Таким чином, для середньої ланки схилових струмків навіть для періоду весняного сніготанення режим стікання, імовірно за все, є турбулентним.

Для великих струмків із глибинами 10 см і більше та швидкостями течії, які за ухилів 8-12° досягають 1,0-1,5 м/с, число Рейнольдса вимірюється десятками тисяч одиниць. Режим течії в них має яскраво виражений турбулентний характер.

Інтенсивність змиву ґрунтових часточок залежить окрім усього іншого і від каламутності води. Збільшення каламутності води в струмках зменшує їх транспортуючу здатність а значить і інтенсивність ерозії.

На фінальній стадії ерозійного процесу ґрунтові часточки відкладаються. Це відбувається на ділянках, де фактичне навантаження потоків ґрунтовим матеріалом перевищує їх транспортуючу здатність, а також там, де швидкість

водного потоку стає меншою ніж певна критична. Як правило, ці ділянки відносяться до підніжжя схилів та до локальних зменшень ухилів схилів, де швидкість руху водних потоків падає.

Випадіння ґрунтових часточок біля підніжжя схилів спричинює утворення конусів виносу, на яких струмкові потоки розпластуються і перетворюються на пластові. Розпластання струмків на конусах виносу спричинює ще більше зниження швидкості, що призведе до подальшого розвитку акумуляції.

У випадку ерозії ґрунтів, спричиненої талими водами, механізм ерозійного процесу визначається закономірностями руху водних потоків. Тобто, в основі механізму ерозійного процесу лежать ті самі закономірності, як і у випадку дощової ерозії, але без впливу крапель на ґрунт і водні потоки. Але, наявність снігового покриву та промерзання ґрунту вносять у процес ерозії талими водами деякі особливості. По-перше, поверхня промерзлого ґрунту сприяє легкому руху водних потоків та змитих ґрунтових часточок. По-друге, промерзання ґрунту суттєво зменшує водопоглинальну здатність останнього, що сприяє інтенсифікації поверхневого стоку. По-третє, на початку сніготанення шорсткість каналів у масі снігу, за якими тече вода, значно висока, тому в потоках превалює ламінарний режим. У міру збільшення інтенсивності сніготанення рух води стає все більш турбулентним, а особливості змиву ґрунту починають визначатися відповідними законами (див. вище).

Ерозія талими водами може різко підсилюватися в результаті дії дощових опадів.

Ерозія ґрунтів – це процес, який самопідсилюється та самопідтримується, впливаючи на свої власні фактори. Так, ерозія призводить до агрофізичної деградації ґрунтів, яка, у свою чергу, призводить до інтенсифікації ерозійних процесів.

Більш докладно про механізм водної ерозії викладено у роботі (Мірцхулава, 2000) та інших роботах.

## 2.1.2. Кліматичні фактори водної ерозії ґрунтів

До головних кліматичних факторів водної ерозії, які прямо визначають її інтенсивність, слід віднести шар, характер та інтенсивність дощів, енергію падаючих крапель та поверхневого стоку, шар снігу та вміст у ньому води, інтенсивність танення снігу.

Шар та інтенсивність дощів визначають швидкість потоків та їх водність, а також енергію дощу, а звідси і еродуючу здатність останнього. Із збільшенням шару та інтенсивності дощів процеси водної ерозії стають більш інтенсивними.

Характер дощів визначає кінетичну енергію крапель, яка в свою чергу впливає на інтенсивність ерозії (див. нижче). Навіть за однакового шару випавших опадів зливовий характер дощів характеризується більшою сумарною кінетичною енергією (а значить і еродуючою дією) в порівнянні з іншими.

Енергія падаючих крапель, яка залежить від їх маси (розміру) та кінцевої приземної швидкості, визначає інтенсивність диспергації ґрунтових частинок та агрегатів, ущільнення поверхневого шару ґрунту. До того ж, енергія падаючих крапель викликає у потоці додаткову турбулентність і капілярні хвилі, що суттєво збільшує руйнуючу та транспортуючу здатність потоку.

Енергія поверхневого стоку впливає на руйнуючу та транспортуючу здатність потоків.

Збільшення енергії падаючих крапель та поверхневого стоку має наслідком підвищення інтенсивності ерозійних процесів.

Вплив інтенсивності та енергії дощу на інтенсивність ерозійних процесів може бути вираженим показником еродуючої здатності дощу:

$$R = 0,00576 \left[ \sum_{j=1}^n (1,213 + 0,890 \lg r_j)(r_j \Delta t_j) \right] r_{30}, \quad (2.2)$$

де  $R$  - показник еродуючої здатності дощу (ерозійний індекс опадів);  $r$  - інтенсивність дощу для  $j$ -го інтервалу часу, мм/ГОД;  $\Delta t_j$  - довжина розрахункового інтервалу, години;  $r_{30}$  - максимальна за 30 хвилин інтенсивність

дощу, мм/год;  $n$  - кількість розрахункових інтервалів з постійною інтенсивністю в межах дощу (Ерозія ґрунту, 1984).

Іншим показником, що виражає вплив параметрів дощу на його еродуючу здатність є гідрометеорологічний фактор зливого змиву ґрунту з модифікованої моделі поверхнево-схилової ерозії (Швебс и др., 1993), що описує процес елементарного наносоутворення:

$$k'_{ГМ} = \left[ \sum_{i=1}^N (1 + 17,5Ar_i)(r_i - r_{изм})^{2,7} \Delta t_i + \sum_{\xi=1}^{M+1} (1 + 17,5Ar_{\xi})(r_{\xi-1} - r_{зм\xi-1})^{2,7} \lambda^{2,7} \Delta t_{\xi} \right], \quad (2.3)$$

де  $k'_{ГМ}$  - модифікований гідрометеорологічний фактор зливого змиву ґрунту для окремого дощу;  $A$  - коефіцієнт, що враховує протиерозійні властивості рослинного покриву;  $r_i$  - інтенсивність тих тактів дощу, що викликають змив ґрунту, мм/хв;  $r_{изм}$  - змивоутворююча інтенсивність опадів, мм/хв;  $r_{\xi}$  - інтенсивність опадів  $\xi$ -го розрахункового інтервалу  $\Delta t_{\xi}$  (години), протягом якого  $r_{\xi} < r_{зм\xi}$ , мм/хв;  $\Delta t_i$  - довжина розрахункового інтервалу, години;  $\lambda$  - коефіцієнт, що враховує зменшення затопленої площі протягом спаду схилового стоку, який на основі теоретичного аналізу був прийнятим 0,3;  $M$  - кількість інтервалів дощу, для яких  $r_{\xi} < r_{зм\xi}$ .

Останнім  $(M + 1)$  доданком у (2.3) є доданок, який характеризує внесок у наносоутворення змиву на спаді стоку після закінчення дощу. У зв'язку з цим  $r_{\xi} = 0$ , а  $\Delta t_{\xi}$  - замінюється на  $\tau$ -умовну тривалість спаду схилового стоку, що дорівнює 15 хв.

Вираз змивоутворюючої інтенсивності опадів для ґрунту, який був прийнятий за еталон (чорнозем звичайний важкосуглинковий незмитий), має вигляд:

$$r_{зм_i} = 0,08 + 5,92 \exp \left[ -0,151(B_0 + \sum_{j=1}^N \Delta X_j) \right], \quad (2.4)$$

де  $\sum_{j=1}^N \Delta X_j$  - сума опадів від початку дощу до розрахункового моменту часу  $i$ , мм;  $B_0$  - індекс попереднього зволоження за Н.Ф. Бефани (Бефани, Калинин,

1965) на початок дощу, мм, який характеризує зволоженість верхнього шару ґрунту.

Шар снігу та запаси води в ньому визначають кількість води, яка буде формувати стік при весняному сніготаненні. Отже, із збільшенням цих характеристик збільшується ймовірність інтенсивної ерозії при весняному сніготаненні.

Інтенсивність танення снігу, впливаючи на швидкість стоку, визначає руйнуючу та транспортуючу здатність потоків. До того ж, за інтенсивного сніготанення ґрунти часто не встигають розмерзнутись до сходження води, що різко збільшує ерозійні втрати ґрунту (за рахунок збільшення поверхневого стоку внаслідок зменшення водопоглинальної здатності мерзлих ґрунтів , а також легкого сповзання часточок по поверхні мерзлих ґрунтів ). Цілком природно, що збільшення інтенсивності танення снігу збільшує інтенсивність ерозії у весняний період.

Вплив параметрів танення снігу на інтенсивність ерозійних процесів може бути вираженим гідрометеорологічним фактором весняного змиву із модифікованого варіанта логіко-математичної моделі ерозії (Прокопенко, 1986):

$$K_{ГМВ} = 10^{-5} y \cdot \rho, \quad (2.5)$$

де  $K_{ГМВ}$  - гідрометеорологічний фактор весняного змиву;  $y$  - середньорічний шар весняного стоку, мм;  $\rho$  - середня річна концентрація наносів у схиловому стоці в період сніготанення, г/м<sup>3</sup>.

Крім прямого впливу, клімат може впливати на процеси водної ерозії ще й опосередковано. Зволоженість території регулює ріст і розвиток рослинного покриву, який, в свою чергу, захищає поверхню ґрунтів від прямої дії дощових крапель. Крім того, клімат є одним із провідних ґрунтоутворювальних факторів, який впливає на властивості ґрунту, які, у свою чергу, визначають протиерозійну стійкість останнього. Наприклад, режим зволоження зумовлює формування у ґрунті стійких гумусових речовин, які визначають протиерозійну

стійкість ґрунтів, а температурний режим узимку безпосередньо впливає на вміст водотривких агрегатів, які також визначають стійкість ґрунтів до ерозії.

А, наприклад, теплі зими із багаторазовим переходом температури повітря через 0°C призводять до розпилення структурних агрегатів, що значно підвищує ерозійну небезпеку. На процес дезагрегації, також, істотно впливають коливання вологості ґрунту (висихання-намокання).

### 2.1.3. Геоморфологічні фактори водної ерозії ґрунтів

На ерозійну небезпеку та інтенсивність ерозії впливають такі геоморфологічні фактори як *ухил схилу, довжина схилу, повздожня форма схилу, поперечна кривизна схилу та експозиція схилу*.

Збільшення *ухилу схилу* спричинює зростання горизонтальної складової сили тяжіння і, відповідно, збільшення швидкості потоків та їх руйнівної сили. Тому інтенсивність ерозійного процесу прямо пропорційна величині ухилу схилу. Ця залежність є нелінійною. У більшості випадків для її опису використовується ступенева функція вигляду:

$$f_1(I) = I^m, \quad (2.6)$$

де  $f_1(I)$  - функція, що описує вплив ухилу поверхні на інтенсивність змиву ґрунту;  $I$  - ухил схилу, °;  $m$  - показник ступеня.

Величина показника ступеня  $m$ , що визначає швидкість зростання інтенсивності змиву із зростанням ухилу, для пару (зябу) у середньому становить 1,3-1,5. При наявності сільськогосподарських культур величина показника ступеня  $m$  зменшується пропорційно протиерозійній ефективності культур – до 1,2-0,9 для густопокривних культур і 0,8-0,7 для багаторічних трав і природних травостоїв (Швебс, 1981; Сурмач, 1979, 1992).

Для опису функції  $f_1(I)$  у другій редакції Універсального рівняння ерозійних втрат ґрунту (Wishmeier, Smith, 1978) був рекомендований такий вираз:

$$f_1(I) = 0,0650 + 0,0454I + 0,0065I^2, \quad (2.7)$$



де  $f_1(I)$  - функція, що описує вплив ухилу поверхні на інтенсивність змиву ґрунту;  $I$  - ухил схилу, %.

Вплив *довжини схилу* на інтенсивність ерозійних процесів є неоднозначним. Для зливого змиву ґрунту, що відіграє в Україні вирішальну роль в ерозійному руйнуванні ґрунтового покриву, на більшій частині схилів інтенсивність змиву ґрунту не залежить від відстані від вододілу. У межах привододільних частин схилів (довжиною в середньому 50-200 м) має місце збільшення модуля змиву з віддаленням від вододілу.

Для весняного сніготанення висока нестационарність стокоутворення, яка характерна для злив, не властива. Можна вважати, що навіть з урахуванням нічних перерв у період сніготанення по всій довжині схилів формування поверхневого стоку відбувається відповідно до типу повного стоку. У цьому разі, за інших рівних умов повинне мати місце монотонне наростання глибини  $i$ , отже, швидкості та еродуючої сили потоку вниз по схилу.

Крім того, вплив довжини схилу на інтенсивність ерозійних процесів є сильно ускладненим динамікою співвідношення між фактичною концентрацією наносів у потоці і його транспортувальною здатністю. Монотонно зростаючий характер функції залежності інтенсивності ерозії від довжини схилу практично можливий лише в тому випадку, коли транспортувальна здатність потоку по всій довжині схилу перевищує кількість наносів, що фактично переносяться. Якщо ж на деякій відстані від вододілу каламутність потоку досягає або перевищує каламутність, що відповідає його транспортувальній здатності, ерозійний розмив поверхні ґрунту повинен або припинитися, або змінюватися акумуляцією. Саме така ситуація характерна для більшості агрофонів (виняток становлять лише багаторічні трави): надходження в потік твердого матеріалу в загальному випадку значно перевищує його транспортувальну здатність. При натурному моделюванні поливу по борознах при постійних по довжині схилу ухилах поливних борозен, виявлено (Литвин, 1981; Григорьев и др., 1992), що максимальна довжина зони ерозії в умовах досліджень досягала 80 м, у більшості випадків не перевищуючи 30-40 м. Нижче цієї „зони ерозії”

виділялася „єдина транзитно-акумуляційна зона” із закономірним чергуванням зон ерозії, транзиту та акумуляції.

Завдяки складності залежності інтенсивності ерозії від довжини схилу дуже важко підібрати адекватну математичну модель, яка б описувала цю залежність. Математичні вирази, які наближено описують вплив довжини схилу на інтенсивність ерозії наводяться у роботі (Світличний, Чорний, 2007).

Інтенсивність ерозійних процесів залежить від *повздожньої форми схилу*. За формою повздожнього профілю схили звичайно поділяють на прямі – ухил по довжині схилу не змінюється, випуклі - ухил униз по схилу росте й увігнуті – ухил униз по схилу зменшується. Найбільш ерозійно небезпечними є випуклі схили, найменш – увігнуті. На випуклих схилах збільшення глибини стікання вниз по схилу супроводжується збільшенням ухилів, що забезпечує зростання як еродуючої, так і транспортувальної здатності потоків, і як результат – наростання змиву ґрунту. На увігнутих схилах можливе збільшення інтенсивності наносоутворення вниз по схилу компенсується зменшенням еродуючої і транспортувальної здатності потоків унаслідок зменшення ухилів. Останнє на увігнутих ділянках схилів спричинює часткову або повну акумуляцію наносів, що переносяться потоком.

Реальні схили мають складну форму повздожнього профілю – на макроформу, що в переважній більшості випадків є випуклою, накладається вторинна хвилястість. Монотонною (найчастіше - монотонно випуклою) є лише верхня частина схилу. Нижче відповідно до вже викладеного має місце чергування ділянок різної крутизни з характерним розміром від декількох перших десятків до кількох сотень метрів.

Параметри мезо- і мікромасштабної хвилястості повздожнього профілю схилів і їх залежність від визначальних факторів у даний час вивчені недостатньо. Однак слід підкреслити той величезний вплив, що чинять і макроформа подовжнього профілю схилу, і його вторинна хвилястість на характер та інтенсивність ерозійно-акумулятивного процесу на схилі, і в зв'язку

з цим – необхідність їх урахування на різних етапах протиерозійного проектування.

В якості показника, який характеризує вплив форми повздожнього профілю схилу на інтенсивність та характер ерозійного процесу, використовується перша похідна функції, що відображає вплив ухилу на змив ґрунту, оскільки саме через зміну ухилу виявляється вплив форми повздожнього профілю на змив ґрунту:

$$\frac{d(f_1(I))}{dL} = \frac{d(I^m)}{dL} = \frac{I^m(L_2) - I^m(L_1)}{L_2 - L_1}, \quad (2.8)$$

де  $f_1(I)$  - функція, що описує вплив ухилу поверхні на інтенсивність змиву ґрунту;  $I$  - ухил схилу, °;  $m$  - показник ступеня;  $L_1$  та  $L_2$  - відстані від вододілу, м;  $I^m(L_1)$  та  $I^m(L_2)$  - значення функції впливу ухилу на змив ґрунту на відстані  $L_1$  і  $L_2$  від вододілу відповідно.

Показник (2.8) характеризує і ступінь повздожньої випуклості або увігнутості поверхні схилу: чим більший ступінь випуклості або увігнутості, тим більше абсолютне значення похідної функції впливу ухилу  $f_1(I)$  по довжині схилу  $L$ , а також характер кривизни: для випуклих ділянок схилів (ухил збільшується) похідна позитивна, для увігнутих (ухил зменшується) – похідна від'ємна. Якщо ухил не змінюється, величина цього показника дорівнює 0.

Безумовний вплив на інтенсивність ерозійного процесу мають *типи схилу з різною поперечною кривизною* – схили, які збирають стік або які його розсіюють. На схилах, які збирають стік, унаслідок зменшення ширини схилу з віддаленням від вододілу обов'язково спостерігається збільшення глибини схилового потоку і, відповідно, збільшення його швидкості та еродуючої і транспортувальної здатності. На схилах, що розсіюють поверхневий стік, навпаки, униз по схилу відбувається „розпластання” потоку і (за інших рівних умов) зменшення ерозійної небезпеки. Відповідно до наявних даних, приблизні значення ерозійної небезпеки схилів, що збирають стік, відносно прямих – 1,2, тих, що розсіюють, – 0,8.

*Експозиція схилів* визначає кількість сонячної радіації, що надходить на поверхню схилів, і в першу чергу, впливає на змив ґрунту талими водами. Вплив експозиції на змив талими водами виявляється і через нагромадження снігу на схилі, і через інтенсивність процесів сніготанення і формування поверхневого стоку.

Для оцінки впливу експозиції на весняний змив ґрунту на схилах різної крутизни може бути рекомендований вираз, що був отриманий Г.І. Швєбсом (Швєбс, 1974) на основі аналізу надходження сонячної радіації на схили різних експозицій:

$$C_e = 1 + 1,75 \cdot \left( \frac{S_0}{S_c} - 1 \right) \quad (2.9)$$

де  $C_e$  - коефіцієнт, що враховує вплив експозиції на змив ґрунту талими водами (безрозмірний);  $S_0$  - потік прямої сонячної радіації на горизонтальну поверхню;  $S_c$  - те саме на схил.

При цьому:

$$S_c = \frac{S_0}{\sinh h_0} (\sinh h_0 \cdot \cos \alpha - \cosh h_0 \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha_c) \quad (2.10)$$

де  $h_0$  - висота сонця,  $\alpha$  - кут нахилу схилу;  $\alpha_c$  - азимут (експозиція) схилу (Швєбс, 1974).

На зливовий змив ґрунту, вплив експозиції проявляється в основному через вологість ґрунту, що досить істотно варіює в межах навіть невеликої території. За інших рівних умов, на „холодних” експозиціях (північній, західній) ґрунти бувають більш вологим, ніж на „теплих”, тому ґрунти „холодних” експозицій є більш ерозійно небезпечними щодо зливогого змиву.

#### **2.1.4. Геологічні фактори водної ерозії ґрунтів**

Можливість виникнення та інтенсивність розвитку ерозії, у першу чергу яружної та руслової, значною мірою залежить від властивостей підстилаючих гірських порід. Залежно від піддатливості гірських порід до розмиву водою

вони поділяються на ті, що легко розмиваються, ті, що є помірними до розмиву водою, та ті, які важко розмиваються. До першої групи належать леси та лесоподібні суглинки, до другої – піщаники, крейда, сланці, аргіліти, до третьої – вапняки, доломіти, граніти. Абсолютна більшість сучасних форм розмиву ґрунту пов'язана з породами першої категорії, а серед цих порід найбільше розмиваються ті, що мають найменшу зв'язність частинок.

В Україні можна виділити кілька типів товщ гірських порід, що мають одно- або двочленну будову, характеризуються різними нерозмиваючими швидкостями і, як наслідок, різну поширеність яружної ерозії. Південні і центральні райони країни покриті лесами, що легко розмиваються, та лесоподібними суглинками. Причому в районах виходу Українського кристалічного щита леси покривають базальти та граніти, які практично не розмиваються. Тому в разі невеликої товщини лесових відкладень розвиток яружної ерозії тут малоімовірний. У той же час якщо товща покривних гірських порід складається лише з лесів та лесоподібних суглинків, то, як правило, густота яружної мережі досить велика. У північній Україні схиліві землі складаються головним чином з пісків та глин лише подекуди перекритих лесами. Неглибокі базиси ерозії не стимулюють тут розвиток яружної ерозії. Винятком є „лесові острови”, такі, як Словечансько-Овруцький кряж, поверхня якого підведена на декілька десятків метрів над навколишньою територією; яружна ерозія тут інтенсивно розвивається.

У гірських районах, де поверхневі породи належать до другого і третього типів, незважаючи на значні величини базисів ерозії, яри поширені лише в районах зі значними опадами – західних відрогів Кримських гір, Карпатських горах.

Крім того, вплив геологічних факторів проявляється через гранулометричний склад ґрунтоутворних порід, зміну вологопроникливості на межі ґрунт-ґрунтоутворна порода, а також через різницю в темпах вивітрювання гірських порід.

### 2.1.5. Ґрунтові фактори водної ерозії ґрунтів

Серед ґрунтових факторів водної ерозії ґрунтів можна виділити наступні: *гранулометричний склад ґрунту, щільність будови ґрунту, структурно-агрегатний склад та водостійкість структури, водопроникливість, вологість, шорсткість ґрунтової поверхні, вміст гумусу, фізико-хімічні властивості, глибина промерзання ґрунту, температура ґрунту.*

*Гранулометричний склад ґрунту* визначає водопроникливість ґрунту, здатність до утворення водотривких агрегатів.

Із полегшенням гранулометричного складу зростає інфільтраційна здатність, а значить і водопроникливість ґрунту. До того ж, частинки ґрунту більше 0,1-0,3 мм є стійкими до руйнівної дії поверхневого стоку та погано транспортуються водними потоками. Тому зниження вмісту фізичної глини призводить до підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів. Хоча, треба зазначити, що збільшення вмісту фізичної глини у ґрунті (особливо глинистих та мулистих часток, які є найбільш ефективними цементами) призводить до підвищення водостійкості структури. Але низька інфільтраційна здатність та легкість перенесення глинистих часток водними потоками все ж таки роблять ґрунти важкого механічного складу досить уразливими щодо ерозії.

*Щільність будови ґрунту* визначає кількість та об'єм некапілярних пор, які проводять вологу. Із збільшенням щільності будови зменшується кількість та об'єм вологопровідних пор, а значить зростає кількість води, що переноситься поверхневим стоком. Звідси, збільшення щільності будови ґрунту викликає збільшення ерозійної небезпеки.

Хоча, деякі дослідження показують, що, за умов тривалих опадів, зменшення щільності не призведе до зменшення стоку (Заславский, 1979).

*Структурно-агрегатний склад* характеризує розподіл структурних окремоностей ґрунту, в тому числі і тих (за розмірами), які не зрушуються і не переносяться водними потоками (якщо вони водостійкі). У випадку однакової

водотривкості агрегатів, збільшення середньозваженого діаметру структурних окремоостей ґрунту призводить до зменшення ерозійної небезпеки.

*Водостійкість структури* прямо впливає на стійкість ґрунтових агрегатів до розпадання на дрібні агрегати і часточки при дії водних потоків на ґрунт. Тому із збільшенням водостійкості структури ерозійна небезпека зменшується.

*Водопроникливість ґрунту* визначає кількість води, яка поглинається ґрунтом. Відповідно із збільшенням вологопроникливості все менша частка води переноситься поверхневим стоком і, звідси, інтенсивність ерозії зменшується.

*Вологість ґрунту* перед ерозійно небезпечною ситуацією визначає водопоглинальну здатність ґрунту. Із збільшенням вологості зменшується водопоглинальна здатність ґрунту, а звідси збільшується частка води, що переноситься поверхневим стоком. Тому збільшення вологості перед ерозійно небезпечною ситуацією збільшує інтенсивність ерозії.

Однак, доведено, що при збільшенні вологості до 80-100 % від найменшої вологоємності проявляється стягуюча дія менісків капілярів і злипання агрегатів при набряканні ґрунту завдяки специфічній реалізації сил водно-колоїдальної природи (це характерно для певних типів ґрунтів). Вплив високої вологості на можливість ґрунту протистояти дії потоків, які викликають ерозію, і падаючих крапель виявляється і внаслідок створення більш водотривкої структури міцелієм грибів і актиноміцетів, чисельність яких зростає в орних шарах краще зволоженого ґрунту.

*Шорсткість ґрунтової поверхні* характеризує кількість і розміри нерівностей поверхні ґрунту, які затримують стік та зменшують швидкість водних потоків. Звідси, збільшення шорсткості поверхні ґрунту призводить до зменшення його піддатливості ерозійним процесам.

*Вміст гумусу* характеризує протиерозійну стійкість ґрунту на рівні ґрунтового типу або підтипу. У загальному випадку, із збільшенням вмісту гумусу підвищується протиерозійна стійкість ґрунту. Але, такі визначення

мають, скоріше, ілюстративний характер, і їхня практична цінність не дуже велика. Тому існує необхідність доповнювати „гумусові” параметри іншими показниками, які б відображали особливості гранулометричного й агрегатного складу ґрунту і реагували на засоби його обробітку і меліоративні впливи.

*Глибина промерзання ґрунту* характеризує водопоглинальну здатність ґрунту, що є особливо важливим у період весняного сніготанення. У загальному випадку, промерзання ґрунту зменшує його інфільтраційну здатність (особливо якщо ґрунт перед замерзанням був вологим), що має наслідком збільшення поверхневого стоку. Причому, чим більше глибина промерзання ґрунту, тим більше часу у період весняного сніготанення будуть зберігатись несприятливі умови для поглинання поверхневої талої води ґрунтом. До того ж, водні потоки зі змитими частинками ґрунту дуже добре стікають по поверхні змерзлого ґрунту. Звідси, збільшення глибини промерзання ґрунту призведе до збільшення змиву у весняний період.

Збільшення *температури ґрунтів* та водних потоків спричинює інтенсифікацію розмиваючої здатності водного стоку (Мірцхулава, 2000).

Фізико-хімічні властивості ґрунтів впливають на силу міжагрегатних зв'язків та на водотривкість їх структури і, звідси, чинять вплив на інтенсивність ерозії.

Деякі автори підкреслюють також вплив на інтенсивність ерозії фізико-механічних властивостей ґрунту, вмісту повітря у ґрунті, показників мінералогічного складу, зокрема, вмісту кремнезему, певних глинистих мінералів тощо (Мірцхулава, 2000).

#### **2.1.6. Рослинні фактори водної ерозії ґрунтів**

Рослинний покрив має досить значний та різнобічний вплив на розвиток ерозійних процесів, у цілому зменшуючи їхню інтенсивність аж до повного припинення. Ґрунтозахисний вплив рослинності виявляється за такими основними напрямками. Надземна маса рослинного покриву приймає на себе енергетичну дію падаючих крапель, охороняючи ґрунт від їхнього руйнівного



та ущільнюючого впливу. Стебла та листя, що лежать на землі, збільшують гідравлічну шорсткість поверхні схилу, зменшуючи таким чином швидкість поверхневого стоку і, відповідно, його еродуючу та транспортувальну здатності, а також розосереджують потоки води по поверхні, збільшуючи площу контакту стікаючих вод із ґрунтом і забезпечуючи тим самим більш повне поглинання поверхневих вод. Корені рослин, а також опад перегниваючи у товщі ґрунту залишають після себе пори, що збільшує водопроникливість ґрунту. Рослинність, дернина та підстилка утримують велику кількість води. Рослинність, також, сприяє снігонакопиченню, яке впливає на промерзання ґрунтів, а отже і на інтенсивність ерозії у період весняного сніготанення. Нарешті, коренева система рослин, скріплюючи кореневміщуючий шар, збільшує здатність ґрунту протидіяти ерозійному руйнуванню.

Головними властивостями рослинного покриву, які характеризують вплив рослинності на інтенсивність ерозії є проективне покриття ґрунту рослинністю, висота рослин та їх біомаса.

### **2.1.7. Антропогенні фактори водної ерозії ґрунтів**

У результаті інтенсивної сільськогосподарської експлуатації земель, зокрема у Лісостепу (більше 1200 років) і Степу (більше 200-500 років) України, протиерозійна стійкість ґрунтів змінювалася (як правило, у напрямку погіршення). Головною причиною цього узагалі поступового і, ймовірно, досить тривалого процесу є поступова зміна (погіршення) ґрунтових характеристик, що визначають протиерозійну стійкість. Причому змінення гумусових, макро- і мікроструктурних характеристик відбулося не тільки через ерозію, але й з причин інтенсивних, властивих особливо степовій частині України, процесів дефляції. Деградація ґрунтів відбувалась також через тотальну дегуміфікацію ґрунтів в умовах інтенсивного і, як правило, нераціонального використання земель, головним чином, під рілля.

Важливим антропогенним фактором ерозії є обробіток ґрунту. Причому, обробіток може як зменшувати інтенсивність ерозії, так і бути фактором інтенсифікації ерозійних процесів. Так, збільшення шорсткості ґрунтової поверхні або утворення контурного штучного нанорельєфу, у результаті певних технологій обробітку, можуть призводити (у певних умовах) до зменшення інтенсивності ерозії. Однак, ущільнення, вирівнювання поверхні, погіршення структурно-агрегатного складу, знищення рослинних решток, які можуть спостерігатися як наслідок обробітку ґрунту, неминуче збільшують поверхневий стік води і змив ґрунту.

Меліорація ґрунтів може призводити до покращення протиерозійної стійкості ґрунтів у відповідних регіонах (за умови вірного застосування). А скажімо, така меліорація як зрошення ґрунтів може викликати додатковий змив ґрунту (мова йде про іригаційну ерозію).

Протиерозійні заходи є важливим антропогенним фактором, який призводить (за умови вірного застосування) до зниження (або припинення) змиву ґрунтів. Однак, за невірного застосування протиерозійних заходів, останні можуть бути фактором, що викликає інтенсифікацію ерозійних процесів.

Дія антропогенних факторів, здебільшого, виявляється побічно, через інші фактори ерозії ґрунтів.

## **2.2. Механізм та фактори дефляції ґрунтів**

### **2.2.1. Механізм дефляції ґрунтів**

Дефляція відбувається у тому випадку, коли швидкість вітру досягає значення, за якого руйнівна сила вітру перевищує силу протидефляційної стійкості ґрунту (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990).

Рух ґрунтових часточок під впливом вітру починається за взаємодії динамічних та статичних сил, що виникають при обтіканні їх поверхні

повітряним потоком. Під час руху повітряного потоку, на кулеподібну часточку, що вільно лежить на поверхні ґрунту, діє декілька сил: тяжіння, лобового натиску повітря, атмосферного тиску, зчеплення, підйомна сила.

Якщо сума сили тяжіння часточки, атмосферного тиску та сили зчеплення приблизно дорівнює силі лобового натиску повітря, то часточка починає рухатись по поверхні ґрунту. Якщо ж сума сили тяжіння часточки, атмосферного тиску та сили зчеплення є меншою за підйомну силу, часточка піднімається в повітря.

Підйомна сила часточки виникає внаслідок того, що в межах висоти, рівної діаметру часточки, швидкість повітряного потоку різна. Потік, що поступає під нижню частину кулеподібної часточки, через шорсткість поверхні ґрунту має меншу швидкість і більшу щільність. В наслідок цього над часточкою утворюється область пониженого тиску, а під нею – підвищеного. Виникає підйомна сила, яка і діє на часточку.

Мінімальна швидкість вітру, за якої починається відрив, підйом та перенесення в повітряному потоці часточок ґрунту, називається критичною (пороговою) швидкістю. Для різних ґрунтів критична швидкість вітру різна.

Варто відмітити, що на порогову швидкість вітру, а значить, і на інтенсивність дефляції, впливає велика кількість факторів: кліматичні умови, гранулометричний склад ґрунту, щільність мінеральних часточок (питома вага твердої фази), сила зчеплення з іншими часточками, стан поверхні ґрунту, господарська діяльність людини.

Залежність критичної швидкості вітру (або швидкості дефляції ґрунтів) від розміру мінеральних часточок (гранулометричного складу) ґрунтів досить складна, бо окрім прямого впливу розміру часточок на стійкість ґрунтів до дефляції, існує безліч посередніх взаємозалежностей, які можуть призводити до прямо протилежного ефекту. Зупинимось спочатку на чисто фізичних закономірностях залежності критичної швидкості вітру від ряду факторів.

Критична швидкість вітру, за М.Й. Долгілевичем, виражається наступним рівнянням:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{1,05d(\gamma - P)g + 1,57P_0 + 1,57K_0P_{ци}}{K_\rho}}, \quad (2.11)$$

де  $V_{кр}$  - критична швидкість вітру, м/с;  $d$  - діаметр часточок, м;  $\gamma$  - щільність часточок, г/см<sup>3</sup>;  $P$  - щільність повітря, г/см<sup>3</sup>;  $g$  - прискорення вільного падіння (9,8 м/с<sup>2</sup>);  $P_0$  - атмосферний тиск, г/см<sup>2</sup>;  $P_{ци}$  - сила зчеплення часточок, г/см<sup>2</sup>;  $K_0$  та  $K_\rho$  - коефіцієнти що визначаються експериментально.

Більш просте вираження критичної швидкості вітру (м/с) дав У.Чепіл:

$$V_{кр} = \sqrt{dR}, \quad (2.12)$$

де  $V_{кр}$  - критична швидкість вітру, м/с;  $d$  - питома вага часточок, г/см<sup>3</sup>;  $R$  - діаметр часточок, мм.

Наведені формули дійсні для ґрунтових часточок з діаметром більше 0,05 мм. Для часточок  $d < 0,05$  мм ця залежність має інший вигляд, а саме із зменшенням діаметра часточок при їх розмірі  $< 0,05$  мм  $V_{кр}$  зростає. Це явище пов'язано із збільшенням сил зчеплення між дрібними часточками (Толчельников, 1990). Тобто, критична швидкість вітру у випадку глинистих часток зменшується із збільшенням розміру цих часточок (завдяки зниженню сил зчеплення між ними), а критична швидкість вітру у випадку піщаних часточок збільшується із збільшенням розміру цих часточок (завдяки зростанню їх ваги).

Критичні швидкості вітру, які викликають початок руху часточок орного шару реального ґрунту, визначаються іншими законами, ніж ізольовані часточки певного розміру (Смирнова, 1985). Орний шар ґрунту складається із механічних часточок і агрегатів різних розмірів. Крупні грудки, не рухомі вітром, створюють на поверхні ґрунту певну шорсткість, що гальмує повітряний потік та змінює його структуру.

Ерозійні часточки ( $< 1$  мм) зазвичай розміщуються між більш крупними грудками або частково виступають понад ними. Для підйому ерозійних часточок, які розміщуються між крупними грудками ґрунту, швидкість вітру має бути у 2 рази більшою, ніж для підйому часточок, які лежать на рівній

поверхні. В основі механізму підйому ерозійних часточок, які розміщуються між крупними грудками ґрунту, лежать сили, пов'язані з падінням тиску на поверхні ґрунту, спрямовані вертикально вгору. Лобова сила чинить тиск на часточку та надає їй поступальний рух у напрямку вітропотoku лише після того, як часточки піднялись на висоту, що перевищує параметр шорсткості. Очевидно, що із збільшенням шорсткості зростає і швидкість вітропотoku і відповідно тиск, необхідний для підйому часточок на велику висоту. В природних умовах на цей механізм накладається ще й різниця діаметрів ерозійних часточок, що суттєво ускладнює цей процес.

Тобто, потрібні різні сили, для підйому часточок, які лежать на поверхні грудок і для підйому часточок, які лежать у заглибленнях між грудками. Часточки, які лежать у заглибленнях між грудками, втягуються у двофазний вітропотік силою, що пов'язана із зниженням тиску, потім лобовою силою. Часточки, які лежать на поверхні грудок втягуються у вітропотік і лобовою і підйомною силами.

Звісно, що реальний ґрунт вміщує часточки та агрегати різних розмірів, що значно ускладнює процес підйому часточок ґрунту вітропотком.

Початок процесу дефляції можна охарактеризувати двома критичними швидкостями вітру: нерухомою швидкістю вітру, тобто максимальною швидкістю вітру, за якої ще не відбувається відрив та перенос часточок, та швидкістю початку масового руху часточок. Відношення швидкості початку масового руху часточок до нерухомої швидкості вітру дорівнює 1,4-2.

Процес переносу ґрунту вітропотком складається з трьох способів руху часточок. Часточки  $> 0,5$  мм ковзають або котяться по поверхні ґрунту. Часточки  $0,5-0,1$  мм переміщуються стрибками. Часточки  $< 0,1$  мм переносяться у повітрі. Основний спосіб руху часточок – стрибковий. Частина стрибаючих часточок становить приблизно дві третини від усього потоку часточок.

Перепад тиску у приграничному шарі вітрового потоку викликає підйом часточок на невелику висоту. Турбулентність повітряного потоку з постійними

пульсаціями швидкостей та тиску підсилює аеродинамічні імпульси, що викликають підйом частинок та перенос їх у вітропотоці.

Відрив частинки, що котиться по поверхні ґрунту, виникає в основному в результаті дії на часточку миттєвої сили, при ударі часточки об шорсткість поверхні або об іншу часточку.

Таким чином, відрив часточок від поверхні здійснюється у дві стадії. На першій стадії часточки можуть відірватися від поверхні під дією сили аеродинамічного імпульсу, а на другій стадії – під дією ударного імпульсу.

Піднята в повітря часточка розганяється вітропотоком і має у точці падіння швидкість значно більшу, ніж на зльоті. При падінні часточки на незакріплену пухку поверхню ґрунту, її механічна енергія витрачається на новий підйом, на тертя та на руйнування верхнього шару ґрунту. Часточки, що падають на ґрунт, руйнують ґрунтові агрегати, у результаті чого у повітря підіймаються нові ерозійні часточки.

Такі удари падаючих часточок є головним чинником дефляції. Ударний імпульс часточки, що падає, передається не одні, а декільком частинкам, які, підіймаючись на певну висоту, підхоплюються вітропотоком. Падаючи на ґрунт, ці часточки передають свою енергію іншим часточкам. Таким чином, виникає лавиноподібне зростання інтенсивності дефляції.

У разі насичення повітря ґрунтовими часточками, для початку переміщення ґрунтів потрібна менша швидкість вітру, ніж у випадку чистого повітря, за рахунок того, що стрибаючі часточки додають свою кінетичну енергію до енергії вітропотуку.

Основна маса матеріалу (до 90 %) переноситься в приземному шарі повітря на висоті до 10 см; його кількість зменшується зі збільшенням висоти.

По мірі віддалення від краю поля, що зазнає дефляції, вітропіщаний потік все більш насичується дрібноземом. Проте це насичення не безкінечне, а відбувається до якогось визначеного моменту. Максимальне насичення вітропіщаного потоку дорівнює 36,2 т/(га·год). Це значення постійне для кожного ґрунту. Після насичення вітропіщаного потоку відбувається випадіння

матеріалу в осад, тому на полі, що зазнає дефляції, ділянки зносу чергуються з ділянками наносів.

Відстань, на якій відбувається насичення та випадіння піщаного потоку, у ґрунтів різного гранулометричного складу різна: глинисті ґрунти – 2000 м, важкосуглинисті – 1500 м, середньосуглинисті – 1000 м, легкосуглинисті – 500 м, супіщані – 250 м.

Переміщення еолового матеріалу в межах вітропіщаного потоку відбувається по-різному. Розрізняють п'ять типів переміщення часточок ґрунту, що відповідають певним формам дефляції: 1) ефлюкція – переміщення середньопилуватих часточок (0,1-0,5 мм) волочінням та стрибкоподібно; 2) екструзія – переміщення більш крупних часточок (грудочок) перекочуванням за рахунок ударів (бомбардування) мілкими; 3) детрузія – здвиг, зісковзування з підвищених мікроділянок (з глиб, валів, гребенів); 4) ефляція – переміщення за рахунок підйому в повітря; 5) абразія – руйнування грудочок від ударів більш дрібними часточками.

Більш докладно про механізм дефляції викладено у роботах (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990) та ін.

### **2.2.2. Кліматичні фактори дефляції ґрунтів**

Схильність ґрунтів до дефляції визначається багатьма факторами, серед яких одним з основних є клімат (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990).

Залежність дефляції ґрунтів від клімату пов'язана з кількістю опадів (зволоженням ґрунтів) та температурою, які в сумі визначають ступінь посушливості клімату. Зі збільшенням посушливості клімату та зменшенням зволоженості території дефляція ґрунтів зростає. Відповідно, дефляція ґрунтів носить, в цілому, зональний характер.

Дефляція в значній мірі залежить від швидкості вітру. Звісно, що із збільшенням швидкості вітру інтенсивність дефляції зростає. Кліматичний

фактор дефляції ґрунтів в цілому (температура, вологість, швидкість вітру) визначається наступним відношенням (за У. Чепілом, 1956):

$$K\Phi = 34,483 \frac{v^3}{(P - E)^2}, \quad (2.13)$$

де  $K\Phi$  - кліматичний фактор дефляції;  $v$  – швидкість вітру, м/с;  $P$  - кількість опадів, мм;  $E$  - випаровування, мм.

Швидкість вітру – один із найсуттєвіших факторів дефляції ґрунтів. В результаті того, що кінетична енергія вітру прямо пропорційна кубу його швидкості, дефляційна робота вітру, котрий, має наприклад, швидкість 4 м/с, буде перевищувати роботу вітру, який має швидкість 2 м/с, не в два, а в 8 разів.

Залежність кількості ґрунту що переміщується ( $Q$ , г/см) від швидкості вітру, за У. Чепілом (1945), має наступний вигляд:

$$Q = C \frac{P}{g} v^3, \quad (2.14)$$

де  $C$  – константа даного ґрунту, яка залежить від гранулометричного складу, агрегатного стану, шорсткості поверхні;  $P$  – щільність повітря, г/см<sup>3</sup>;  $g$  - прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;  $v$  – швидкість вітру, м/с.

Зі збільшенням швидкості вітру після досягнення нею певного критичного значення, енергія руйнування зростає значно швидше.

Великий вплив на характер та інтенсивність дефляційних процесів має турбулентність вітрового потоку. Видування ґрунтів може відбуватись в місцях і під час окремих поривів вітру, хоча середня швидкість вітру при цьому може бути нижче критичної. Під час дефляційних вітрів окремі пориви вітру ще більше посилюють дефляцію.

Ступінь покриття поверхні ґрунту сніговим покривом обумовлює захищеність ґрунту від дії вітру в зимовий та ранньовесняний період. Тому із збільшенням проективного покриття ґрунту снігом та глибини снігового покриву збільшується протидефляційна стійкість ґрунтів.



Окрім прямого впливу клімат також чинить і опосередкований вплив на дефляційні процеси. Так, теплі зими із багаторазовим переходом температури повітря через 0°C призводять до розпилення структурних агрегатів, що значно підвищує дефляційну небезпеку. А кращі гідротермічні умови визначають добрий розвиток рослинності, яка захищає ґрунти від видування (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990).

### **2.2.3. Геоморфологічні фактори дефляції ґрунтів**

На відміну від ерозії дефляція спостерігається як на схилах, так і на рівних ділянках. Аналізуючи вплив рельєфу на дефляцію необхідно розглядати його макро-, мезо- та мікроформи (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990).

Макрорельєф (горні хребти, підвищення) створює захист ґрунтів від вітрів одного напрямку і різко посилює енергію впливу вітрів інших напрямків. Наприклад, в територія підгірної рівнини, розміщена між гірськими хребтами, може бути захищена від одних напрямків і зовсім не прикрита від впливу вітрів інших напрямків. Потоки повітря, що поступають в горловину між хребтами із певного напрямку, ущільнюються і в результаті цього досягають тут величезної швидкості, викликаючи розвіювання та сортування пролювіальних відкладів які поступають зі схилів.

В гірських масивах може спостерігатись зміна напрямку вітру протягом доби: вдень вітер дує в сторону гір, вночі – вниз з гірських схилів. Це явище також стимулює дефляцію ґрунтів.

Мезорельєф (перевищення від 1-5 до 30-50 м) суттєво впливає на дефляцію ґрунтів різних ділянок окремих полів. Мезорельєфом обумовлена більш інтенсивна дефляція вітроударних схилів, що характеризується різким збільшенням розвіваючої сили вітрового потоку, та менша дефляція на завітрених схилах, на яких швидкість і несуча здатність вітру падають і відбувається відкладення еолового матеріалу.

Особливо сильний вплив повітряного потоку на ґрунти спостерігається на верхніх частинах схилів, вершинах пагорбів та бровках річних долин.

Рельєф діє на повітряний потік наступним чином. Під час обтікання перешкод вітровий потік стискається і швидкість вітру збільшується. А збільшення швидкості вітру, як це вже було показано вище, призводить до зростання інтенсивності дефляційного процесу. Вгору по схилу, у напрямку руху повітряного потоку швидкість вітру та його несуча здатність зростають, вниз по схилу – знижуються. Така зміна швидкості вітру пояснюється зменшенням живого перерізу повітряного потоку, що рухається до верхньої частини схилу, та збільшенням його перерізу за умови руху вниз по схилу. В результаті цього навітряні схили, особливо їх верхні ділянки, є сильно дефльованими, а завітряні навпаки не зачеплені процесом дефляції.

Крім того, із збільшенням ухилу схилів збільшується швидкість вітру, що діє на ці схили, і звідси інтенсивність дефляційних процесів збільшується.

Вплив рельєфу на повітряний потік підпорядковується законам аеродинаміки, відповідно яким форми мезо-, мікро- та нанорельєфа являють собою елементи шорсткості, які гальмують повітряний потік. В зв'язку з цим швидкість вітру біля поверхні ґрунту нижче ніж на деякій відстані від неї.

Зміна швидкості вітру з висотою над кожним елементом рельєфу різна. Мікронерівності діють на повітряний потік на невеликій висоті, тоді як крупні перепони викликають зміну швидкості великих шарів повітряного потоку.

Мікрорельєф та нанорельєф, також, суттєво впливають на дефляцію ґрунтів. Їх дія на дефляцію пов'язана із впливом на швидкість вітру в приземному шарі повітря. Із збільшенням шорсткості поверхні, обумовленою мікро- та нанорельєфом, збільшується деформація профілю вітру біля поверхні. Таким чином, збільшення шорсткості поверхні зумовлює зменшення швидкості вітру в приповерхневому шарі повітря, а отже і інтенсивності дефляції (хоча це твердження є неоднозначним, про що буде показане нижче).

Взаємодія мікрорельєфу та нанорельєфу поверхні з повітряним потоком проявляється через вплив таких елементів шорсткості поверхні: форм

природного та антропогенного мікрорельєфу, шорсткості поверхні ґрунту, грудок ґрунтової структури, стерні, рослинних сходів та ін.

Біля поверхні гребеневої оранки швидкість вітру в 3,5 рази нижче, ніж біля поверхні прикатаного ґрунту. В результаті зниження швидкості вітрового потоку елементами поверхні польових угідь (гребені, мікроборозни та ін.) дефляція ґрунтів, за спеціального обробітку, різко знижується.

Елементи мікрорельєфу, що створюють перешкоду вітровому потоку, призводять до утворення із завітреного боку вихорів, які з часом розсіюються. В результаті, частина кінетичної енергії повітряного потоку після взаємодії з виступами мікро- та нанорельєфу (гребені полицевої оранки, глиби, грудки) переходить в теплову, частина витрачається на роботу з відриву та переміщення часточок ґрунту в мікроборозни між гребенями оранки.

Роль мікро- та нанорельєфу, що створюється полицевою оранкою, в захисті ґрунтів від дефляції полягає в затриманні дрібнозему який переноситься по полю. Це явище спостерігається, коли швидкість повітряного потоку біля вершини гребеня оранки чи іншого виступу несуттєво перевищує критичну силу опору ґрунту дефляції. Коли критична енергія опору ґрунту дефляції несуттєво перевищує критичну енергію повітряного потоку, дрібнозем з вершин гребенів поступає в зниження між ними і там осідає. В результаті, дефляційного переносу матеріалу з оранки не відбувається. Під час сильного вітру, гребені оранки не можуть протидіяти розвіваючій силі вітру і захищати ґрунт від переносу матеріалу. Дрібнозем не осідає між гребенями оранки та при їх руйнуванні виноситься з поля, відбувається дефляція ґрунтів.

Проте, слід зазначити, що шорсткість поверхні ґрунту, спричинена її мікро- та нанорельєфом, може бути фактором, який збільшує інтенсивність дефляції, за рахунок того, що шорсткість створює додаткове турбулентне тертя, а із збільшенням цієї характеристики, збільшується інтенсивність дефляційних процесів (Бураков, 1976).

В цілому ж, шорсткість поверхні збільшує протидефляційну стійкість лише у тому випадку, коли мова йде про шорсткість, яка утворена рослинами,

рослинними залишками та механічно міцними агрегатами ґрунту. Саме в цьому випадку спостерігається позитивний ґрунтозахисний вплив шорсткості (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990).

#### **2.2.4. Рослинні фактори дефляції ґрунтів**

Рослинність є самим потужним фактором, що протидіє дефляції (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990). На ґрунтах, вкритих цілинною рослинністю, дефляція практично відсутня. Протидефляційний вплив рослинності обумовлено тим, що вона знижує швидкість вітру в приземному шарі повітря, очищує потік від мінеральних часточок (чим зменшує бомбардувальну енергію часток), скріплює ґрунт корінням, має снігозберігаючу та вологозберігаючу дію. Дерев'яниста рослинність виключає дефляцію повністю, трав'яниста різко її знижує.

Дерев'янисті насадження захищають ґрунт від дефляції не лише локально, але й знижуючи швидкість вітру, чинять ґрунтозахисний вплив на деякій відстані від них.

Захисна дія трав'янистої рослинності розповсюджується на менші відстані. Чим густіша трав'яна рослинність, чим потужніша її коренева система і чим більша її висота, тим краще вона захищає ґрунти.

З культурних рослин, більше захищають ґрунти від видування багаторічні трави, менше – однорічні культури, причому ярі є більш вразливими щодо дефляції у порівнянні з озимими. Особливо дефляційно небезпечними культурами є просапні культури.

Загальною закономірністю тут є наступна: із збільшенням проективного покриття ґрунту рослинністю та із збільшенням біомаси та висоти рослин інтенсивність дефляції зменшується.

Стерня в кількості 200-300 стернинок на 1 га, або стерня та корені в кількості 40-70 т/га майже повністю захищають ґрунт від дефляції.

### 2.2.5. Ґрунтові фактори дефляції ґрунтів

*Ґрудкуватість ґрунту* характеризує вміст у ґрунті вітростійких агрегатів (> 1 мм). Із збільшенням грудкуватості поверхневого шару ґрунту зменшується його піддатливість дефляції, і за параметрів грудкуватості 60-70 %, ґрунт надійно протистоїть дефляції навіть за високої швидкості вітру (Вешко, Бураков, 1973).

*Ґранулометричний склад* чинить величезний вплив на піддатливість ґрунтів дефляції. В загальному випадку, має місце посилення піддатливості ґрунтів дефляції із полегшенням гранулометричного складу ґрунтів.

*Зв'язність ґрунтів* характеризує їх здатність зберігати агрегатний склад під механічним впливом ударів рухомих часточок. Із збільшенням зв'язності збільшується протидефляційна стійкість ґрунтів.

*Вологість ґрунту* перешкоджає видуванню ґрунтових часточок (хоча вплив цього показника є короткотривалим). Із збільшенням вологості ґрунтів піддатливість ґрунтів дефляції зменшується.

*Шорсткість поверхні ґрунту* з одного боку знижує швидкість вітру біля поверхні ґрунту, а з іншого створює додаткову турбулентність повітря. Тому, в одних випадках (коли шорсткість складається рослинністю, рослинними рештками та міцними ґрунтовими агрегатами) зростання цієї характеристики призводить до зменшення інтенсивності дефляції, а в іншому – до різкого підсилення дефляції.

*Карбонатність ґрунтів* знижує їх стійкість до дефляції (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990). Із збільшенням карбонатності до 4 % протидефляційна стійкість різко зменшується, за рахунок того, що міжагрегатні зв'язки у цьому випадку послаблюються і макроструктурні окремоті розпадаються на мікроструктурні, які легко переносяться вітром. Однак збільшення вмісту карбонатів кальцію до 5 % викликає підвищення протидефляційної стійкості за рахунок цементуючого впливу  $\text{CaCO}_3$ .

*Вміст увібраних основ* також суттєво впливає на протидефляційну стійкість ґрунтів. Ґрунти з ґрунтово-поглинальним комплексом, насиченим катіонами  $\text{Ca}^{2+}$ , характеризуються мікроагрегованістю. Такі ґрунти виявляють середню протидію вітру.

Ґрунти з ґрунтово-поглинальним комплексом, насиченим катіонами  $\text{Na}^+$ , характеризуються великою набухаємістю в зволоженому стані та зливою глибистою структурою при висиханні. Такі солонцюваті ґрунти більш дефляційно стійкі, в той час як по відношенню до водної ерозії вони дуже мало стійкі.

Наявність *легкорозчинних солей* зменшує стійкість ґрунтів до дефляції. Наприклад, легкорозчинна сіль  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  при кристалізації приєднує 10 молекул води. Такі солі різко збільшуються в об'ємі при утворенні кристалів та сильно розширює часточки ґрунту, поверхня якого стає рихлою, піддатливою до дефляції (Смирнова, 1985; Толчельников, 1990).

**Антропогенні фактори дефляції ґрунтів** проявляються майже таким же чином, як і антропогенні фактори водної ерозії ґрунтів. Тому, викладена у підрозділі 2.1 даної роботи інформація щодо антропогенних факторів водної ерозії ґрунтів майже в повній мірі (з урахуванням дефляційної специфіки) підходить і до розуміння впливу антропогенних факторів на дефляцію ґрунтів. В цілому, тут можна хіба що виділити позитивний вплив зрошення ґрунтів на їх протидефляційну стійкість.

### **2.3. Зональні особливості прояву ерозійних та дефляційних процесів у зв'язку з просторовим розподілом ерозійних та дефляційних факторів в межах території України**

Територія України включає три основні ґрунтово-кліматичні зони (гірські зони ми тут не розглядаємо), які відрізняються одна від одної специфічними комплексами ерозійних та дефляційних факторів: Полісся, Лісостеп і Степ (Рекомендації..., 1984; Справочник..., 1990).

Українське Полісся займає площу 10,4 млн. га або 21,7 % території України. Тут розповсюджені переважно дерново-підзолисті і оглеєні ґрунти легкого механічного складу. Річна кількість опадів 550-750 мм, у тому числі у теплий період – 350-500 мм. Схилові землі становлять 61,2 % загальної площі сільгоспугідь. Переважаючі ухили до 5°. Розораність становить 83 %.

Особливості клімату (відлиги узимку, часта зміна температур у ранньовесняний період) і неміцність структури малогумусних легких ґрунтів обумовлюють їх сильну піддатливість ерозійним процесам.

Водноерозійні процеси обумовлені як весняним стоком талих вод, так і зливовими опадами влітку. Найбільш енергоємні дощі спостерігаються у червні-серпні. Енергія однієї зливи досягає 400-650 Дж/м<sup>2</sup>. З фонів з проективним покриттям культурою до 50-60%, а також з посівів цукрового буряка відчужується ґрунту до 20-25 т/га, з не повністю розкущених посівів ярових зернових – 13-15, з повністю розкущених посівів зернових колосових, багаторічних трав і стернових фонів (висота стерні 15-20 см) – менше 1,3 т/га. Сумарна енергія рідких опадів за теплий період досягає 2,7 Дж/м<sup>2</sup>, а середньорічний змив з деяких фонів дорівнює 125-130 т/га, що часто призводить до створення ярів глибиною до 12-18 м за одне літо. Особливо часто такі явища виникають на лесових ґрунтах в Житомирській і Чернігівській областях.

Вітроерозійні процеси спостерігаються в основному в ранньовесняний період на торф'яних, а також на пересушених піщаних і супіщаних ґрунтах.

Вітрова ерозія ґрунтів виникає вже при порівняно низьких швидкостях вітру – 7-8 м/с на висоті флюгера. Інтенсивність відчуження ґрунтового матеріалу досягає 2 т/год., тривалість від 0,5 до 7-9 год., днів з пиловими бурями 1-10.

В лісостеповій зоні найбільшу шкоду ґрунтовому покриву завдає водна ерозія, обумовлена талими і зливовими водами.

Схилові землі становлять 76 % площі сільгоспугідь.

Річні суми опадів від 700-550 мм на заході до 575-500 мм на сході. Основна маса опадів доводиться на теплий період року, і вони часто носять зливовий характер. Найбільші суми опадів за добу складають 100-150 мм з енергією до 1500 Дж/м<sup>2</sup>. Найбільш ерозійно небезпечні фони чистого пару, зябу і просапних культур. За один дощ (зливу) відчужується ґрунтового матеріалу 19,5-30 т/га. Особливо легко піддаються ерозійним процесам поля під цукровим буряком в період від сівби до фази повного розвитку листового апарату: втрати складають 15,7-30,2 т/га. Найбільш стійкі до водної ерозії ґрунти під багаторічними травами, а також під озимою пшеницею і ярими колосовими в фазі кущення (7-9 листів). Добре захищають ґрунт стернові фони з висотою стерні 18-20 см (втрати ґрунту 0,6-1,4 т/га). При висоті стерні 5-6 см твердий стік за одну середню зливу складає 1,7-5,8 т/га.

Вітрова ерозія в основному спостерігається в зимовий і ранньовесняний періоди на фонах із зяблевим відвальним обробітком. Крім того вона може проявлятися і на посівах слаборозвинених озимих культур, особливо після непарових попередників (кукурудза, горох).

Степова зона охоплює 40 % території країни, майже 25 млн. га. Вона простягається на 1100 км з південного заходу на північ сходу і до 500 км з півночі на південь. Річні суми опадів від 500 мм на кордоні з лісостепом до 300-250 мм на побережжі Чорного і Азовського морів.

Схилові землі (більше 1°) становлять 47,4 % сільгоспугідь.

Геоструктурна побудова Степу неоднорідна: південна її частина розташована на території Причорноморської низини, к півночі вона переходить в Бессарабську, Подільську, Придніпровську, Приазовську височини і Донецький кряж. Перші три характеризуються акумулятивно-денудаційним рельєфом і виходять за межі зони. Останні дві мають структурно-денудаційний рельєф і замкнуті всередині зони. Така побудова степу і характер атмосферних процесів обумовлюють не тільки зональну, а й провінціальну специфіку проявлення ерозійних процесів. На території Донецького кряжу і Приазовській височині і у прилеглих до них районах проявляються водна і вітрова ерозія. На



території Причорноморської низини переважають дефляційні процеси. В західних районах розповсюджена водна ерозія.

Водна ерозія обумовлена в основному зливовим характером опадів в теплий період. Енергія злив 150-1600 Дж/м<sup>2</sup>. Такій енергії руйнування не в змозі протистояти жодний ґрунт. Найбільш схильні до ерозії поля чистого пару, зябу, а також посіви ярових і озимих культур з проективним покриттям менше 70 %. Змив ґрунту в залежності від стану його поверхні і властивостей за одну зливу може скласти 1,5-35 і навіть 50-80 т/га. Найбільш стійкі до ерозії посіви багаторічних трав, ярових колосових і озимих культур з проективним покриттям більше 80%, а також стернові фони з висотою стерні 18-20 см. На таких фонах змив ґрунту за одну зливу складає 0,2-1,5 т/га.

Саме в Степу України (головним чином в Одеської, Донецькій, Дніпропетровської областях та в Криму) зосереджені основні масиви схилових зрошуваних земель, на яких протікають інтенсивні ерозійні процеси не тільки в результаті поливів та експлуатації дощувальної техніки, а і від природних опадів (при сніготаненні та випаданні високоінтенсивних злив).

Процеси ерозії на зрошуваних землях слід розглядати як специфічне явище, яке корінним чином відрізняється від ерозійних процесів на суходолі. Зокрема, пройшла корінна зміна ґрунтового фактору ерозії, що привело до різкого збільшення протиерозійної стійкості ґрунтів (Светличный и др., 2004). Штучне збільшення зволоження ґрунту провокує зростання поверхневого стоку природними опадами. Інші, більш інтенсивні сівозміни без парів, але з проміжними (поукісними та поживними) змінюють (як правило, збільшують) ґрунтозахисні можливості рослинності.

Розрахунки показують (Чорний, 1996), що ґрунтозахисна ефективність рослинності зростає за рахунок зрошення для польових сівозмін в 1,4-1,6 разів, а для кормових (ґрунтозахисних) в 2,8-3,2 рази. Розрахунки по математичним моделям ерозії показали, що в однакових рельєфних та гідрометеорологічних умовах безстокове зрошення є досить ефективним ґрунтозахисним прийомом – втрати ґрунту в умовах іригації потенційно можуть зменшуватися в 2-6 разів.

Дефляційні процеси проявляються майже щорічно, в основному в зимово-весняний період, особливо у безсніжні зими, в районах Донецького кряжа та Причорноморської низовини.

Степова провінція вираженого розвитку дефляції, що охоплює степову частину Харківської, Луганської, північну частину Донецької, Дніпропетровську, Кіровоградську, Миколаївську, північну та південно-західну частину Одеської областей, має від 5 до 25 днів з пиловими бурями. Тут також спостерігається активна водна ерозія.

Чорноморсько-Приазовська провінція сильно розвинутої дефляції ґрунтів охоплює територію Причорноморської низовини, рівнинну частину Кримського півострова та південно-західну частину Приазовської височини. Кількість днів з пиловими бурями становить тут 20-35.

Важливим є те, що на масивах зрошення, дефляційні процеси характеризуються послабленим проявом (за рахунок прямої та побічної позитивної дії зрошення на протидефляційну стійкість ґрунтів).

Найбільша інтенсивність водної ерозії ґрунтів у межах території України спостерігається у так званому „поясі максимальної ерозії”, що знаходиться у перехідній зоні між Лісостепом і Степом у межах Подільської, Придніпровської і Донецької височин, де максимальна розораність сільськогосподарських угідь поєднується з максимальною зливовою діяльністю та найбільш ерозійно небезпечним характером рельєфу.

Найбільша інтенсивність дефляції ґрунтів спостерігається у зоні Південного та Сухого Степу та в межах осушених торф'яників Полісся України.

Карти розподілу ерозійних та дефляційних явищ в межах України представлено у додатках А та Б.

Більш докладна інформація щодо ґрунтово-ерозійного районування України викладена у джерелі (Захист ґрунтів..., 1986) та ін.

Зональні і регіональні особливості проявлення ерозійних (дефляційних) процесів на території України обумовлюють необхідність розробки добре

скоординованої стратегії захисту ґрунтів, де повинні бути чітко урівноважені зональні, регіональні і локальні програми ґрунтозахисних заходів (Рекомендации..., 1984). Під час планування та впровадження заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) треба враховувати зональні (регіональні) особливості природних та антропогенних ерозійних (дефляційних) факторів.

#### 2.4. Допустимі норми ерозії

Порівняння реальних темпів ерозії з певним припустимим значенням (допустимою нормою ерозії) є найбільш стандартним підходом як при конкретному протиерозійному проектуванні, так і при довгостроковому управлінні ґрунтовими ресурсами певної території. Допустимі норми ерозії, як один з головних критеріїв раціонального схилового землекористування, може застосовуватися при плануванні трансформацій угідь, наприклад, для переведення орних земель у пасовища, при вилучанні ерозійно небезпечних земель із сільськогосподарського використання для залісення та залуження, контурно-меліоративної організації території тощо (Чорний, 1999).

Очевидно, що метою раціонального землекористування на схилових землях є автохтонний тренд ґрунтоутворення, коли швидкість утворення гумусового горизонту повинна бути більшою за швидкість ерозії. Тільки в цьому сенсі швидкість ґрунтоутворення (або утворення гумусового шару ґрунту) є допустимою нормою ерозії.

Виходячи з вищесказаного, варто вважати, що єдиним способом кількісної оцінки швидкості сучасного ґрунтоутворення є використання даних за швидкостями утворення гумусового горизонту в природних умовах за голоцен.

Для умов Степу України така швидкість для вододілів ( $G$ , мм/рік) дорівнює (Чорний, 1999):

$$G = \lambda \cdot (1,3 \cdot Q^{2,1} - H_{\Gamma}), \quad (2.15)$$

де  $H_T$  – вихідна потужність гумусового горизонту, мм;  $Q$  – річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення, ккал/см<sup>2</sup> в рік;  $\lambda$  – параметр, що дорівнює 0,00027. Рівняння (2.15) отримано диференціюванням залежності потужності гумусового горизонту від часу ґрунтоутворення за голоцен та енергетичних витрат на ґрунтоутворення, отриманого на основі узагальнення емпіричних даних Ф.М.Лисецьким (1990).

Річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення можуть бути розраховані за В.Р.Волобуєвим (1974):

$$Q = R \cdot \exp[-18,8 \cdot (R^{0,73}/P)], \quad (2.16)$$

де  $R$  – радіаційний баланс, ккал/см<sup>2</sup> за рік;  $P$  – середньорічна сума опадів, мм.

Рівняння (2.16) при відносно постійному впливі кліматичної складової, гранулометричному складі, реакції ґрунтового розчину, біохімічного складу рослинних залишків тощо, по суті, описує тільки швидкість одного процесу. А саме, швидкість процесу сорбування гумусових часток поверхнею ґрунтоутворюючої породи  $i$ , одночасно, розкладання алюмоферосилікатних мінералів. Згодом сумарна поверхня часточок ґрунтового субстрату зменшується, швидкість процесу добору, і закріплення найбільш стійких гумусових речовин – гумінових кислот – згасає, ґрунт досягає стану квазіклімаксу. За цей період зростає гумусовий шар, потужність якого обмежується інтенсивністю мікробіологічної діяльності і кількістю придатних для гуміфікації рослинних залишків.

Аналогічний процес ґрунтоутворення проходить в сучасних еродованих ґрунтах. Але швидкість утворення гумусового горизонту цих ґрунтів в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва буде відрізнятися від аналогічного процесу в умовах цілини, насамперед тим, що її величина буде регулюватися обсягом і якістю придатних для гуміфікації рослинних решток та (або) органічних добрив. Одночасно, очевидно, що їх щорічна кількість по ступеню впливу на швидкість утворення гумусового горизонту не повинна бути більше еквівалентної кількості середнього багаторічного рослинного опаду в умовах цілини.

Очевидно також, що утворення гумусового горизонту на схилах істотно відрізняється від цього процесу на рівнинних ділянках, описаних рівнянням (2.15). Рельєф є важливим чинником перерозподілу енергії і речовини, який впливає на тепловий і водний режим ґрунту. Адаптація рівняння (2.15) до схилових умов може бути проведена через зміни величини радіаційного балансу та опадів у формулі (2.16). Такий підхід дозволяє розрахувати швидкість схилового ґрунтоутворення ( $G_C$ ).

При протиерозійному проектуванні необхідно оперувати середньозваженою по довжині схилу ( $L$ , м) величиною  $G_C$ , а тому остаточний вираз буде мати такий вигляд (Чорний, 1996, 1999):

$$G_C = 0,00027 \cdot \left\{ \sum_{j=1}^m [1 - \exp(-\beta \cdot M_j)] \cdot (1,3 \cdot Q_{Cj} - H_{Гj}) \cdot l_j \right\} / L \quad (2.17)$$

де  $m$  – кількість сегментів  $l_j$  на схилі довжиною  $L$ , м,  $\sum l_j = L$ ;  $\beta$  – показник, що враховує невідповідність модельованого процесу утворення гумусового шару природному і залежить від середньої багаторічної величини цілинного опадів;  $M$  – середня багаторічна кількість рослинних решток та (або) органічних добрив у перерахуванні на рослинні рештки з обліком їхнього біохімічного складу, що надходять у ґрунт за контрольований період, т/га;  $Q_C$  – річні енергетичні витрати на ґрунтоутворення на схилах, ккал/см<sup>2</sup> в рік;  $H_G$  – вихідна потужність гумусового горизонту, мм.

Рівняння виду (2.17), дозволяє враховувати ступінь еродованості ґрунту і зміну величини надходження рослинних решток у ґрунт у залежності від еродованості. Головна позитивна якість рівняння (2.17) міститься в тому, що є можливість врахування: експозиції, довжини та ухилу конкретного схилу; рівня агротехніки і структури сівозмін; ступеня еродованості ґрунту.

Таким чином, такий підхід дозволяє перейти від визначення допустимих норм ерозії на рівні ґрунтового типу або підтипу (регіональний рівень) до визначення індивідуальної допустимої норми ерозії для кожного конкретного схилу, агроландшафту або груп агроландшафтів на локальному або технологічному рівні (додаток В).

### **3. КОНЦЕПТУАЛЬНІ ОСНОВИ БОРОТЬБИ З ЕРОЗІЄЮ (ДЕФЛЯЦІЄЮ) ҐРУНТІВ**

**Основні принципи, що зумовлюють необхідність охорони ґрунтів від ерозії (дефляції):**

- незамінність ґрунтового покриву – ґрунтовий покрив є незамінним природним ресурсом, втрата якого може спричинити непередбачувані наслідки для людства;
- провідна роль ґрунтів у функціонуванні біосфери – ґрунти відіграють виключно важливу роль у забезпеченні сталого існування біосфери;
- важливість залишення родючих ґрунтів наступним поколінням – стабільність, безпека та прогрес світової цивілізації неможливі без збереження родючих ґрунтів та передачі їх у спадок наступним поколінням;
- пріоритетність застосування превентивних заходів – більш ефективним та безпечним є попередження проблеми ерозії, ніж боротьба з її наслідками;
- необхідність досягнення сталого розвитку людства – без збереження ґрунтів неможливо забезпечити сталий розвиток людства.

**Методичною основою охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) є здійснення заходів певного змісту, результатом яких є зменшення інтенсивності ерозії (дефляції) ґрунтів до величини, яка є меншою ніж допустима для даних ґрунтово-кліматичних умов, припинення процесів яружної ерозії, покращення гідрологічного режиму ґрунтів, покращення екологічної та санітарно-гігієнічної ситуації в регіонах тощо.**

В методичному аспекті, заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії мають бути безпосередньо спрямовані на збільшення проективного покриття та врожайності сільськогосподарських культур, затримання атмосферних опадів у місцях їх випадіння, безпечне відведення надлишкового водного стоку, зменшення площ, з яких відбувається змив ґрунту. Заходи з охорони ґрунтів від дефляції мають бути безпосередньо спрямовані на зниження швидкості вітру в приземному шарі повітря, утворення вітростійкої поверхні ґрунтів, підвищення

проективного покриття та врожайності сільськогосподарських культур та на зменшення площ, з яких відбувається видування ґрунту.

**Методологія охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) має ґрунтуватись на наступних принципах:**

- зміна антропоцентричної парадигми природокористування на альтернативну їй біосфероцентричну концепцію культурних, партнерських взаємостосунків Соціуму з Природою, у тому числі з ґрунтами;

- визнання провідної ролі закономірностей функціонування та розповсюдження ґрунтів, спрямованості та інтенсивності ґрунтових процесів і режимів, агрогенної еволюції ґрунтів;

- важливість системного (або комплексного) підходу до вирішення проблеми ерозії (дефляції);

- важливість зонального (регіонального) підходу до охорони ґрунтів від ерозії (дефляції);

- важливість теоретичного та експериментального обґрунтування застосування тих чи інших заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції);

- розуміння пріоритетності вживання превентивних заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції);

- розуміння того, що найбільший ефект від охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) досягається при застосуванні не окремих заходів, а їх взаємоузгодженого комплексу;

- розуміння важливості на різних етапах рішення проблеми охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) застосування геоінформаційних технологій як найбільш адекватної сучасної інформаційної технології роботи з просторово-координованою інформацією;

- розуміння важливості на різних етапах рішення проблеми охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) застосування методів дистанційного зондування як одного з найбільш ефективних сучасних інструментів картографування та моніторингу ерозійних процесів;

- врахування економічних можливостей держави і землевласників (землекористувачів);
- важливість досягнення оптимальних результатів, тобто максимального екологічного та соціально-економічного ефекту за одночасної мінімізації витрат ресурсів і негативного впливу на довкілля;
- пріоритетність забезпечення сприятливих для людини умов довкілля;
- пріоритетність охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) в системі охорони природи та екологічної безпеки;
- важливість неперервного контролю стану еродованості (дефльованості), інтенсивності ерозійних (дефляційних) процесів та ерозійної (дефляційної) проблеми в цілому;
- важливість постійної адаптації заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) до мінливості природних та антропогенних чинників;
- розуміння того, що зволікання у застосуванні заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) призводить до неминучих втрат ґрунтової родючості та погіршення екологічної ситуації;
- важливість реалістичності поточних вимог до охорони ґрунтів від ерозії (дефляції).

**При плануванні та проведенні заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) слід керуватися наступними вимогами:**

- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) має знижувати ерозійні (дефляційні) втрати ґрунтів до рівня нижче допустимого для даних типів ґрунту;
- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) має забезпечувати відсутність проявів яружної ерозії та пилових бур;
- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) не повинна погіршувати агрономічно та екологічно важливі властивості ґрунтів;
- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) повинна в максимально можливій мірі підвищувати родючість ґрунтів та мати сприятливу дію на гідрологічні та мікрокліматичні умови регіону;



- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) має забезпечувати реалізацію ґрунтами своїх основних продуктивних та екологічних функцій;

- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) має сприяти господарчому та соціально-економічному розвитку регіону, а також покращувати санітарно-гігієнічні умови регіону;

- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) має забезпечити оптимальну для конкретних ґрунтово-кліматичних умов та систем землекористування структуру земельних угідь;

- заходи з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) повинні бути стійкими до зовнішніх впливів і витримувати природні та антропогенні навантаження;

- заходи з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) повинні бути взаємоузгодженими з іншими агрономічними, інженерними та природоохоронними заходами, що здійснюються на даній території;

- заходи з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) мають бути зонально (регіонально) орієнтованими і повинні враховувати особливості природних і антропогенних умов регіону;

- всі компоненти комплексу протиерозійних (протидефляційних) заходів мають бути ув'язаними та узгодженими між собою;

- застосування заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) має бути економічно обґрунтованим;

- охорона ґрунтів від ерозії (дефляції) має бути неперервною в часі;

- ефективність охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) має підлягати неперервному контролю.

**Критеріями ефективності охорони ґрунтів від ерозії (дефляції) є:**

- величина ерозійних (дефляційних) втрат ґрунту;

- швидкість ґрунтоутворення та відтворення родючості еродованих (дефльованих) ґрунтів;

- стан ґрунтів та природних комплексів в межах територій, на яких здійснюється охорона ґрунтів від ерозії (дефляції);

- стан водоймищ та водостоків на прилеглих територіях;

- економічна ефективність відповідних ґрунтозахисних заходів.

**Теоретичні основи технологічних заходів з охорони ґрунтів від водної ерозії.** Забезпечення екологічно безпечного та економічно вигідного землекористування в ерозійно небезпечних регіонах вимагає боротьби з ерозійними явищами, яка спрямована на припинення ерозійних процесів або на зменшення їх інтенсивності до допустимого в даних ґрунтово-кліматичних умовах рівня. Теоретичні основи та напрямки боротьби з водною ерозією ґрунтів закладено у самому визначенні цього поняття. Згідно із сучасними уявленнями, ерозія ґрунтів – це денудаційний процес, який складається з руйнування, переміщення і відкладання частинок ґрунту й порід під дією дощу та поверхневого стоку і який визначається законами падіння водних крапель і руху водних потоків. Звідси, для того, щоб припинити ерозійні процеси або зменшити їх інтенсивність до допустимого в даних ґрунтово-кліматичних умовах рівня треба запобігти руйнуванню ґрунтів краплями води та водними потоками, а також усунути процеси переміщення водними потоками ґрунтових часток.

Запобігання руйнування ґрунтів краплями води забезпечується наступними шляхами: 1) гасіння енергії крапель рослинністю (рослинними рештками); 2) збільшення протиерозійної стійкості ґрунту.

Запобігання руйнування ґрунтів водними потоками забезпечується наступними шляхами: 1) затримання стоку в місцях його утворення; 2) безпечне відведення зайвого стоку; 3) зменшення швидкості стоку; 4) зменшення піддатливості ґрунтів змиву та розмиву.

Усунення процесів переміщення водними потоками ґрунтових часток забезпечується шляхом створення перешкод на шляху водних потоків.

Для забезпечення вищевказаних напрямків боротьби з ерозією власне і застосовують ті чи інші заходи з охорони ґрунтів від ерозії.

**Теоретичні основи технологічних заходів з охорони ґрунтів від дефляції.** Забезпечення екологічно безпечного та економічно вигідного землекористування у дефляційно небезпечних регіонах вимагає боротьби з

дефляційними явищами, яка спрямована на припинення дефляційних процесів або на зменшення їх інтенсивності до допустимого в даних ґрунтово-кліматичних умовах рівня. Теоретичні основи та напрямки боротьби з дефляцією ґрунтів закладено у самому визначенні цього поняття. Згідно із сучасними уявленнями, дефляція ґрунтів – це видування та перевідкладення ґрунтового дрібнозему під дією вітру. Звідси, для того, щоб припинити дефляційні процеси або зменшити їх інтенсивність до допустимого в даних ґрунтово-кліматичних умовах рівня треба запобігти видуванню ґрунтів вітром.

Запобігання видуванню ґрунтів вітром забезпечується наступними шляхами: 1) гасінням швидкості вітру штучними перешкодами; 2) збільшенням вітростійкості ґрунтів; 3) захист поверхні ґрунту від безпосередньої дії вітру.

Для забезпечення вищевказаних напрямків боротьби з дефляцією власне і застосовують ті чи інші заходи з охорони ґрунтів від дефляції.

## 4. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ

### 4.1. Організаційно-господарські заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії

Однією із найважливіших складових комплексу заходів з охорони ґрунтів від ерозії є організаційно-господарські заходи. Це базова група заходів, яка застосовується на території у першу чергу, і від якості виконання якої залежить ефективність всіх інших груп протиерозійних заходів. До організаційно-господарських заходів з охорони ґрунтів від ерозії відносять наступні (Белоліпський, 2006; Зональные рекомендации..., 1969; Наукові основи..., 2004; Світличний, Чорний, 2007):

- диференційоване використання земель залежно від природних (перш за все, геоморфологічних) умов;
- раціональне розміщення земельних угідь різного призначення;
- оптимізація структури сільськогосподарських угідь;
- раціональне розміщення сівозмін різних типів;
- організація ґрунтозахисних сівозмін;
- науково обґрунтоване розміщення та форми полів, робочих ділянок, лісомеліоративних та гідротехнічних заходів;
- науково обґрунтований підбір сільськогосподарських культур;
- обмеження в ступені сільськогосподарського освоєння території;
- консервація земель.

*Диференційоване використання земель залежно від природних умов.* В основі диференційованого використання земель лежить класифікація земель, з метою віднесення їх до певного таксону, в межах якого доцільними є певний характер господарювання та певний набір заходів з охорони ґрунтів від ерозії. Існують різні схеми класифікації земель:

- поділ земель на „ерозійні фонди” за О.С. Козьменко;
- поділ земель на „підсистеми ерозійної геосистеми” за Г.І. Швобсом;

- поділ земель на „грунтозахисно-меліоративні та організаційні мікрозони” за В.І. Бураковим;

- поділ земель на „еколого-технологічні групи” за О.Г. Тараріко;

- поділ на „агроекологічні групи земель” за потенційним стоком 10-% забезпеченості за В.О. Белоліпським.

У зазначених схемах різні класи земель відповідають певним ґрунтовим та геоморфологічним умовам. Розглянемо типову схему класифікації земель на прикладі схеми поділу земель на еколого-технологічні групи.

До першого типу земель відносять неушкоджені і слабко ушкоджені ерозією землі на рівних і слабопологих схилах (до 3°), де можливе вирощування основних сільськогосподарських культур (включаючи просапні) та дозволяються чисті пари, а стік регулюється найпростішими агротехнічними прийомами та полезахисними лісосмугами.

До другого типу земель належать частини схилів з великими ухілами (від 3° до 7°) із середньо- і сильнозмитими ґрунтами та наявністю струминних розмивів, придатні для обмеженого обробітку. В структурі сівозмін на цих землях мають переважати культури суцільної сівби та багаторічні трави (причому із збільшенням ухилів та ерозійної небезпеки має збільшуватись частка багаторічних трав у сівозміні). Розміщення парів та просапних культур на землях цієї групи має бути гранично обмеженим або забороненим (Наукові основи..., 2004). Стік на цих схилах регулюється агротехнічними, лісомеліоративними і гідротехнічними протиерозійними заходами. За деякими підходами, цю категорію земель слід обмежити територіями з ухилом до 5°.

До третього типу земель належать нижні частини схилів з ухілами більше 7°, що зайняті переважно сильнозмитими ґрунтами. Землі цього типу використовуються для пасовищ або підлягають залуженню чи повному залісенню (Світличний, Чорний, 2007). За деякими підходами, землі цього типу все ж таки вважаються придатними до вирощування сільськогосподарських культур, але з обов'язковим застереженням, згідно з

яким частка багаторічних трав у структурі сівозмін на таких землях має складати не менше 75-80% (Методические рекомендации..., 1982).

За іншими схемами поділу земель, виділяють також і інші групи земель. Наприклад, у схемі поділу земель на „грунтозахисно-меліоративні та організаційні мікрозони” за В.І. Бураковим виділяються землі четвертого типу (землі „мікрозони Г”), до яких належать землі заплав та днищ великих балок, зайняті переважно намитими (а також луговими, алювіальними та ін.) ґрунтами. Характер використання та охорони цих земель визначається наявністю і ступенем заплавності, типом і станом ґрунтів, розмірами ділянок. За наявності в межах земель цієї групи, значних площ ерозійно безпечних земель, а також земель заплав, які втратили заплавність, такі землі організуються і облаштовуються заходами постійної дії, аналогічно до плакорних земель (Предварительные требования..., 1988).

Інші схеми поділу земель на групи (схеми О.С. Козьменка, Г.І. Швєбса, В.І. Буракова, В.О. Белоліпського) детально розглядаються в роботах (Белоліпський, 2006; Козменко, 1959; Предварительные требования..., 1988; Швєбс, 1981).

При виділенні груп земель слід враховувати, що ділянки, які включають більше 30% площі гіршої групи, відносять до категорії менш інтенсивного використання (Рекомендации..., 1984).

На лініях переходу від однієї групи земель до іншої проектується водорегулюючі лісосмуги, посилені простими гідротехнічними спорудами (див. нижче).

*Раціональне розміщення земельних угідь різного призначення.* Під час відводів земель під той чи інший вид угідь, треба враховувати ерозійну небезпеку земель та можливість захисту ґрунтів від ерозії.

*Оптимізація структури сільськогосподарських угідь.* Оптимізація структури сільськогосподарських угідь є одним із найбільш важливих і дешевих заходів, запровадження якого можливе у короткі строки і без суттєвих матеріальних і фінансових витрат (Наукові основи..., 2004). Сутність цього

заходу полягає у забезпеченні оптимального відношення площ екологічно нестабільних сільськогосподарських угідь (рілля, сади) до площ стабільних угідь (природні кормові угіддя, лісові насадження тощо). Можна вважати оптимальним, коли таке відношення не перевищує одиниці, але точна оптимальна величина такого співвідношення буде різною у різних регіонах.

На сьогоднішній день вже розроблено сучасну науково обґрунтовану методику оптимального просторового розподілу сільськогосподарських (або взагалі земельних) угідь, яка базується на системі підпорядкованих розподільчих задач оптимізації (на різних ієрархічних рівнях), вирішення яких здійснюється методами лінійного програмування (Куценко, Червоний, 2008).

**Ґрунтозахисна оптимізація структури сільськогосподарських угідь** (Куценко, Червоний, 2008). Для розроблення універсального алгоритму ґрунтозахисної оптимізації співвідношення сільськогосподарських угідь на державному, регіональному та локальному рівнях деталізації розроблено єдиний методологічний принцип постановки розподільчих задач оптимізації співвідношення площ сільськогосподарських угідь різних ієрархічних рівнів, вирішення яких було здійснено методами лінійного програмування.

На державному рівні задача ставилась таким чином: визначити таку максимальну площу ріллі для України, оптимальне просторове розміщення якої не призведе до прискореної ерозії та деградації земель у цілому. Така постановка задачі передбачає оптимальне використання існуючого агрокліматичного потенціалу без додаткових витрат на протиерозійні заходи, окрім оптимальної організації території. Споживачами в цій задачі є адміністративні області, а постачальниками – сільськогосподарські угіддя. Для кожної області відомими є середні значення потенційного змиву ґрунту з ріллі та допустимого модуля змиву, які узагальнюють вплив зональних та азональних особливостей природних умов (Булыгин, Неаринг, 1999). Для сільськогосподарських угідь відомими є значення коефіцієнтів ерозійної небезпеки або зворотних їм коефіцієнтів ґрунтозахисної ефективності (Булигін, Думін, Куценко, 2002).

Цільова функція цієї задачі має вигляд:

$$f_{\max} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} x_{ij}, \quad (4.1)$$

де  $f_{\max}$  - цільова функція задачі, т/рік;  $C_{ij}$  – потенційний модуль змиву ґрунту на угідді  $i$  в межах області  $j$ , т/га·рік;  $x_{ij}$  – площа угіддя  $i$  в межах області  $j$ , га.

Коефіцієнт  $C_{ij}$  розраховується за формулою:

$$C_{ij} = \frac{M_j}{K_i}, \quad (4.2)$$

де  $C_{ij}$  – потенційний модуль змиву ґрунту на угідді  $i$  в межах області  $j$ , т/га·рік;  $M_j$  – середній в межах області  $j$  потенційний модуль змиву для ріллі, т/га·рік (Булыгин, Неаринг, 1999);  $K_i$  - коефіцієнт ерозійної небезпеки угіддя  $i$ .

Задача вирішувалась за таких обмежень:

$$\sum_{i=1}^n C_{ij} x_{ij} \leq S_j M_{oj}, \quad (4.3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = S_j, \quad (4.4)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad (4.5)$$

де  $C_{ij}$  – потенційний модуль змиву ґрунту на угідді  $i$  в межах області  $j$ , т/га·рік;  $x_{ij}$  – площа угіддя  $i$  в межах області  $j$ , га;  $S_j$  – сума площ різних видів сільськогосподарських угідь по  $j$ -стовпцю, га;  $M_{oj}$  – максимально допустимий змив з сільськогосподарських угідь за С.Ю. Булигіним, т/га·рік (Булыгин, Неаринг, 1999).

Обмеження (4.3) означає необхідність, під час пошуку оптимальної структури угідь, дотримання середніх допустимих норм змиву в межах  $j$ -ї області.

Невідомими в цій задачі є величини площ сільськогосподарських угідь для України, оптимальне розміщення яких по областях забезпечить максимально допустимий змив.

В результаті було одержано рішення, яке наведено у таблицях 4.1 та 4.2.



Таблиця 4.1. Оптимальне співвідношення сільськогосподарських угідь для України

Угіддя	Площа	
	га	%
Рілля	18377539	49
Багаторічні насадження	857702	2
Природні кормові угіддя	18136632	49

Таблиця 4.2. Максимально допустима розораність сільськогосподарських угідь за адміністративними областями України

Область	Площа ріллі поточна, га	Оптимізована площа, га	Поточна розораність, %	Оптимальна розораність, %
Вінницька	1641600	448278	89	24
Волинська	609700	678242	71	79
Луганська	1275800	675628	77	41
Дніпропетровська	2096100	1051827	88	44
Донецька	1447600	1359839	71	66
Житомирська	1016400	738443	69	50
Запорізька	1893000	768347	88	36
Київська	1300500	1019338	84	66
Кіровоградська	1717700	1087254	89	56
АР Крим	1178200	638683	72	39
Львівська	729400	349478	65	31
Миколаївська	1619400	585838	88	32
Одеська	1993000	900648	85	39
Полтавська	1704600	1352158	83	66
Рівненська	626600	376202	87	52
Сумська	1138100	954283	67	56
Тернопільська	814800	255249	85	27
Харківська	1867432	2069966	79	88
Херсонська	1667600	431638	87	23
Хмельницька	1181500	533266	75	34
Черкаська	1234300	572071	85	40
Чернігівська	1274400	1530863	69	83

Подібний підхід можна використовувати і для оптимізації структури сільськогосподарських угідь на рівні районів та окремих господарств (Куценко, Червоний, 2008).

Методична розробка екологічної оптимізації структури агроландшафту та посівних площ в ландшафтних ґрунтозахисних системах землеробства стосовно

Степового регіону України представлена в роботах (Шелякин, Белолипский, 1994, Белоліпський, 2006).

**Екологічна оптимізація агроландшафтів на основі ерозійно-гідрологічних показників басейнів малих річок (екологічна організація)** [Белоліпський, 2006]. В рамках цього підходу, ґрунтоводоохоронний агроландшафт (АЛ) розглядається, як функціональна система облаштованості природно-територіального комплексу, що забезпечує скорочення водно-ерозійних процесів у кризових ситуаціях до екологічно безпечних меж (Белоліпський, 1998).

Для реалізації цього підходу було отримано функціональні моделі максимальних середніх витрат 10%-ої забезпеченості стоку малих річок у басейні Сіверського Донця і Приазов'я (в результаті обробки інформації щодо 10 природно-антропогенних факторів).

На основі використання цих моделей встановлено, що найменші втрати річкового стоку спостерігаються при середньозваженій крутизні схилів до 3° (0,02-0,04), коли розораність водозбору складає 40-60%, полезахисна лісистість – 7%, а природні кормові угіддя – 33-53%.

Ґрунтоводоохоронну оптимізацію структури посівних площ проведено в залежності від ерозійно-гідрологічної ситуації в розрізі адміністративних районів. За критерій оцінки прийнято потенційний стік (ПС) 10-% забезпеченості за класифікацією Белоліпського [Белоліпський, 1998] (табл. 4.3).

Ймовірна кількісна оцінка ПС розкриває ступінь потенційної небезпеки, що утворилася в сучасних агроекосистемах за певних умов і є основою прогнозу і проектування ґрунтоводоохоронних заходів. Показник прояву ерозії ґрунтів від ПС є мірилом сучасної господарської діяльності в реалізації ПС на прояв багаторічної ерозії ґрунтів. Цей показник визначає насиченість ґрунтоводоохоронних заходів в АЛ і напрямки управління ними.

Процес управління функціональною системою АЛ протікає через програвання на електронній обчислювальній машині ерозійно-гідрологічних ситуацій в АЛ (Белоліпський, 1998) по наростаючій зміні визначальних

чинників і упорядкуванню спеціальних програм захисту ґрунтів: 1. Зміна структури посівних площ. 2. 1+ переведення ріллі на схили до 3° і коригування співвідношень ріллі, кормових угідь, лісосмуг. 3. 1+2+проведення внутрішньопольової організації і закріплення меж полів і робочих ділянок рубежами постійної дії (Белоліпський, 2006).

Таблиця 4.3. Класифікація ерозійної та екологічної ситуації в агроландшафті за Белоліпським (2006)

Агроекологічні групи земель	Показники			Ступінь прояву потенційного стоку та ерозії ґрунтів	Екологічна ситуація за критерієм екологічної оцінки
	Потенційний стік 10%-ї забезпеченості	Прояв середньобагаторічної ерозії ґрунтів			
		% від потенційного стоку	т/га		
1	до 5 мм	До 5	0-2	Незначна	Нормальна
2	5,1-8,0	5,1-10	2,1-4,5	Слабка	Критична
3	8,1-15	10,1-15	4,6-8,0	Середня	Передкризова
4	15,1-25	15,1-20	8,1-12	Сильна	Кризова
5	>25	>20	>12	Дуже сильна	Катастрофічна

*Раціональне розміщення сівозмін різних типів.* Сівозміни різних типів (польові, кормові, ґрунтозахисні та інші) мають розміщуватись у залежності від категорії земель (див. вище). Зернопарові та зернопросапні сівозміни з великою часткою просапних культур та наявністю парів розміщують на рівних і слабологих схилах (до 3°), тобто на землях першої та, у деяких випадках, четвертої груп (див. вище). Ґрунтозахисні зерно-трав'яні та трав'яно-зернові сівозміни з великою часткою культур суцільної сівби, багаторічних трав, з мінімальною часткою або відсутністю просапних культур і парів розміщують на землях другої групи (див. вище). На землях третьої групи організують пасовища або здійснюють залуження (лише в окремих випадках на цих землях можна впроваджувати сівозміни, але за умови, що частка багаторічних трав у них буде не нижчою ніж 75-80 %).

*Організація ґрунтозахисних сівозмін.* Ґрунтозахисні сівозміни повинні мати велику питому вагу багаторічних трав (до 50%, а іноді і більше) та

зернових колосових культур суцільної (або перехресної) сівби. Із таких сівозмін виключається чистий пар (замість нього використовуються зайняті та сидеральні пари) і до мінімуму обмежуються або виключаються посіви просапних культур. Багаторічні трави (люцерна, еспарцет, конюшина, **костер**, житняк тощо) застосовуються в ґрунтозахисних сівозмінах як у чистих посівах, так і в суміші.

Обов'язкове включення до сівозмін багаторічних трав обумовлено їх найбільшою ґрунтозахисною ефективністю за рахунок добре розвиненої кореневої системи і щільного покриву поверхні ґрунту надземною масою рослин, яка зберігається майже безперервно протягом декількох років (але слід відмітити, що ступінь покриття ґрунту рослинами восени, взимку та ранньою весною невеликий). Використання багаторічних трав на еродованих схилових землях обумовлюється також тим, що на змитих ґрунтах зернові, технічні та інші культури дають низькі врожаї. На таких землях менше можливостей для використання складних сільськогосподарських машин, потрібних для вирощування зернових і технічних культур. Багаторічні трави ж при високій агротехніці і в таких умовах дають досить високі врожаї. До ґрунтозахисних сівозмін при необхідності можна вводити також і однорічні трави.

Як вже було сказано, крім багаторічних трав до ґрунтозахисних сівозмін вводять ярі та озимі зернові (які використовують і як покривні культури для трав). У озимих колосових період, коли вони захищають ґрунт від дії ерозії, починається з другої половини вересня і продовжується в середньому до другої половини липня, максимальний ступінь покриття припадає на травень-липень. У ярих культур суцільної сівби ґрунтозахисна дія починається з середини квітня і продовжується до середини липня. Тим не менше і під такими посівами захист ґрунту від ерозії наприкінці квітня, у травні та червні буває суттєвим, внаслідок чого значно зменшується руйнування та змив верхнього родючого шару ґрунту.

За сприятливих умов вологозабезпечення до протиерозійних сівозмін можна вводити також підсівні й післяжнивні культури для одержання другого

врожаю або зеленого добрива, а головне для того, щоб ґрунт протягом усього вегетаційного періоду був зайнятий рослинністю, яка захищає його від змивання водою і видування вітром.

Вирощування просапних культур не тільки не сприяє попередженню ерозії, але і посилює її, якщо не передбачити певних заходів. Це обумовлено насамперед широкорядним способом сівби (особливо якщо вона проводиться вздовж схилу із застосуванням розпушування міжрядь), а також біологічними особливостями кореневої системи цих культур. Тому просапних культур, як правило, в цих сівозмінах не вирощують.

Однак у тих господарствах, де на схили припадає значна частина землі, просапні доводиться висівати і в ґрунтозахисних сівозмінах. Щоб послабити процеси ерозії, просапні на схилах вирощують смугами 30-50 м завширшки, спрямованими впоперек схилу. Смуги кукурудзи та інших просапних чергують з смугами трав, ширина яких повинна становити 6-10 м. Смугами доцільно висівати, особливо на крутіших схилах, не лише просапні, а й зернові культури. Ширина і відстань між смугами залежить від крутості схилу. На крутіших схилах смуги слід розміщувати частіше. Смуги можуть бути постійними і тимчасовими. Створюють їх або спеціальним висівом багаторічних трав, або залишенням під час оранки пласта багаторічних трав (другий спосіб економічно вигідніший). Для створення смуг можна також використати озимі та інші культури суцільного способу сівби (більш докладно про смугове розміщення культур викладено у цій роботі нижче).

У ґрунтозахисних сівозмінах переважно лише одне поле відводять під озимі або ярі зернові та однорічні трави, до яких підсівають багаторічні трави. Однорічні культури розміщують смугами впоперек схилу.

Набір культур, кількість полів багаторічних трав та інших культур у ґрунтозахисних сівозмінах залежить від крутості схилів та ступеню змитості ґрунту.

В умовах Степу, в ґрунтозахисних сівозмінах, із суцільно покривних культур вирощуються переважно багаторічні трави, зокрема, люцерна, а також

озимі та ярі колосові, зернобобові і – на незначних площах – бобово-злакові сумішки. Ці культури мають добре розвинену кореневу систему та створюють суцільний килим вегетативної маси, що щільно покриває поверхню землі, забезпечуючи надійний захист від руйнування потоками води та вітрами.

Запровадження ґрунтозахисних сівозмін крім боротьби з ерозією дає змогу значно підвищити продуктивність малородючих угідь.

*Науково обґрунтоване розміщення та форми полів, робочих ділянок, лісомеліоративних та гідротехнічних заходів.* На рівних землях і пологих схилах крутизною до 1° нарізають прямокутні поля, розміщені довгими боками упоперек переважаючих суховійних вітрів (Рекомендації..., 1984). По межах полів проектують полезахисні лісосмуги ажурної та продувної конструкції. На ділянках зі складним рельєфом та схилами крутизною більше 1° поля нарізають довгими боками упоперек схилу (або контурно). Допускається відхилення від горизонталей тільки на коротких відрізках (50-100 м) з ухилом не більше 1,5-2° по лінії межі поля. По межах полів проектують водорегулюючі лісосмуги та гідротехнічні споруди.

В середині великих полів виділяють робочі ділянки, які мають бути однорідними, компактними та зручними у заданих протиерозійних напрямках. Робочі ділянки, як і поля, повинні розміщуватись довгими боками упоперек схилу (або контурно). Найбільш доцільно розміщувати елементи, що проектуються, паралельно-контурно, тобто довгі боки полів і робочих ділянок наближувати до горизонталей зі спрямленням на улоговинах, не перевищуючи вищевказаних ухилів, але так, щоб ширина робочих ділянок на всій протяжності була кратною ширині захвату ґрунтообробних та посівних агрегатів (Рекомендації..., 1984).

Досвід протиерозійної організації території показує, що прямолінійні контури сільськогосподарських угідь, розміщення доріг і меж полів навіть упоперек схилу, як правило, не задовольняють вимогам впровадження інтенсивних засобів боротьби з водною ерозією (Світличний, Чорний, 2007). Прямолінійні межі полів сівозміни перетинають горизонталі під тим чи

іншим кутом і, отже, напрямки обробітку ґрунту, розміщення посівів вздовж прямолінійної межі створюють умови для руху струменів поверхневого стоку уздовж гребенів оранки або в міжряддях сільськогосподарських культур, що посилює ерозійну небезпеку.

Отже, межі угідь і полів сівозміни або, у крайньому випадку, робочих ділянок повинні бути розміщені у вигляді смуг з межами, які збігаються з основним напрямком горизонталей (контурно). Найбільш повно ідея контурного (контурно-смугового) розміщення полів реалізована в контурно-меліоративному землеробстві та в концепції ґрунтозахисно-меліоративного облаштування агроландшафтів (Бураков, 1997; Тараріко, 1990; Ткаченко, 1982; Шелякин и др., 1990).

Лінійні лісомеліоративні та гідротехнічні протиерозійні заходи постійної дії також мають розміщуватися контурно (або у напрямку, близькому до контурного), принаймні у місцях, де природні та господарські умови дозволяють виконати цю вимогу (Методические рекомендации..., 1977). В цілому ж, заходи постійної дії та інші елементи місцевості мають в максимальній мірі враховувати рельєф території (Ткаченко, 1982).

Контурне розміщення полів, робочих ділянок та лінійних лісомеліоративних і гідротехнічних протиерозійних заходів забезпечить здійснення обробітку ґрунту контурним способом, який є найбільш ефективним у ґрунтозахисному аспекті.

Розміщення доріг, протиерозійних заходів постійної дії, каналів, прогонів худоби та інших об'єктів здійснюють таким чином, щоб вони не сприяли концентрації стоку.

Розміщення лінійних рубежів оцінюють за відхиленням їх від ліній стоку або від горизонталей. Горизонтальними вважають такі рубежі, у яких відхилення від горизонталей становлять не більш, ніж  $10^\circ$ . Найбільш небажаним є відхилення від лінії стоку та горизонталей на  $45^\circ$ , оскільки в цьому випадку той чи інший рубіж концентрує найбільшу кількість води (Захист ґрунтів..., 1986; Рекомендации..., 1984).

Польові дороги розміщують по лініях вододілів, по нижніх узліссях лісосмуг. Дороги по коротким бокам полів нарізають строго перпендикулярно до горизонталей с облаштуванням розпилювачів стоку (Рекомендації..., 1984).

У Лісостеповій зоні, де поширена і водна ерозія і дефляція ґрунтів перевага надається захисту земель від водної ерозії, тому повздовжні сторони полів розміщують контурно, а захист ґрунтів від дефляції посилюється агротехнічними заходами (Наукові основи..., 2004).

У комплексі робіт із протиерозійного облаштування проводиться закріплення на місцевості контурної організації території, шляхом фіксування проектних ліній граничними знаками встановленого зразка. Постійні знаки встановлюються тільки на початку і в кінці проектних ліній в місцях ймовірного їх тривалого зберігання. Криволінійні місця проектних ліній закріплюються тимчасовими знаками на період виконання комплексу робіт, з їх винесення і закріплення. Лінійні рубежі (лісосмути, вали, буферні смуги тощо) відмежовуються в натурі на їх запроєктовану ширину шляхом проорювання борозни з верхнього боку по схилу і наорювання валика трьома проходами всклад плужними агрегатами з нижнього боку. Для запобігання лінійній ерозії вздовж борозен з ухилом більше 0,01 роблять розриви верхньої борозни, вглиблюючи плужний агрегат через 50-100 м. До розробки проектів на будівництво гідротехнічних протиерозійних споруд та створення захисних лісових насаджень по лінійних рубежах створюються тимчасові буферні смуги з багаторічних трав. Постійні і тимчасові буферні смуги на місці запроєктованих лінійних рубежів створюються в період перенесення проектів у натуру. Тимчасові буферні смуги є осью лінією при здійсненні топографічних зйомок для розробки робочих проектів будівництва гідротехнічних протиерозійних споруд.

Контурна (контурно-смугова) організація території може бути впроваджена як у великих господарствах, так і у фермерських та індивідуальних землеволодіннях. В організаційному плані – проведення зазначених вище заходів можливе у складі комплексних землевпорядних



робіт: складання проектів внутрішньогосподарського землекористування, розробки програм захисту та раціонального використання сільськогосподарських угідь, проектів паювання земель, оптимізації структури сівозмін тощо (Наукові основи..., 2004).

Невдало проведена в Україні земельна реформа зумовила необхідність розроблення рекомендацій із ерозійно безпечного паювання землі. У зв'язку із можливими негативними, в ерозійному аспекті, наслідками паювання землі, воно має здійснюватись за певними правилами, які забезпечать мінімізацію ерозійних процесів. Ці правила полягають у наступному (Шелякин, Шелякина, 2002):

- під час нарізання меж паїв, необхідно враховувати крутизну схилів та еродованість ґрунтового покриву. Межі паїв повинні розташовуватись упоперек схилів;
- по межах паїв необхідно проектувати вузькі лісові смуги, дотримуючись системних відстаней між ними. На крутих схилах лісосмуги мають бути підсилені гідротехнічними спорудами;
- еродованість ґрунтового покриву має впливати на площу паю.

Більше інформації про шляхи подолання негативних наслідків земельної реформи та про ерозійно безпечне землевпорядкування в сучасних умовах наводиться у роботі (Кривов, 2006).

*Науково обґрунтований підбір сільськогосподарських культур.* Підбір сільськогосподарських культур, а також розміщення їх у полях сівозмін мають сприяти затриманню стоку і захисту ґрунтів від ерозії (Методические рекомендации..., 1977).

Підбір сільськогосподарських культур для вирощування в тих чи інших умовах ерозійної небезпеки здійснюється на основі інформації про ґрунтозахисну здатність культур (таблиця 4.4) або ґрунтозахисну ефективність останніх (таблиця 4.5).

В цілому, за протиерозійним впливом, польові культури умовно можна об'єднати у три групи: стійкі до змиву та видування (багаторічні трави з

коефіцієнтом ерозійної небезпеки – 0,01-0,05); малостійкі (однорічні трави та зернові культури – 0,2-0,5); нестійкі (просапні культури і чисті пари – 0,7-1,0).

*Обмеження в ступені сільськогосподарського освоєння території* включає: заборону або обмеження вирубувань лісу та розорювання земель, регулювання випасу худоби на ерозійно-небезпечних ділянках, збереження, при освоєнні нових земель, ділянок лісу і луку протиерозійного призначення, особливо в річкових долинах і балках, на крутих прирічкових і прибалочних схилах, у великих водовідвідних улоговинах (Світличний, Чорний, 2007).

Таблиця 4.4. Ґрунтозахисна здатність сільськогосподарських культур у сівозміні, % (Рекомендації..., 1984)

Культура	Крутизна схилу, °		
	3	6	9
Багаторічні трави	95	94	84
Озимі зернові	83	77	70
Стерня озимих (5-6 см)	51	45	39
Ячмінь, просо, овес	50	47	42
Конопля	50	46	41
Горох	47	43	37
Однорічні трави	47	42	37
Цукровий буряк	47	42	-
Кормові коренеплоди	40	-	-
Гречка	39	35	31
Соняшник	37	34	-
Кукурудза	35	32	26
Картопля	32	28	25
Баштанні культури	14	-	-
Стерня гороху	10	9	8
Чорний пар	0	0	0

Таблиця 4.5. Коефіцієнти ґрунтозахисної ефективності агрофонів (Джос и др., 2000)

Агрофон	Коефіцієнт ґрунтозахисної ефективності
Багаторічні трави другого року використання	0,99
Озимі зернові	0,94
Ярі зернові	0,80
Горох, віка	0,75
Буряк, кукурудза на зерно і зелений корм, соняшник	0,15
Чорний пар	0

*Консервація земель.* Виведення ріллі з інтенсивного обробітку слід здійснювати на основі спеціально складених проектів для кожного господарства за таким загальним правилом: землі на схилах 3-5° використовуються під високоінтенсивні луки та сіножаті, землі на схилах 5-7° – під пасовища з поліпшеним травостоєм, а землі на схилах понад 7° – під суцільне заліснення (Наукові основи..., 2004). Крім того, треба проводити суцільне заліснення ділянок з генетично малорозвиненими та еродованими ґрунтами. Причому в районах із сильною та середньою небезпекою прояву ерозії площа ріллі не повинна бути більшою за площу екологічно стійких угідь.

Виведення ріллі з обробітку є досить складним і тривалим процесом і його слід здійснювати кількома етапами. На першому – вивести з обробітку землі на схилах понад 7°, де розміщені сильноеродовані ґрунти з наявністю глибоких промоїн та улоговин. Ці землі треба використовувати насамперед під суцільне заліснення. На них необхідно передбачити інженерні гідротехнічні заходи щодо відведення поверхневого стоку, в тому числі таких як терасування, водовідвідні, водоскидні та інші споруди, влаштування яких передбачає обов'язкові техніко-економічні розрахунки і обґрунтування.

У другу чергу виводять землі на схилах крутизною 5-7°, які передбачається використовувати під пасовища з поліпшеним травостоєм. Ці землі характеризуються високою ерозійною небезпекою внаслідок їхньої надзвичайної порізаності лінійною ерозією і не можуть використовуватись як орні. На них доцільно організовувати пасовища з нормованим випасом тварин на окремих ділянках.

Для підвищення продуктивності природних пасовищ на схилових землях висівають трав'яні сумішки з бобових (еспарцету піщаного чи гібридного, люцерни синьогібридної) в поєднанні зі злаковими (стоколосом безостим або житняком). Сівбу трав проводять навесні, коли ґрунт знаходиться у вологому стані. Норма висіву насіння залежить від біологічних особливостей трав і складу сумішки. Для парних травосумішок (одна бобова й одна злакова трава) на 1 га висівають бобові (еспарцет піщаний — 70 кг або еспарцет гібридний - 100-110 кг) та злакові (стоколос безостий або житняк - 12-16 кг). Для складних трав'яних сумішок висівають: еспарцету піщаного 60-70 кг, люцерни синьогібридної - 12-14, стоколосу безостого і житняку - 10-12 кг на 1 га.

На малопродуктивних пасовищах із розрідженим травостоєм проводять їх корінне поліпшення, яке полягає у двократному дискуванні пласта, проведенні боронування з подальшою сівбою сумішки багаторічних трав і коткуванням. Для запобігання розвитку ерозійних процесів на таких угіддях корінне поліпшення доцільно проводити смугами завширшки 20-40 м у напрямку горизонталей.

Для залуження днищ балок після двократного дискування або оранки на глибину 23-25 см з культивацією застосовують багатоконпонентну травосумішку із люцерни, еспарцету, стоколосу безостого, пирію кореневищного, житняку або райграсу. Норма висіву: люцерни – 10-12 кг, еспарцету – 50-60 кг, злакової культури – 12-14 кг на 1 га.

Землі на схилах 3-5°, як менш небезпечні в ерозійному відношенні порівняно з двома попередніми категоріями (5-7° і понад 7°), виводять з ріллі в третю чергу і використовують під інтенсивне травосіяння. У степових районах на них вирощують еспарцет піщаний або гібридний у поєднанні зі стоколосом безостим чи житняком.

Восени на цих ділянках (на схилах 3-5°) проводять зяблеву оранку на 23-25 см. Навесні виконують одну-дві культивації з боронуванням і сівбу багаторічних трав або травосумішок під покривну культуру (ячмінь чи овес), норму висіву яких для зменшення затінення сходів трав знижують на 20-25%.

Виведення схилених земель з ріллі під інтенсивне травосіяння, луки і пасовища, а також під суцільне заліснення дасть змогу значно зменшити ерозійні процеси і тим самим поліпшити умови екологічної рівноваги навколишнього середовища. Висів багаторічних трав, особливо бобових, забезпечить підвищення родючості колишніх еродованих ґрунтів та їхньої продуктивності, дасть можливість створити міцну кормову базу для тваринництва і всього сільськогосподарського виробництва.

Вищеназвані заходи з консервації земель потребують опрацювання проекту, де визначають стан і площі земель, які виводять з ріллі. Додають до проекту необхідні картографічні матеріали і технічне завдання. Крім того, як додаток, опрацьовують довгострокову програму розвитку господарства, де наведено робочі плани виробництва чи придбання насіння багаторічних трав для залуження, саджанців для суцільного заліснення і створення полезахисних смуг, а також подано основні показники змін у рослинництві й тваринництві, які між собою повинні бути тісно та гармонійно пов'язані. Особливу увагу в цій програмі приділяють системі захисту і відтворення родючості ґрунтів, що залишаються в інтенсивному обробітку.

Після фактичного виконання роботи складають акт, який затверджується державним землевпорядником району і є юридичною основою змін у земельному балансі господарства (Наукові основи..., 2004).

**Протиерозійна організація території** здійснюється у наступній послідовності: виділення груп земель з різним характером використання та охорони; розміщення водорегулюючих смуг, посилені гідротехнічними спорудами на межах переходів від однієї групи земель до іншої; розміщення сівозмін на виділених групах земель; розміщення полів сівозмін; розміщення лісосмуг в межах полів сівозмін; розміщення робочих ділянок всередині полів; розміщення мережі польових доріг та інших господарських об'єктів.

Додаткову інформацію про організаційно-господарські заходи з охорони ґрунтів від ерозії можна знайти в роботах (Белолипский, Шелякин, Зубов, 1987; Булигін, 2005; Методические рекомендации..., 1977; Предварительные

требования..., 1988; Рекомендації..., 1967; Технологія..., 2003; Шелякин, Белолипский, Головченко, 1990).

#### **4.2. Лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії**

Важливою частиною комплексу протиерозійних заходів є лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від ерозії.

Лісовим насадженням належить домінуюча роль у регулюванні та збереженні сприятливих параметрів довкілля й забезпеченні на цій основі сталого розвитку регіонів.

Основи майбутньої ефективності захисних лісових насаджень закладаються вже на етапі їх проектування та перенесення проекту в натуру. Від того, наскільки аргументованими будуть рішення проєктантів, залежить життєздатність та довговічність цих насаджень. При цьому необхідно використовувати найефективніші технології створення лісових насаджень для захисту різних об'єктів народногосподарського комплексу, оптимального їх розміщення на місцевості у відповідності до структури агроландшафтів та враховувати взаємозв'язок їх меліоративного впливу. Треба також урахувати й сучасні реалії в землекористуванні, можливості окремих господарств та індивідуальних господарів і закладати реальні планові завдання при впорядкуванні захисних лісових насаджень.

Існування та продуктивність лісів і захисних лісових насаджень визначають зовнішні чинники середовища – кліматичні, ґрунтові та біотичні. Ліс також впливає на них, сприяє формуванню своєрідних мікрокліматичних та ґрунтових умов не тільки у місцях свого розташування, але й на певній частині навколишньої території, що було названо Г.М. Висоцьким лісовою пертиненцією. На цих властивостях лісових насаджень базується можливість активного втручання людини у зміну умов росту рослин на сільськогосподарських ланах та запобігання процесам водної і вітрової ерозії ґрунту. Знання взаємозв'язків між лісом та зовнішніми чинниками середовища і

врахування цих взаємовідносин дозволяють вирощувати найефективніші захисні лісові насадження, які сприяють підвищенню продуктивності польових угідь та розвитку сільськогосподарського виробництва.

Лісові насадження сучасних агроландшафтів виконують низку меліоративних та захисних функцій, однак в залежності від основного призначення та цільової функції захисні лісові насадження об'єднують у такі основні групи:

- *полезахисні лісосмуги*, які затримують і розподіляють сніг, підвищують вологість ґрунту, зменшують випаровування вологи, перешкоджають розвіюванню ґрунту вітром, охороняють від пилових (чорних) бур, поліпшують мікроклімат, запобігають формуванню поверхневого стоку зливових і снігових вод, захищають сільськогосподарські культури від посухи та суховіїв, підвищують урожай;

- *водорегулюючі (стокорегулюючі) лісосмуги* на схилових землях, які затримують і регулюють поверхневий стік, перешкоджають змиву і розмиву ґрунту, підвищують вологість ґрунту і врожай сільськогосподарських культур;

- *прибалкові лісосмуги, прияружні лісосмуги*, а також *яружно-балкові лісові насадження*, котрі затримують стік, скріплюють ґрунт, перешкоджають розмиву і сприяють господарському використанню малопродуктивних земель;

- *державні лісосмуги*, які затримують сніг, регулюють поверхневий стік і поліпшують гідрологічні та кліматичні умови місцевості;

- *лісосмуги уздовж рік і навколо водосховищ*, а також *насадження навколо ставків*, які захищають їх від замулення, зміцнюють береги, поліпшуючи використання вод місцевого стоку й умови риборозведення;

- *лісові насадження уздовж зрошувальних і скидних каналів та на інших ділянках зрошуваних земель*, які скорочують втрати води від випаровування, захищають ґрунт від вторинного засолення, охороняють сільськогосподарські культури від суховіїв, а канали від засипання дрібноземом і сухими залишками бур'янистої рослинності;

- масивні, смугові, кулісні та колкові лісові насадження на пісках, які захищають їх від розвівання вітром і сприяють раціональному господарському використанню піщаних земель;

- смугові та куртинні лісові насадження на пасовищах, навколо тваринницьких ферм і в місцях відпочинку худоби, які підвищують продуктивність пасовищ, сприяють раціональному використанню їх, захищають тварин від літньої спеки і зимової холоднечі;

- лісові насадження уздовж залізничних і автомобільних шляхів, які захищають їх від снігу, піску й інших несприятливих впливів;

- захисні та декоративні лісові насадження в населених пунктах і навколо них, а також на польових станах і в місцях відпочинку громадян.

- захисні лісові насадження, що є об'єктами національної екологічної мережі;

- захисні насадження буферних зон національних парків, заказників тощо.

Відомо, що зазначені вище функції захисних насаджень на основі їх основного призначення не відображають той широкий позитивний поліфункціональний ефект, які вони спричиняють на довкілля, на економічне та соціальне становище територій, особливо у посушливих степових умовах.

Захисні лісові насадження повинні проектуватися так, щоб кожна група їх відповідала своєму основному функціональному призначенню, а в комплексі вони впливали на території агропідприємства, декількох господарств і цілих районів у залежності від площі їхнього меліоративного впливу. Вони проектуються землевпорядними і спеціалізованими проектними організаціями.

*Полезахисні лісосмуги* на плоских вододілах і схилах до 1,5-2,0° розміщують, як правило, у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Подовжньо, як і довгі сторони полів сівозмін, поперек найшкідливіших вітрів, що панують у даній місцевості, розташовують основні смуги, а впоперек (переважно перпендикулярно подовжнім лісосмугам) для захисту полів від вітрів інших напрямків – допоміжні. Не зважаючи на переважне кліматорегулювальне значення полезахисних лісосмуг, вони виконують і



важливі стокорегулювальні функції, оскільки рівномірно розподіляють сніг на полях сівозмін, в залежності від довжини схилу привододільного земельного фонду вони істотно впливають на поверхневий стік і забезпечують його безпечний транзит до присіткових схилів та гідрографічної мережі (більш детальна інформація про полезахисні лісосмуги представлена у підрозділі 5.2 даної роботи).

На схилах понад  $2^\circ$  поля сівозмін довгою стороною розташовують поперек схилів. У цьому випадку *водорегулюючі (протиерозійні) лісосмуги* розміщують по повздовжніх межах полів сівозмін, тобто поперек схилів, а при наявності великих полів – й усередині них. Поперечні смуги пристосовуються до напрямків горизонталей і природних меж.

На схилах до  $4^\circ$  відстані між подовжніми водорегулюючими смугами не повинні перевищувати: на сірих лісових ґрунтах і опідзолених чорноземах – 350 м, на вилужених, звичайних і південних чорноземах – 400 м, на каштанових ґрунтах – 300 м; на схилах крутіше  $4^\circ$  відстані між лісосмугами зменшують до 200 м на всіх типах ґрунтів. На довгих схилах опуклої форми, у зоні переходу меншої крутості до більшої, закладають спеціальні смуги, незалежно від того, у польовій чи у ґрунтозахисній сівозміні використовується нижня частина схилу.

Залежно від рельєфу, ґрунтово-геологічних, кліматичних і господарських умов, протиерозійні лісові насадження мають бути неоднаковими як за цільовим призначенням і структурою, так і за розташуванням на еродованій території. Вони тією чи іншою мірою мають виконувати такі основні захисні функції: розсіювати концентровані струмки поверхневого стоку й зменшувати їх швидкість; перетворювати поверхневий стік у ґрунтовий; скріплювати ґрунт і підґрунтя своїми кореневими системами.

Отже, протиерозійні насадження мають скорочувати і навіть зовсім зупиняти процеси лінійної та площинної ерозії як на площі під ними, так і на території сільськогосподарських угідь, розташованих поруч.

Кожному протиерозійному насадженню тією чи іншою мірою властиві згадані вище основні функції. Якщо насадження перетворює поверхневий стік у ґрунтовий, то його відносять до категорії водопоглинаючих; у випадках, коли переважає властивість розпилення та зменшення швидкості стоку, – до водорегулюючих; якщо ж головною властивістю буде скріплення ґрунту, – до ґрунтозахисних.

*Водопоглинаючі (водорегулюючі) лісові смуги* призначені для затримання поверхневого стоку, що надходить до них, та перетворення його у підґрунтовий. Широкі водопоглинаючі лісові смуги створюють на довгих схилах випуклого профілю. Там їх розміщують по межі між польовою і ґрунтозахисною сівозмінами.

Водопоглинаюча лісова смуга має бути складною за формою й змішаною за складом з наявністю підліску. Ширину її визначають кількістю води, яка стікає до неї в період сніготанення.

У зв'язку з тим, що водопоглинаюча лісова смуга є перепорою на шляху пересування поверхневих вод, то її напрям пов'язують з рельєфом схилу. Однак пристосовувати повністю не доцільно, тому що це може викликати нерівномірне навантаження смуги поверхневим стоком і зменшити ефективність її меліоративного впливу. Найчастіше це спостерігається тоді, коли напрям горизонталі не збігається з напрямом бровки гідрографічної сітки.

Водопоглинаючі смуги доцільно створювати за лісосадовим типом. По краю таких смуг вводять лісові, а в середній частині – плодові породи. Водорегулюючі лісові смуги призначені для розпилення та зменшення швидкості поверхневого стоку, а також припинення змиву ґрунту на схилах, розташованих із нижнього боку смуг. Крім цього, вони мають затримувати сніг і речовини твердого стоку та поліпшувати мікрокліматичні та ґрунтові умови на схилах.

На водозборі із ввігнутих профілем водорегулюючі лісові смуги створюють у напрямі горизонталей додатково до водопоглинаючих на прибалковому фонді.

Поверхня ґрунту під наметом водорегулюючих смуг має бути нерівною. Цього можна домогтися введенням до складу деревних лісових порід великої кількості чагарників. Із зростанням загрози змиву ґрунту на схилі кількість чагарників збільшують до 50-75 %. Узлісся водорегулюючих смуг насичують гіллястими чагарниками. Для посилення водорегулюючої дії смуг, розташованих упоперек схилу, створюють біля їх нижнього краю та впоперек улоговин вали-канави.

*Прибалкові та прияружні лісові смуги*, загальними функціями яких є збереження снігового покриву на прибалкових схилах, регулювання стоку талих і зливових вод, перетворення поверхневого стоку в підґрунтовий, виконують також і специфічні функції. Прибалкові лісові смуги – регулюванням товщини снігового покриву мають забезпечувати сприятливий водний режим на схилах гідрографічної сітки. Це дуже важливо, якщо такі схили використовують під сади або сіножаті. Прияружні лісові смуги не тільки зменшують інтенсивне руйнування схилів яру, але також сприяють швидкому залісенню їх природним шляхом.

Ці специфічні властивості лісових насаджень тісно пов'язані з характером їх розташування на площі, конструкцією та асортиментом порід.

Система обробітку ґрунту для створення протиерозійних насаджень полягає в наступному:

а) для прияружних і прибалкових смуг та для інших насаджень на схилах до 5° на незмитих і слабозмитих ґрунтах підготовка ґрунту така ж сама, що й для полезахисних лісосмуг;

б) на схилах із середньо- і сильнозмитими ґрунтами орють на глибину гумусового горизонту із дозаглибленням ґрунтозаглиблювача до 35 см;

в) на схилах крутіших за 5°, у залежності від місцезростання, крутизни схилів та ступеню змиву, ґрунт орють смугами, наораними та горизонтальними (врізаними) терасами, борознами та площадками, а в окремих випадках – залісення виконують без попереднього готування ґрунту.

Для вирощування протиерозійних лісових насаджень застосовують асортимент деревних і чагарникових порід, який рекомендується для захисних лісових насаджень тієї чи іншої зони. На сильнозмитих, а в деяких випадках і на середньозмитих ґрунтах, у протиерозійні лісові насадження не слід вводити ясен, клени (гостролистий і польовий), в'яз звичайний, дуб.

У зоні Сухого Степу на схилах, які використовуються під косовиці та пасовища, чагарникові куліси створюють зі смородини золотавої, ірги звичайної і маслинки вузьколистої.

У прияружних і прибалкових лісосмугах породи розміщують чистими рядами з чергуванням головних і супутніх деревних порід; чагарники висаджують в узлісних рядах (у більш широких смугах (20-30 м) у середину насадження вводять додатково по 1-2 ряди чагарників).

У прияружних і прибалкових смугах перші один-два ряди від брівки займають коренепаростковими породами: тополею білою, тереном, вишнею, бузком, білою акацією.

У Лісостепу і Північному Степу на прибалкових ділянках із кращими умовами росту (схили західної і північно-західної експозицій із незмитими і зі слабозмитими ґрунтами) допускається створення зерняткових і кісточкових плодкових насаджень із культурних сортів, із лісовим узліссям з двох-трьох рядів швидкоростучих лісових порід.

Відстань між плодовими деревами в ряду 4,5 м, між рядами – 6 м. Плодові чагарники (як тимчасові рослини) розміщують у середині міжрядь плодкових дерев. Відстань між ягідниками в ряду 1,0 м.

У крайніх рядах із боку балки висаджують коренепаросткові кісточкові породи (вишня), які розміщують через 3 м у ряду і між рядами.

При створенні прибалкових і прияружних лісосмуг та інших насаджень на крутих схилах необхідно (на ділянках, небезпечних в ерозійному відношенні) застосовувати розпилувачі стоку.

Закріплюють діючі яри шляхом залісення в сполученні з найпростішими гідротехнічними водозатримуючими валами, водовідвідними каналами,

загатами й ін. Найбільш простий спосіб закріплення вершин берегів ярів – відвід стоку на нерозмивні ділянки берегів чи схилів.

Якщо спостерігається сильний розмив яружно-балкових систем, що загрожує цінним об'єктам, закріплення проводять по спеціальних проектах.

Одночасно із закріпленням вершин проводять заліснення ярів. У берегових і схилових ярах заліснюють дно і нижні, а інколи й середні ділянки відкосів, переважно тіньових експозицій. На ділянках, відведених для заліснення, саджають сіянці (групами) або по частково обробленому ґрунті сіють жолуді.

При залісненні дна широких донних ярів по водотоку дерев і чагарників не висаджують, щоб могли вільно текти талі та дощові води.

У незадернованих розмивах (яри) висівають насіння білої акації і клена ясенелистого (у їх ареалах) восени або ранньою весною по снігу, що тане.

Для надійного заліснення одного погонного кілометра ярів висівають 10-15 кг насіння клена ясенелистого чи 1,5-2 кг білої акації.

На крутих схилах і на берегах балок заліснення проводять по частково обробленому у вигляді смуг або терас ґрунті.

На схилах крутістю 10-15° застосовують наоране терасування. Будівництво наораних терас виконують багаторазово, переорюючи їх поперек схилу і відвалюючи шар ґрунту убік ухилу. Основний обробіток ґрунту забезпечують одночасно з утворенням терас.

На схилах понад 15° будівництво горизонтальних терас проводять терасерами чи бульдозерами. Обробляють ґрунт на терасах і смугах одночасно з їхнім будівництвом чи слідом за ним. Горизонтальні тераси обробляють розпушувачами чи плугами без відвалів. Тераси і смуги до садіння утримують у пухкому та чистому від бур'янів стані.

Глибина обробітку ґрунту в районах Лісостепу 25-27 см, а у степових районах із додатковим поглибленням до 35 см.

На терасах садіння і догляд за ґрунтом після садіння здійснюють механізовано. На невеликих ділянках крутих схилів, берегах балок чи укосах

ярів, де механізацію неможливо застосувати, ґрунт для сіяння і садіння лісу обробляють у вигляді площадок.

У районах Лісостепу на слабо задернованих берегах площадки готують розміром 0,5-1 м<sup>2</sup> і саджають на кожному по 5 сіянців. Відстань між центрами площадок складає 2-3 м.

На сильно задернованих ділянках готують площадки розміром 2×1 м (600 площадок на 1 га), на кожному з них висаджують 9-15 сіянців.

При вирощуванні дуба на кожному майданчику розміром 1 м<sup>2</sup> і більше висівають 30-35 пророслих жолудів.

У районах центрального Лісостепу, у добрих умовах зволоження, як виняток, дуб можна вирощувати без обробітку ґрунту чи з його частковою підготовкою і без догляду. Сіяння проводять групами чи в лунки, у ряд під лопату. На задернованих ділянках жолуді висівають у попередньо оброблені лунки. Випас худоби на засіяних ділянках забороняють.

*Прирічкові лісові смуги.* Прирічкові лісові смуги є складовою частиною системи лісових насаджень на річковому водозборі. Їх розміщують на присіткових схилах уздовж чіткої бровки корінного берега річкової долини. За своїми гідрологічними функціями вони є нижніми головними водорегулюючими смугами на міжбалкових водозборах. Від подібних до них прибалкових смуг, прирічкові відрізняються тим, що знаходячись на площі з відкритим поверхневим стоком із водозбору в річкову долину, несуть особливо велике гідрологічне навантаження. Вони не лише захищають корінні береги від розмиву, але й затримують біогенні та хімічні сполуки, які надходять із поверхневим стоком із водозбору.

Ширина прирічкових лісових смуг встановлюється з урахуванням протяжності та ухилу водозбірних схилів, ступеня еродованості корінного берега річкової долини, а також обсягу виносу із водозбору продуктів ерозії ґрунту та інгредієнтів. При довжині схилів водозбору понад як 500 м і середній ураженості корінного берега ярами (0,9-3,5 га/км<sup>2</sup>) ширина прирічкової лісової смуги становить 15 м, при сильній ураженості (3,5-14,0 га/км<sup>2</sup>) – 15-17 м, а при

дуже сильній (більше 14 га/км<sup>2</sup>) – 17-21 м і більше. Максимальну ширину вони повинні мати на дуже розмитих присіткових схилах, де досить чітко визначена бровка їх переходу в корінний берег річкової долини (крутизна більше як 12°), а також на ділянках, із яких надходять у річкову долину продукти її замулювання.

На присіткових схилах, які поступово переходять у корінні береги річкових долин і не піддаються інтенсивній ерозії, прирічкові лісові смуги не створюють, а їх функції передаються верхнім береговим лісовим насадженням.

У місцях перетину прирічкових лісових смуг водовідвідними улоговинами їх ширину збільшують до 30-50 м. При дуже великому розчленуванні корінних берегів глибокими ярами на дрібноконтурні ділянки безпосередньо на присітковому схилі застосовують прирічкові насадження гайкового типу. Для підвищення меліоративної дії прирічкових лісових смуг їх посилюють гідротехнічними спорудами – стокорозпилювачами, водозатримуючими та водовідвідними валами.

За місцем розташування лісомеліоративні насадження верхніх ланок гідрографічної мережі поділяються на улоговинні, лощинні, яружно-балкові. Вони поділяються також за своїми меліоративними функціями, структурою та іншими ознаками.

*Лісові насадження улоговинно-лощинних ланок гідрографічної мережі.* Верхні ланки гідрографічної мережі є основними площами транзиту вже концентрованих зливових і снігових вод з водозбору в річкову долину. Вони різняться за своїми параметрами та гідрологічними особливостями, що зумовлює вибір і розміщення на них лісових меліоративних насаджень. Лісові насадження, які створюють в улоговинних та лощинних ланках, повинні зменшувати швидкість та потужність транспортування концентрованих водних потоків із водозбору, попереджувати процеси розмивання ґрунту в ложах тимчасових водотоків, затримувати продукти ерозії, захищати гідротехнічні споруди від руйнування зливовими та сніговими водами; сприяти переведенню поверхневого стоку в підземний.

Стокореґулюючі улоговинні насадження проектують у великих за розмірами (глибина до 1,5 м) та витратами концентрованого поверхневого стоку (площа водозбору до 3 га) улоговинах, які знаходяться у межах земель присіткового фонду. Їх створюють у вигляді смуг та куртин як самостійно, так і в комплексі з іншими меліоративними заходами, травостанами, земляними та дерев'яними гідротехнічними спорудами.

У структурному відношенні смугові насадження являють собою мулофільтри, які складаються з двох частин: кольматуючої та вітрореґулюючої. Кольматуючу їх частину формують по дну улоговин за схемою мулофільтру з одних чагарників, а вітрореґулюючі – з вітроломних деревних смуг по обидва боки улоговини уздовж її бровки. Для створення мулофільтру використовують переважно чагарникові верби, які розміщують 0,5×0,5 або 0,7×0,7 м. Чагарники повинні бути достатньо стійкими до замулювання та оголення корневих систем. Ширину мулофільтру пов'язують із рівнем потоків під час злив та весняного сніготанення. Вітроломну частину формують із швидкорослих дерев, переважно тополі. Смуги створюють 2-рядні з розміщенням дерев 2,5×1,5 м. В окремих випадках водореґулюючі улоговинні насадження застосовують у вигляді куртин із різним співвідношенням дерев та чагарників.

*Лісові насадження на яружно-балковій мережі.* При проектуванні ґрунтоводоохоронних комплексів для річкових басейнів слід урахувувати, що максимальне стокове навантаження припадає на донні та берегові місцеположення яружно-балкової мережі. Із них у річкову долину надходять понад 80 % загального польового стоку, в той час, як через корінні береги річкових долин у заплаву попадає лише 20 %. Для виконання завдань щодо реґулювання та поглинення поверхневого стоку безпосередньо в балковій ланці гідрографічної мережі, остання повинна в середньому мати лісистість близько 60 %.

Усі види лісових насаджень на об'єктах меліоративно-господарського освоєння за своїм цільовим призначенням поєднуються у меліоративну, господарську та змішану групи. До меліоративної групи відносять насадження,



які разом з іншими меліоративними заходами будуть запобігати подальшому руйнуванню ерозією яружно-балкових земель, створювати сприятливі умови для послідуєчого господарського використання. Ця група насаджень повинна бути постійним елементом протиерозійного комплексу.

До господарської групи включаються різноманітні насадження, які будуть забезпечувати високу ефективність використання цих малоприсадибних для сільського господарства земель за рахунок вирощування цінної деревини, технічної і лікарської сировини, плодів та ягід; створення кормових угідь для бджільництва та дикої фауни, реміз, рекреаційних зон із водоймищами та інше. Група змішаних за своїм призначенням насаджень повинна складатись із дерев і чагарників, які мають певні меліоративні властивості і в той же час присадибні для господарського використання. Часткова участь різних за цільовим призначенням груп лісових насаджень і принципи їх розміщення в кожному конкретному випадку визначається, відповідно до складу та стану об'єкту.

Меліоративна група лісових насаджень застосовується з метою скріплення підґрунтя, застереження процесів змиву ґрунту, поглинання поверхневого стоку та забруднюючих речовин, затримання твердої частини стоку, затінювання ярів, стабілізації природного заростання та залучення їх до більш активного господарського використання. Насадження створюють на ділянках, де береги балок досить розмиті й практично не використовуються в сільськогосподарському виробництві. Меліоративну групу формують із лісових смуг, куртин і масивів, які розміщують на гідрографічному (берегові, донні насадження) і частково на присітковому (схиліві насадження) земельних фондах. За переважаючими меліоративними функціями вони можуть бути водорегулюючими (сніго- та стокорегулюючими), ґрунтозахисними, руслозахисними, зсувозакріплюючими, кольматуючими. З урахуванням визначених для них меліоративних функцій визначають асортимент порід і схеми їх змішування, форму насаджень, способи розміщення на площі освоєння тощо. У всіх випадках застосування насаджень цієї групи слід дотримуватися

принципу – досягнення максимального меліоративного ефекту при мінімальному використанні цінних земель для їх розміщення.

Визначення складу й обсягу робіт із меліорації та господарського використання малопродуктивних земель присіткового та гідрографічного фондів проводиться на основі вивчення цих земель у природі і з урахуванням ґрунтово-гідрологічних умов, крутизни схилів та інших показників. Практично це здійснюється відповідно до класифікації земель на категорії меліоративно-господарських площ, де визначено часткове співвідношення категорій площ на балкових мережах середнього ступеню ураження ярами, їх лісорослинні умови та необхідні заходи.

На берегах яружно-балкової мережі розміщують переважно ґрунтозахисні лісові насадження. Поряд із меліоративними функціями їм надають і інші (господарчі, санітарно-гігієнічні, естетичні). У залежності від основної та супутньої функцій таких насаджень, лісорослинних умов ділянок, технології їх створення застосовують різні схеми змішування деревних і чагарникових порід.

На похилих (до 7°) берегах балок у типі лісорослинних умов С<sub>1</sub> обробіток ґрунту проводиться тракторними смугами шириною 20 м (через 20 м). Застосовують таку схему змішування порід із їх розміщенням 2,5×0,75 м.

Г - Г - Г - Г

Г - Г - Г - Г

Сп - Ч - Сп - Ч

Г – головна порода (в'яз), Сп – супутня порода (груша лісова), Ч – чагарник (жимолость татарська).

На берегах різної експозиції крутизною 7-12° із переважанням площ слабозмитих суглинкових ґрунтів на лесових породах застосовують деревно-тіньовий тип змішування із головними породами сосною звичайною і дубом звичайним та супутньою – липою серцелистою з їх розміщенням 1,5×0,75 м.

С - С - С - С

Сп - Сп - Сп - Сп

Д - Д - Д - Д

Сп - Сп - Сп - Сп

С – головна порода (сосна звичайна), Д – головна порода (дуб звичайний), Сп – супутня порода (липа серцелиста).

На берегах північної і східної експозиції в типах умов місцезростання С<sub>2</sub> і СД<sub>2</sub> замість сосни і дуба застосовують модрину європейську.

На ділянках із підвищеним ерозійним потенціалом, а також при різноцільовому застосуванні насаджень на таких елементах рельєфу схеми змішування порід складають за деревно-чагарниковим типом із включенням ягідних, лікарських, технічних та інших чагарників (обліпихи, шипшини, смородини золотистої, скумпії, глоду) із їх розміщенням 1,5×0,5-0,75 м.

На берегах крутизною до 12° різної експозиції з перевагою середньо- і сильнозмитих ґрунтів захисні лісові насадження створюють за комбінованим та деревно-чагарниковим типом змішування порід із їх розміщенням 1,5×0,5-0,75 м.

Схема комбінованого типу

Г - Г - Г - Г

Сп - Ч - Сп - Ч

Г - Г - Г - Г

Ч - Сп - Ч - Сп

Схема деревно-чагарникового типу

Г - Г - Г - Г

Ч - Ч - Ч - Ч

Г - Г - Г - Г

Ч - Ч - Ч - Ч

Г – головна порода (сосна звичайна, дуб звичайний), Сп – супутня порода (клен гостролистий, липа серцелиста), Ч – чагарник.

На суглинкових ґрунтах головною породою виступає дуб звичайний, на темно-сірих лісових ґрунтах – сосна звичайна. На берегах північної і західної експозиції застосовують деревно-чагарниковий тип змішування порід.

На берегах крутизною 13-27° із наявністю слабозмитих ґрунтів застосовують деревно-чагарниковий тип змішування. Сосну вводять у насадження як супутню породу з метою прискорення формування лісового середовища. Породи висаджують на полотні наорюваних терас (шириною до 2-3 м) рядами. Деревні породи в рядах змішуються із чагарниками на відстані 0,5 м.

На ділянках, де переважають середньо і сильнозмиті ґрунти, насадження створюють за деревно-тіньовим типом змішування порід. Головною породою у цій схемі використовують сосну звичайну, а супутньою – липу серцелисту.

На ділянках із більш сприятливими лісорослинними умовами (C<sub>2</sub>) до складу насаджень вводять клен гостролистий, грушу, яблуню, явір, ліщину й інші чагарники. На бідних сухих позиціях як головну породу застосовують сосну австрійську. У цій схемі як супутня порода може бути використаний граб звичайний.

На берегах балок крутизною до 25° із лісорослинними умовами D<sub>0</sub>, D<sub>1</sub>, де ґрунт готується шляхом механізованого створення площадок (910 шт. на 1 га), застосовують схему змішування порід площадками. Групи площадок (по 3 шт.) розміщують за схемою 5×4 м. Площадки із головними породами (дуб звичайний) у рядах чергують з площадками, на яких супутню породу (клен гостролистий) змішують із чагарником (ліщиною звичайною).

По дну балок із лісорослинними умовами D<sub>2-3</sub> ґрунт під садіння лісових культур готують площадками розміром 1×1 м. Площадки розміщують рядами через 2,5 м, а в рядах – через 2,0 м між їх центрами. На кожній площадці висаджують одну породу – деревну (тополю білу) або чагарникову (каліну звичайну, смородину чорну – по 2-3 рослини) породу. У рядах площадки з деревними і чагарниковими породами змішуються за різними схемами в залежності від структури майбутнього насадження.

У сприятливих лісорослинних умовах dna балок асортимент порід може бути збільшений за рахунок верби білої, а з чагарників – верби червоної, козячої, корзинкової та ін. Найбільш перспективні з видів тополь – канадська,

берлінська, сіра. Їх розміщують як окремо, так і сумісно з вільхою сірою, робінією звичайною. Вербу білу висаджують невеличкими групами або окремими рядами в найбільш зволжених місцях, переважно на витоках.

На балкових мережах, які мають широку донну частину, лісові смуги – мулофільтри створюють шириною 10-15 м. Їх чергують із смугами залуження шириною 10-20 м, які розміщують поперек дна балки.

На ділянках із чітко визначеним руслом водотоку та наявністю там перепадів насадження – мулофільтри поєднують із хворостяними загатами або мікродамбами із кам'яних накидів. Після замулення днища перепадів на них садять поперек водотоків чагарникові верби. Живці розміщують 1,0×0,5 м.

На берегах гідрографічної сітки, які розчленовані глибокими (до 5 м) промоїнами та ярами, проводять роботи з їх корінної меліорації, яка здійснюється шляхом виположення укосів ярів до 12°, або підсипкою їх пухкими ґрунтом. При цьому засипання ярів здійснюють по поперечному їх перетину (до 25 м<sup>2</sup>). При більших параметрах укоси ярів виположують і одночасно їх дно закріплюють загатами.

На дуже еродованих берегах балок з'єднання окремих дрібних ділянок у суцільні масиви створює умови для використання машин і знарядь на лісокультурних роботах; спрощує конфігурацію спільних меж ділянок; вирівнює лісорослинні умови на ділянках; прискорює формування захисного рослинного покриву; скорочує витрати ручної праці на проведенні лісомеліоративних робіт.

Якісне виконання лісомеліоративних робіт залежить від попереднього визначення садівних місць, особливо тих, які впливають на поверхневий стік та механізацію лісокультурних робіт виїмково-насипних і технологічних терас, лісокультурних площадок із повздовжнім терасоподібним профілем та ін.

При виконанні лісомеліоративних заходів на берегах гідрографічної мережі, де переважають малопотужні, сухі кам'янисті ґрунти, необхідно виконувати заходи щодо додаткового зволоження їх поверхневого шару ґрунту та підґрунтя у садівних місцях.

В окремих випадках додаткове зволоження шару ґрунту, який штучно сформовано в садівних місцях, досягається також шляхом затримання поверхневого стоку безпосередньо на поверхні самих лісокультурних площадок, які мають зворотній ухил понад  $8^\circ$  та підведенням його до рослин за допомогою водоспрямовуючих валиків.

*Лісові насадження річкових долин і заплав.* Лісові насадження річкових долин є складовою частиною ґрунтоводоохоронних її комплексів. Їх застосовують із метою регулювання паводкового річкового стоку, захисту елементів річкових долин від руйнування зливовими та паводковими водами, захисту витоків і річкових вод від забруднення, а заплавних земель – від розмивання та замулення. Склад, параметри, структура цих насаджень, їх розміщення, необхідна площа та інше визначається багатьма чинниками й умовами:

- зональним місцем розташуванням річкових басейнів;
- геоморфологічною будовою;
- морфометричними і гідрологічними особливостями;
- наявністю та характером геодинамічних і руслових процесів;
- характером господарського використання земель та водних ресурсів.

За меліоративними функціями і розташуванням у річкових долинах лісові насадження поділяються на привитокові, берегові та заплавні.

Витоки річок у рівнинній місцевості мають вигляд заболочених місцевостей, в умовах пересіченого рельєфу – джерел, які витікають біля підніжжя корінних берегів балок та річкових долин, а в заплаві – виходами (ключами) на поверхню паводкових вод, котрі накопичуються в піщаних відкладах річкових терас.

Структура привитокових насаджень розробляється окремо для основної річки та річок-приток, що закінчуються переважно в гирлах балок. Довжину привитокових лісових насаджень установлюють у залежності від частини річки (витокова, верхня, середня, гирлова (нижня)), стану та форми руслових берегів. При визначенні довжини привитокових насаджень ураховують також зональні

особливості коливань мокрої частини русел водотоків, що пов'язано з гідрологічним режимом місцевості. У межень мокра частина русла водотоку зменшується в Лісостепу на 10-12 км, а в Степу на 20-25 км, що зумовлено їх пересиханням. У цій частині витоків струмків ширина лісових смуг устанавлюється мінімальною – 6-12 м.

Навколо джерел та боліт створюють *куртинні та масивні захисні насадження* площею до 3 га. Ширина їх з обох боків водотоків устанавлюється по 50 м, а довжина – до 3 км (250 м – вище джерела, болота).

*Привитокові лісові смуги* створюють двох-трьохярусними за деревно-чагарниковим типом. Густи́й підлісок (до 40-50 %) із чагарників у таких насадженнях виконує роль мулофільтрів, а колючі чагарники по узліссю – захищають від пошкоджень джерел і струмків. Нижче за течією струмків привитокові лісові насадження перетворюються в прирусові лісові смуги.

У привитокових насадженнях на ділянках із ґрунтовими водами на глибині 2-3 м як головну породу використовують дуб звичайний, березу повислу, сосну звичайну, ясен звичайний, а як супутні – липу серцелисту, клен гостролистий, грушу лісову. Із чагарників застосовують ліщину звичайну, жимолость татарську, свидину та ін. На ділянках, де ґрунтові води знаходяться на глибині менше 2-3 м, для створення привитокових насаджень використовують вологолюбні породи – тополю білу та бальзамічну, вербу білу, вільху чорну, горобину звичайну та круглолисту, черемху, смородину чорну. В узлісних рядах насаджень розміщують колючі чагарники – глід звичайний, терен, шипшину, маслинку вузьколисту та ін.

Детальну інформацію про асортимент деревних і чагарникових порід для створення лісових смуг різних груп наведено у додатку Г.

**Догляд за насадженнями.** Після того, як крони протиерозійних насаджень зімкнуться, починають рубки догляду (Довідник агронома..., 1985). При цьому видаляють сухі, усихаючі, дуже пошкоджені та відстаючі в рості дерева, а також провадять оновлювальну рубку чагарників. У широких прибалкових та прияружних смугах, лісівницькі заходи, включаючи перший

догляд за дубом, спочатку роблять на одній поздовжній половині, а через 2-3 роки – на другій. У вузьких смугах догляд здійснюють за один прийом, при цьому ряд узлісся залишають незайманим і доглядають за ним окремо – раніше або пізніше. Догляд починають у період опадання листя і закінчують на початку весни.

Лісівничі заходи з догляду за лісонасадженнями мають особливості в залежності від стану насаджень (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6. Лісівничі заходи з догляду за лісонасадженнями в залежності від їх стану (Рекомендации по защите..., 1970)

<i>Стан насаджень</i>	<i>Заходи догляду</i>
1. Затінення дубу деревними і чагарником	Вирубка деревних порід і чагарників, затінюючих дуб
2. Загущеність деревостану, чітка диференціація дерев. Слабке кушення та зростання чагарників	Проріджування деревних порід
3. Зайве розростання та загущення або застарілість чагарників	Посадка їх на пень з метою тимчасового послаблення або омолодження
4. Заражені, хворі, пошкоджені та усихаючі дерева	Вирубка цих дерев
5. Слабе кушення в перші роки та переростання узлісних чагарників у кущеподібні деревця та застарілість у подальшому	Посадка на пень з метою посилення кушення, підтримання потрібної форми та омолодження

Додаткову інформацію про догляд за лісонасадженнями можна знайти в роботі (Рекомендации по защите..., 1970) та ін.

У масивних та ділянкових насадженнях лісівницькі догляди провадять за відповідними інструкціями та рекомендаціями (Правила рубок..., 1980; Правила рубок..., 1983).

Про особливості підготовки ґрунту під посадку лісонасаджень та догляд за ґрунтом у лісонасадженнях більш докладно сказано у роботах (Рекомендації..., 1967; Рекомендации по защите..., 1970).



Для покращення лісорослинних умов і більшого затримання поверхневого стоку протиерозійні лісосмуги створюють у поєднанні з водоутримуючими валами і валами-канавами (Почвы Украины..., 1988).

Під час проектування та створення протиерозійних лісосмуг слід мати на увазі, що лісосмуги за певних умов можуть сприяти періодичному перезволоженню ґрунтів (уздовж верхнього узлісся лісосмуг) і, як наслідок, утворенню мочаристих ґрунтів, що негативно відображається на агрономічній якості ґрунтового покриву (Агроландшафтні основи..., 2008). Відбувається це завдяки тому, що біля верхнього узлісся лісосмуг поступово наорюється невеличкий вал, який, під час злив або сніготанення, призводить до утворення ставочки, що власне і створює умови перезволоження ґрунтів. Звідси, на відповідних ділянках слід застосовувати упереджувальні заходи: ліквідувати наорювання у лісосмугах, застосовувати заходи із підвищення випаровування з поверхні ґрунту, проводити глибоке розпушення ґрунту, застосовувати крото-щілинний дренаж та інші прийоми для відведення стоку (Агроландшафтні основи..., 2008).

**Визначення санітарного стану насаджень.** У процесі агролісомеліоративного обстеження насаджень проводять визначення їх санітарного стану та виявляють осередки небезпечних шкідників і хвороб із метою проектування заходів щодо оздоровлення насаджень.

Обстеження проводять за шкалою категорій стану:

I – здорові дерева – без зовнішніх ознак послаблення;

II – послаблені дерева зі слабо ажурною кроною, скороченим приростом або пошкодженням до 1/3 загальної кількості у листя або хвої (об'їдена, обпечена), всиханням окремих гілок, пошкодженням окремих кореневих лап або невеликим місцевим відмиранням стовбура;

III – сильно послаблені дерева з ажурною кроною, сильно скороченим приростом або без нього, з пошкодженням та всиханням до 2/3 листя та хвої (гілок), із сухою верхівкою, з механічним пошкодженням кореневих лап та стовбура;

IV – усихаючі дерева з сильно ажурною кроною, пошкодженням більше 2/3 листя та хвої, з сухою кроною, а також і, що мають у комлевій частині стовбура ознаки заселення стовбуровими шкідниками;

V – свіжий сухостій: дерева, які всохли в поточному році;

VI – старий сухостій: дерева, які всохли в минулі роки. Вітровал або бурелом незаселений, заселений, пошкоджений шкідниками.

**Сучасне лісомеліоративне районування території України за інтенсивністю прояву водної та вітрової ерозії.** В основі сучасного лісомеліоративного районування України за інтенсивністю прояву водної та вітрової ерозії лежить поділ території на лісомеліоративні області, підобласті і райони за фізико-географічними умовами та меліоративно-екологічною напруженістю території.

З огляду на сучасний стан агроландшафтів України, сформований під дією комплексу природних факторів, можна оцінити реальну обстановку і визначити меліоративно-екологічну напруженість території (сільськогосподарської, ріллі тощо), виразивши її в абсолютних або у відносних величинах, як відношення площі, що зазнала несприятливого впливу (ерозії), до загальної площі сільськогосподарських угідь або орних земель.

Таким чином, запропонований показник меліоративно-екологічної напруженості території (МЕНТ) дає можливість визначати не тільки види і інтенсивність ерозійних процесів, які виникають, але й кількісно визначити ерозійний потенціал певних територій і, виходячи із МЕНТ, врахування зональних особливостей, типу ґрунтів, ділити територію на лісомеліоративні райони. Використання його в якості критерію оптимізації агроландшафтів для створення загальнодержавної системи захисних лісових насаджень (ЗЛН) дає можливість адекватно визначати необхідність і першочерговість лісомеліоративних заходів і, в кінцевому підсумку, об'єктивно характеризувати територію, лісомеліоративний район (Стадник, 1990, 2004).

У сучасному лісомеліоративному районуванні прийнято таку групу одиниць: лісомеліоративна область, лісомеліоративна підобласть, лісомеліоративний район.

Лісомеліоративна область – це територія природно-географічної зони або її частини, близька за типом ландшафту, ґрунтовим і рослинним покривом, яка сформована у відповідних умовах температурного режиму і зволоження, та характеризується відповідним проявом несприятливих природних явищ і меліоративно-екологічною напруженістю території за вітровою та водною ерозією.

Лісомеліоративна підобласть є складником лісомеліоративної області (природно-географічної зони) або підзони (провінції), яка включає одну, або декілька фізико-географічних областей (як природно-територіальних комплексів) і характеризується однаковими або близькими геолого-геоморфологічними умовами, ступенем континентальності клімату, що спричиняють зміну теплового, водного режиму території, впливають на властивості антропогенного рослинного покриву, а також відповідною ландшафтно-типологічною структурою території (тип місцевості) та меліоративно-екологічною напруженістю території за вітровою та водною ерозією.

Лісомеліоративний район як основна таксономічна одиниця включає ділянки у межах лісомеліоративної підобласті, що характеризуються однаковими або близькими геологічними, геоморфологічними, ґрунтовими умовами, а також інтенсивністю несприятливих природних явищ і відповідно меліоративно-екологічною напруженістю території за вітровою та водною ерозією.

Усього в Україні виділено 34 лісомеліоративні райони (табл. 4.7). Лісомеліоративне районування України подано на картосхемах (рис. 4.1, 4.2).

Таблиця 4.7. Лісомеліоративне районування території України за інтенсивністю прояву водної та вітрової ерозії

Лісо-меліоративна область	Лісомеліоративна підобласть	Лісо-меліоративний район	Меліоративно-екологічна напруженість території, %								
			по вітровій ерозії, усього	у тому числі за інтенсивністю			по водній ерозії, усього	у тому числі за інтенсивністю			
				слабка	середня	сильна		слабка	середня	сильна	
1. Мішаних лісів	1. Поліська мішанолісова	1-4	21-41	25-60	37-71	3-17	1-8	49-61	27-38	8-15	
2. Лісо-степова	2.1. Західна лісостепова	5-6	2-15	15-62	34-83	2-4	34-35	55-60	28-31	9-17	
	2.2. Центральна лісостепова	7-10	11-70	28-98	1-71	1	27-54	53-70	22-25	8-24	
	2.3. Східна лісостепова	11-12	23-44	77-88	11-21	1-2	4-18	71-75	19-20	6-9	
	2.4. Середньоросійська лісостепова	13	8	58	41	1	36	77	18	5	
3. Степова	3.1. Дніпровсько-Дніпровська північно-степова	14-16	68-93	29-47	53-70	1	45-55	59-75	19-30	6-11	
	3.2. Лівобережно-Дніпровсько-Приазовська північно-степова	17-18	81-95	28-48	51-72	1	37-63	63-72	18-24	10-13	
	3.3. Донецька північно-степова	19-20	72-89	32-51	46-68	3	58-70	64-67	21-26	10-12	
	3.4. Задонецько-Донська північно-степова	21	70	85	13	2	62	80	16	4	
	3.5. Причорноморська	22-23	84-87	62-68	32-37	1	24-27	66-76	19-23	5-11	
	3.6. Причорноморсько-Приазовська	24-25	87-88	43-76	23-48	1-9	7-10	59-62	24-26	12-17	
	3.7. Кримська степова	26-27	24-91	50-92	8-49	1	12	63-92	8-27	10	
4. Кримська гірська	Кримські гори	28-29	62	32	67	1	23-40	17-63	29-54	8-29	
5. Карпатська	Українські Карпати	30-34	4	11	87	2	5-30	34-76	21-57	1-14	

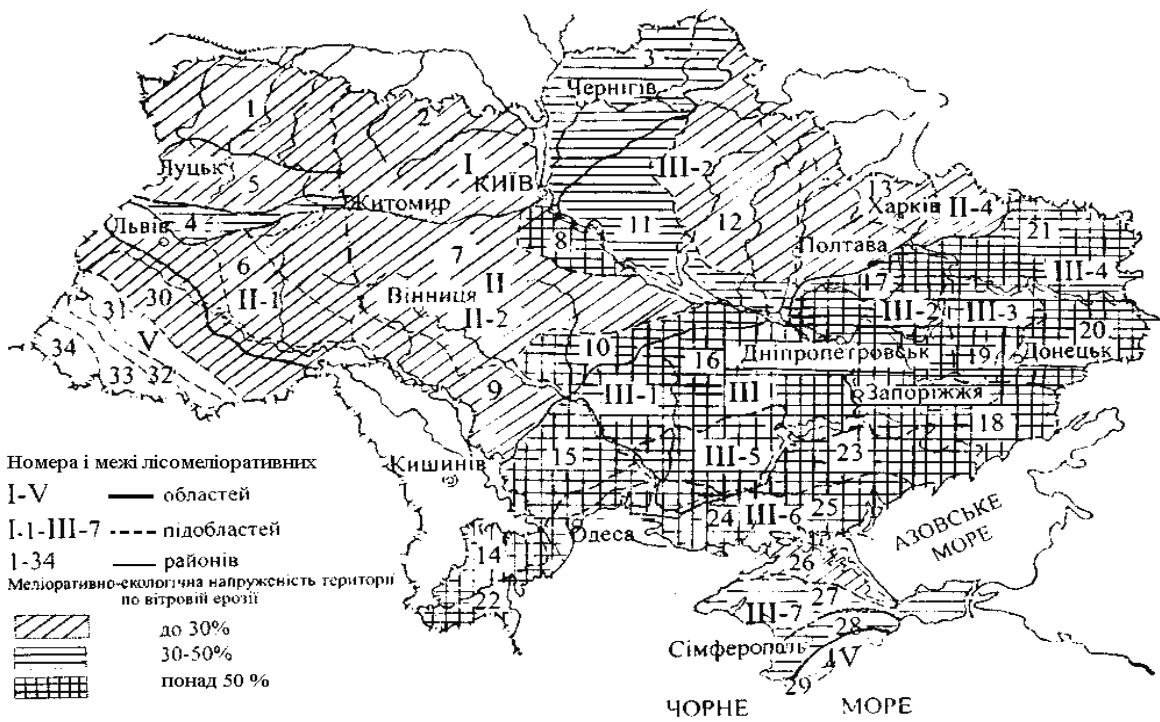


Рисунок 4.1. Лісомеліоративне районування території України за інтенсивністю вітрової ерозії

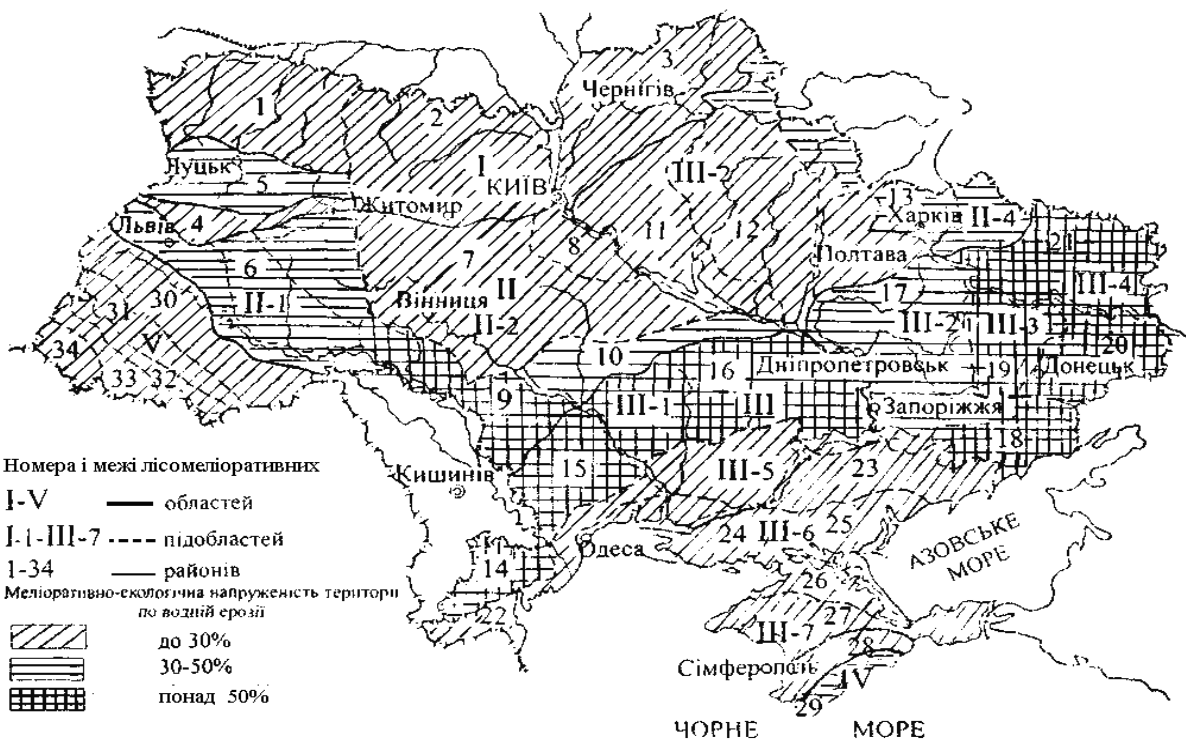


Рисунок 4.2. Лісомеліоративне районування території України за інтенсивністю водної ерозії

Наведені відмінності у виділених лісомеліоративних районах дають можливість визначити необхідність лісомеліоративних робіт та їх спрямованість. При цьому, першочерговість надається тим районам, які мають найбільшу МЕНТ. Якщо ж МЕНТ за вітровою і водною ерозією однакова, або близька за показниками, то системи ЗЛН створюють інтегрованими, враховуючи можливість прояву обох видів ерозії.

Правильний розподіл території за видами та інтенсивністю ерозійних процесів дає можливість правильно вибрати ефективні агролісомеліоративні заходи, визначити кількісний і якісний склад, а також першочерговість їх проведення.

Порядок застосування лісомеліоративних протиерозійних заходів у протиерозійних комплексах наводиться у розділі 6 даної роботи.

Додаткову інформацію про лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від ерозії та особливості їх застосування можна знайти в роботах (Агроландшафтні основи..., 2008; Довідник агронома, 1985; Рекомендації..., 1967; Справочник..., 1990; Сурмач, 1976; Эрозии – заслон, 1979).

#### **4.3. Гідротехнічні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії**

Невід'ємною частиною комплексу протиерозійних заходів, спрямованих на регулювання стоку (затримання стоку та відведення надлишкового стоку) є гідротехнічні заходи з охорони ґрунтів від ерозії. Загалом, гідротехнічні заходи можуть бути націлені на повне затримання стоку або на його часткове затримання і на безпечний відвід за межі поля тієї частки, яка не може бути увібрана ґрунтом. Перший принцип пов'язаний з небезпекою прориву затриманих вод вниз по схилу і недопустимий навіть у зонах недостатнього зволоження. Дотримання ж другого принципу є цілком практичним і безпечним, тому рекомендується вживати саме гідротехнічні заходи, спрямовані на часткове затримання водного стоку і безпечне відведення його надлишку (Родючість ґрунтів..., 1992).

До гідротехнічних заходів належать наступні (Рекомендації..., 1964; Світличний, Чорний, 2007):

- водотримуючі та водоспрямовуючі споруди (вали-тераси, водотримуючі вали, вали-канави та водовідвідні канави для перехоплення і відведення схилового стоку талих і зливових вод; розпилювачі стоку);
- споруди для скидання надлишкового стоку (лотки-швидкотоки, ступеневі перепади тощо);
- споруди для укріплення днищ і стінок ярів та балок (загати, напівзагати, греблі, підпорні стінки тощо);
- схиліві тераси різного типу;
- будівництво водойм для регулювання місцевого стоку (вали-лимани, протиерозійні ставки).

У залежності від інтенсивності прояву ерозійних процесів застосовують як окремі види гідротехнічних споруд, так і різноманітні їх сполучення (Рекомендації по почвозащитному земледелию..., 1984).

З водотримуючих споруд в Україні найбільшого поширення набули *вали-тераси*. Ці споруди мають невелику висоту (0,3-0,6 м) та некруті укоси, ширина основи у 8-12 разів більше висоти, що забезпечує можливість проходу тракторів та інших сільськогосподарських машин (Захист ґрунтів..., 1986). Для повного затримання стоку заданої забезпеченості вісь вала розміщується чітко по горизонталях (для безпечного скидання надлишків стоку треба робити невеликий ухил уздовж траси). Через кожні 50-60 м будують перемички, які розташовують перпендикулярно вісі валів. В умовах екстремального стоку, коли існує небезпека прориву вала, наявність таких перемичок зменшує ризик великих розмивів ґрунту. Кількість валів-терас розраховується на повне затримання весняного або зливового стоку заданої забезпеченості (як правило, 10%). Використання валів-терас найбільш ефективно на ухилах не більше 3-4°.

За розміщенням відносно напрямку горизонталей місцевості вали-тераси можуть бути похилими і горизонтальними (Захист ґрунтів..., 1986). Прояв

ерозійних процесів, об'єм стоку, потреби вирощуваної культури у воді зумовлюють вибір виду валів-терас у кожному конкретному випадку. Похилі вали-тераси влаштовують у районах надмірного зволоження або з важкими ґрунтами, що недостатньо дреноують воду. При будівництві цих валів-терас перевагу віддають терасам із змінним ухилом дна: незначним на початку і поступово збільшуваним до кінця. Для безпечного скидання надлишку стоку на дно гідрографічної мережі найчастіше використовують природні улоговини, жолоби з дернини. Горизонтальні вали-тераси із закритими кінцями будують на легких, добре проникливих ґрунтах, у районах з невеликою кількістю опадів. На важких ґрунтах з інтенсивними опадами їх створюють з напівзакритими або повністю відкритими кінцями. Переваги повністю відкритих горизонтальних терас у тому, що вони до мінімуму сповільнюють швидкість стоку, створюючи умови для вбирання води у ґрунт, виключають вимокання культур.

На ґрунтах важкого гранулометричного складу, з низькою водопроникністю можливе тривале стояння води у ставках, що призводить до вимокання посівів. Для більш рівномірного розподілу ґрунтової вологи та зменшення небезпеки вимокання посівів рекомендується застосовувати на ділянках між валами-терасами щілювання, кротування тощо. Досліди показують, що можна збільшити відстань між валами за рахунок зростання поглинання води при впровадженні суто агротехнічних засобів регулювання поверхневого стоку.

Проектуючи вали-тераси, необхідно обрати оптимальні параметри (Захист ґрунтів..., 1986). Висота їх не повинна перевищувати 0,5-0,7 м, а при перетині улоговин – не більше 1 м; закладання відкосів – 1:6-1:8, в деяких випадках – 1:12. Вважається, що вали-тераси з такими параметрами слід будувати на схилах крутістю не більше 5°, бо із перевищенням цього значення крутості різко зростає обсяг земельних робіт. На схилах понад 8-10° вали-тераси створювати практично неможливо. На схилах крутістю понад 5° доцільно будувати вали-тераси із закладанням сухого укосу 1:1-1:2 і утримувати його у задернілому



стані. Відстань між валами визначають за гідрологічними розрахунками і коригують з урахуванням застосовуваних машин і механізмів.

Вали-тераси краще розміщувати на схилі зі збереженням паралельності між осьовими лініями. При цьому не тільки поліпшуються умови експлуатації, а й зменшується площа, яку займають на схилах з паралельними валами-терасами ділянки неправильної форми (кліни) порівняно з горизонтальними валами-терасами (7% проти 28%).

До числа протиерозійних терас відносять і вали з широкою основою, спарені з водопоглинальними канавами (Справочник..., 1990). Вал затримує воду, а канава з органічним наповнювачем переводить поверхневий стік у підгрунтовий.

Вали створюють під час нарізки водопоглинальних каналів з відваленого вниз по схилу ґрунту. Для зручності їх обробки польовому відкосу вала надають крутизну з відношенням висоти вала до ширини основи 1:6 та 1:12. Якщо вал створюють висотою 0,2-0,3 м, то польовий відкіс наорюють звичайним плугом з відвалом ґрунту вгору по схилу. При спорудженні валів висотою 0,3-0,5 м звальний гребінь формують за 4-6 проходів плантажного плугу і остаточно сплановують грейдером. Глибина каналів залежить від глибини промерзання ґрунту. Канави наповнюють органічним матеріалом (хворостом, соломою тощо), який захищає від промерзання днище і сприяє поглинанню водного стоку. Відстань між валами розраховують з умов повної затримки стоку 10-% забезпеченості.

„Оздоровлення” схилів, уражених струмковою ерозією, яка відбувається в багатьох улоговинах, можливо систематичним створенням валів по типу наораних терас або валів-терас, які розташовані по дну улоговин. Такі вали, що утворюють серію мікролиманів по дну улоговин, будуть сприяти поступовому вирівнюванню улоговин. Для усунення прориву валів в найбільш небезпечних середніх частинах доцільно створити їх не рівними, а випуклими, так щоб при їх прориві вода протікала по боках валів (Швебс, 1981).

Є відомим й спосіб боротьби з ерозією ґрунтів в улоговинах шляхом будівництва в них земляних перемичок на всю глибину та ширину улоговини – висотою до 0,7-1,5 м (Волощук, Петров, 1986).

Але найбільш ефективним є створення безперервних споруд, оскільки в улоговинах стокове навантаження на будь-які споруди багаторазово збільшується, а водомісткість їх ставочків знижується у 2-3 рази (Зубов, 1991), тому для повного затримання поверхневого стоку заданої забезпеченості, перемички в улоговинах необхідно розміщувати дуже часто, внаслідок чого вони утруднюють обробіток ґрунту. При будівництві протиерозійних валів на схилах з улоговинами висота валів змінна. В улоговинах вона може досягати 2 м. Один або обидва укуси валу можуть бути необроблюваними, і тоді їх закріплюють багаторічними травами. Такі споруди затримують стік певної забезпеченості, а іншу частину води направляють в залуговані водостоки і первинну гідрографічну мережу, тому вони захищають схили найефективніше і не утрудняють обробіток ґрунту.

Недоліком традиційної технології утворення безперервних протиерозійних валів та валів-терас є великий об'єм земляних робіт і витрат, пов'язаних з необхідністю збільшення висоти валів в улоговинах і тим, що їх будують відразу на всю проектну висоту і довжину. Це перешкоджає масовому впровадженню способу на землях сільськогосподарських підприємств, особливо невеликих, в умовах обмеженого бюджетного фінансування протиерозійних робіт. Глибокі ставочки в улоговинах підвищують вірогідність прориву валів, створюють загрозу вимокання посівів.

В Луганському інституті АПВ було розроблено технологію будівництва протиерозійних валів (захищена патентом України [Зубов, 2000]), яка дозволяє знизити капітальні витрати, забезпечити можливість ширшого впровадження гідротехнічних споруд на орних землях схилів і тим самим підвищити захищеність ґрунтів схилів від ерозії. Суть технології полягає в тому, що споруди не будують одразу до їх проектної висоти і довжини, а формують поетапно. Спочатку на розрахунковій відстані від траси валу, винесеної на

місцевість, нижче по схилу на дні улоговин упоперек їх тальвегів створюють невеликі земляні загати або перемички 30-50 см заввишки, а далі періодично, після заповнення їх ставочків продуктами ерозії висоту запруд збільшують на 0,2-0,4 м шляхом приорання наносів до гребеня запруд під час основного обробітку поля. Після вирівнювання поверхні ґрунту уподовж трас майбутніх валів на 80-100% доводять висоту споруд до проектного розміру, а довжину – до з'єднання окремих запруд в єдине ціле (вал).

Слід зазначити, що створення валів за традиційною технологією може призводити до тимчасового зниження родючості ґрунтів на відповідних ділянках за рахунок перерозподілу родючого верхнього шару. Цей недолік можна виправити внесенням підсилених доз добрив на ділянках, де відбулась виїмка ґрунту.

*Водоутримуючі вали* застосовують для закріплення діючих ярів та відведення стоку від ділянок, що зазнали значного впливу яружних ерозійних процесів, запобігання розмиву схилів з терасами і рекультивованих ділянок, підготовлених під багаторічні насадження чи залуження (Захист ґрунтів..., 1986; Світличний, Чорний, 2007). Водоутримуючі вали, як правило, розміщують перед вершиною яру на відстані, що перевищує величину вершинного перепаду у 2-3 рази (10-15 м). Площа водозбору не повинна перевищувати 15 га при ухилі 0,03; 8 га – при 0,06 і 5 га при ухилі 0,1. Розміщують вали по горизонталях місцевості, гребінь валу по всій довжині повинен бути горизонтальним. На кінцях валу роблять шпори і влаштовують водообходи для скидання надлишку води. Стік затримується валами, а потім через спеціальні водовідвідні споруди скидається на добре задерновані або залісені схили чи днища улоговин, які повинні бути попередньо укріплені. Висота валів і їхня довжина визначається ухилами схилу та обсягами регульованого стоку. Як правило, вали споруджують висотою 1-1,5 м, шириною по поверхні 1,5-2,5 м із закладенням укосів - сухого 1:1 або 1:1,5, мокрого 1:2. Для спорудження водоутримуючих валів і перемичок більш придатні суглинкові ґрунти. Ґрунт для спорудження вала береться з ділянки,

розташованої вище місця закладання вала. Водоутримуючі вали в поперечному перерізі можуть мати або трапецеїдальну, або трикутну форму. Якщо стік незначний, то раціональним є проектування валу трикутної форми (Справочник..., 1990).

Будівництво водоутримуючих валів складається з наступних операцій (Методические указания..., 1968):

- зняття бульдозером рослинного шару на глибину 20-25 см з площі основи прудка, вала та шпор та тимчасового зберігання його за межами площі будівництва вала;

- розробка ґрунту в прудочку бульдозером з наступним переміщенням його у тіло вала та шпор;

- облаштування валу та шпор бульдозером з вспушенням основи, ущільненням, розрівнюванням, зволоженням ґрунту та зрізанням бахроми;

- планування відкосів і полотнища насипів;

- сівба трав по відкосам та гребеню вала і шпор.

У період експлуатації водоутримуючих валів необхідно проводити чистку виїмок від мулу, своєчасне засипання тріщин, засипання промивів і промоїн на водообходах, періодична сівба трав. Слід заборонити випас худоби на валах і облаштування шляхів. Необхідно ліквідувати борозни та гребені на оранці, які погіршують роботу валів (Рекомендации по защите..., 1970).

Широко впроваджують у сільськогосподарське виробництво протиерозійні *вали-канави* із земляними перемичками, заповнені органічним матеріалом (Захист ґрунтів..., 1986). Основні властивості їх такі: низькі затрати капіталовкладень на проектування і будівництво; простота в експлуатації; висока ефективність щодо запобігання стоку і змиву ґрунту.

Вали-канави нарізають контурно-паралельним способом на ріллі, поділяючи ними поле на однакові за розміром ділянки, і контурним способом – на схилах гідрографічної мережі.

Протиерозійні вали-канави – це виїмково-насіпні земляні споруди, елементами яких є: власне вал, канава, земляні перемички, органічний наповнювач.

Власне вал має трапецоїдну форму перерізу, ширина біля основи 3-6 м, висота його 0,4 м. Канави трикутної форми глибиною 0,5, шириною по верху 0,8 м.

Земляна перемичка – перешкода з ґрунту шириною 1 м, висотою, що дорівнює глибині канави, призначена для запобігання концентрації стоку вздовж канав і розділення їх на окремі ємності.

Як органічний наповнювач використовують солому, стебла й листя соняшнику, очерет, гній тощо.

Спорудження протиерозійних валів-канав (Шелякин, Белолипский, Головченко, 1990) є дуже важливою і відповідальною роботою. Для їх гідрологічного обґрунтування розраховується надмірний шар поверхневого стоку 10 % забезпеченості, що не затримується агротехнічними заходами.

Розрахунки виконують з використанням матеріалів найближчих метеопостів щодо величини й інтенсивності злив, максимальних запасів води в снігу, тривалості сніготанення. При розрахунках необхідно, щоб вся водозбірна площа, починаючи з вододілу, була охоплена системою протиерозійних заходів. У районах надмірного зволоження протиерозійні вали-канави споруджують з урахуванням скидання надлишків стоку по задернованих улоговинах.

Для спорудження протиерозійних валів-канав на водозборі за нівеліром прокладають трасу валу по основній горизонталі із спрямуванням на улоговинах так, щоб радіус повороту агрегату був не менше 60-70 м. Інші траси валів-канав виносять паралельно до першої.

При створенні валів-канав екскаваторною технікою попередньо знімають по трасі валу родючий шар і переміщують у тимчасові кавальєри. Після спорудження валу-канави на відкосах валу бульдозерами і грейдерами розподіляють родючий шар.

Перед спорудженням валів-каналів попередньо наорюють вали висотою 0,4 м по наміченій трасі триразовою оранкою всклад смугами шириною 6 м звичайним плугом ПН-4-35. При другому і третьому проходах два передніх корпуси плуга наорюють вал, а два задніх приорюють. Після заорювання плантажним плугом ППН-50 нарізають вали. При малому гумусовому горизонті основний корпус плуга виймає на поверхню вала менш родючий мінеральний ґрунт. Щоб запобігти цьому, замість звичайного передплужника на плантажний плуг встановлюють пристрій, що являє собою подовжену полицю грейдерного типу. Пристрій кріпиться на рамі плуга перед основним корпусом на відстані 800-1000 мм під кутом  $155^\circ$  в напрямку руху агрегату. Довжина полиці – 2000 мм, висота – 350 мм. При нарізуванні валів-каналів передплужником грейдерного типу знімають з траси канави родючий шар ґрунту і розподіляють його по укусу валу. Крім того, вал формують більш полого. При спорудженні валів-каналів висота валу повинна бути по всій довжині горизонтальною.

Щоб дно канави взимку не промерзало і зберігалася її висока водопоглинальна здатність, протягом року канаву заповнюють органічним матеріалом, для чого використовують сільськогосподарські машини. Солому із скирт навантажують фуражиром у кормороздавач і механізовано заповнюють канави.

Протиерозійні вали-канави на ділянках з ухилом до  $0,5^\circ$  рекомендується нарізати через 310 м, а з ухилом до  $1^\circ$  – через 160 м, фактично вони збігаються з трасами лісосмуг і виконують роль найпростіших гідротехнічних споруд у водорегулюючих лісових смугах. На більш крутих схилах вали-канави нарізають через 72-52 м, по 4-5 валів на міжсмуговому просторі (Захист ґрунтів..., 1986).

З метою збільшення рівномірності перерозподілу затриманої вологи у просторі між протиерозійними валами-канавами і підвищення їх надійності в умовах поперечної хвилястості рельєфу доцільно застосовувати кротування, що відводить воду, за способом, розробленим УНДІЗГЕ (нині Луганський інститут АПВ), що полягає у доповненні валів-каналів в улоговинах серіями кротових

дрен-зволожувачів (які розміщуються на схилах улоговин), що радіально (віялоподібно) розходяться від ділянок споруд, перед якими можуть формуватися прудки вод стоку (Справочник..., 1990).

*Водовідвідні канали* створюють для скидання та відведення талих і дощових вод. Перехоплений поверхневий стік спрямовується у водоутримуючі або водоскидні споруди, до розпилювачів стоку, на схили балок, виярки та лощини, що добре задерновані або зарослі лісом чи чагарниками. Найчастіше використовується трикутна форма поперечного профілю водовідвідних каналів із закладанням укосів 1:2-3.

*Розпилювачі стоку* створюють для розосередження стоку великих потоків води в улоговинах, борознах, уздовж наорювань та лісосмуг тощо (Справочник..., 1990). Вони являють собою земляні валики висотою 30-50 см з положистими укосами, які перекривають водостік і вивідну борозну (під кутом  $45^\circ$ ), що є продовженням валика і перерізає місцевий вододіл потяжини чи будь-якої іншої форми рельєфу. У разі відсутності виражених улоговин розпилювачі роблять у вигляді борозни або виїмки з валиком. Вони можуть проходити прямолінійно або криволінійно, але обов'язково з таким розрахунком, щоб борозна або виїмка в усіх випадках знаходилась першою на шляху стоку. Навантаження на розпилювач не повинно перевищувати 0,5-1 га площі водозбору (Справочник..., 1990).

*Споруди для скидання надлишкового стоку* влаштовують у вершинах ярів (тому їх і називають – „вершинними”) для безпечного скидання концентрованого поверхневого стоку на нижні рівні, в тих випадках, коли вершини ярів близько підходять до цінних технічних споруд - житлових і промислових будівель, шляхів сполучення, мостів тощо. До них відносять швидкотоки, ступеневі перепади і консольні водоскиди. Ці споруди будують з фашин (зв'язок хворосту), дерева, каменя, бетону і залізобетону. Матеріал вибирають, виходячи з об'єму води, що пропускається через споруду. У особливо відповідальних випадках вершинні споруди виконують з бетону і залізобетону за спеціальними проектами.

На водоскидних спорудах проводять своєчасне засипання підмитих місць вздовж зовнішніх стінок, очистку водопропускних отворів навесні від снігу, льоду і сміття, засипання тріщин в корпусі споруд, своєчасне закріплення розмивів дна ярів (Рекомендации по защите..., 1970).

На шляху концентрованого водного потоку, щоб води, які скидаються в яр, не розмивали його дно, у руслі яру встановлюють *систему поперечних стінок (або донні загати)*, що розбивають повздовжній профіль дна на ряд терас. Призначення їх полягає в тому, щоб забезпечити безпечний прохід води, закріпити і вирівняти дно яру і створити можливість посадки дерев. Стінки розташовуються вертикально уступами і повинні мати безпечний щодо розмиву ґрунту ухил. У залежності від величини водозбору та інтенсивності розмиву дна ярів, поперечні стінки на дні яру можуть бути кам'яними, бетонними, дерев'яними, плотовими. Дерев'яні і плотові загати застосовуються тільки у вибалках, тому що термін їхньої дії не перевищує двох-трьох років. Швидко зростаючі яри з великими водозборами слід закріплювати капітальними загатами з каміння та бетону. Кам'яні загати складаються з основної стінки, двох контрфорс і водобійного майданчика. Загати з живих прутів верби влаштовують в ярах з водозборами не більше 8 га. Висота їх не повинна перевищувати 1 м. Загати зазвичай заглиблюються в дно і відкоси яру не менш ніж на 1 м (Рекомендации по защите..., 1970).

Закріплені яри, які поступово перетворюються на задерновану балку, використовують, як правило, під пасовища. Багате мулистими відкладеннями дно можуть відводити під штучні луки, а схили - під деревні насадження або під ягідники.

*Напівзагати* споруджують біля підніжжя підмиваємих крутих схилів балок з метою відводу від них руйнуючих водних потоків. Вони являють собою подвійні частоколи з живих колів верби, простір між якими заповнюється баластом – камінням, землею. В результаті дії напівзагат відкоси перестають обрушуватись і, після цього, мають бути заліснені (Рекомендации по защите..., 1970).



*Підпорні стінки* влаштовують на неглибоких відвершках ярів (до 5 м) в тих випадках, коли не можна встановити швидкотік або нахилену трубу. Складаються вони з вертикальної стінки зі зливним порогом та гасником. Підпорна стінка будується з каменя на цементному розчині (Рекомендації по защите..., 1970).

*Нахилені труби* застосовують у тому випадку, коли треба пропустити воду під насипом, зокрема під полотном дороги. Складаються вони з водоприймальної частини, нахиленої труби із залізобетонних кілець, гасника енергії, водовідвідної канами (Рекомендації по защите..., 1970).

*Висячі перепади-лійки* створюють в якості тимчасових споруд на глибоких ярах із стійкими ґрунтами і відносно невеликими водозборами. Складаються вони з залізобетонних приймальників, рами, зливної лотка, металічних розпірок, закріплених до рами і підтримуючих зливний лоток. У місці падіння струмку створюють кам'яний накид.

На гірських схилах, схилах великих балок та по берегах річок часто застосовують такий ефективний засіб боротьби з ерозією, як *терасування*. Створення терас є штучною зміною поверхні схилів для кращого використання їх під сільськогосподарські та лісові культури. При терасуванні створюють тераси у вигляді обмежених валами площадок, уступів, канав і т. ін. Розрізняють тераси гребенеподібні, східчасті (лавоподібні), траншейні і тераси-канави.

*Гребенеподібні тераси* облаштовують за ухилів місцевості 1-7°, насипаючи поперек схилу вали висотою 25-40 см. Ширина терас (відстані між валами) 18-50 м. Використовуються тераси для вирощування винограду, плодкових культур, насаджень з чагарників та декоративних дерев. Вийнятий із траншеї підґрунтовий шар йде на утворення валів, траншеї заповнюють ґрунтом, знятим із самої траншеї та з прилеглої площі.

*Тераси-канави* влаштовують у районах з ухилом місцевості 7-40° і при тонкому шарі ґрунту. Вали насипають один вище за інший на 2-2,5 м із ґрунту, вийнятого з канав. Вали служать для збору і відведення зливого стоку та

зволоження валів. Використовуються для вирощування плодкових і лісових порід.

*Східчасті тераси* найбільш поширені. Застосовуються для вирощування овочевих, плодкових культур і винограду на місцевості з ухилом 7-15°. Поверхня цих терас горизонтальна або з ухилом не більш 7°. Ширина східчастих терас не менш 2,5-3 м. Укоси терас іноді зміцнюють кам'яною кладкою, завдяки чому вони стають більш стійкими. Але найчастіше роблять похилі земляні укоси, що закріплюються багаторічними травами та травосумішами.

При терасуванні влаштовують *нагорні водовідвідні канали*, що регулюють стік. При ширині терас 4,5-5 м можливий механізований обробіток ґрунту. На терасах шириною понад 6 м розміщують по 2 ряди і більше яблуні і груші на шпалерах (опорах у вигляді вертикальної, горизонтальної або іншої площини, до якої підв'язують гілки дерев). Тераси утворюють кількома способами: плантажним (виконується плантажними плугами), бульдозерним (здійснюється універсальним бульдозером на схилах з великими ухилами), наораним (проводиться звичайними тракторними плугами).

*Будівництво водойм для регулювання місцевого стоку* здійснюється як на рівних територіях, так і на схилах. Накопичена в них вода талих та дощових вод може бути використана для зрошення посівів сільськогосподарських культур та для інших цілей (Рекомендації..., 1964).

*Водоутримуючі вали-лимани* створюють на розорених схилах впоперек невеликих улоговин. У конструктивному відношенні вони відрізняються від вище описаних водоутримуючих валів тим, що впоперек насипу прокладають азбест-цементну або металічну трубу діаметром 10-15 см, що служить для скидання затриманих вод. Призначення цих валів – зволоження ґрунтів схилу для покращення вирощування сільськогосподарських культур. Воду перед валом затримують на кілька днів, а потім через трубу випускають на розміщений нижче схил. Вал як правило суміщають з дорогою або межею (Рекомендації по захисті..., 1964).

Значущість усіх цих гідротехнічних заходів визначається тим, що вони здатні негайно припинити руйнівний вплив поверхневого стоку та, у багатьох випадках, перевести частину вологи, що втрачається і руйнує ґрунт, а також збільшує кількість води у зонах затоплень, в активні запаси, які можуть бути використані для формування врожаю сільськогосподарських культур. Засоби протиерозійної гідротехніки майже завжди займають, як і захисні лісонасадження, постійну площу і служать для надійного та довгострокового меліоративного впливу на режим поверхневого стоку.

На відміну від біологічних компонентів протиерозійного комплексу, гідротехнічні спорудження забезпечують захист і продуктивне використання земель лише в зоні їхнього безпосереднього впливу, а також не дають побічної продукції, як лісові насадження або різного роду куліси. Їх застосовують у випадку економічної доцільності і якщо не можна використовувати інші протиерозійні заходи.

Слід пам'ятати, що проведення гідротехнічних заходів у зонах достатнього та підвищеного зволоження (а іноді навіть і в зоні недостатнього зволоження) може призводити до перезволоження ґрунтів та супровідних негативних наслідків, тому у відповідних випадках необхідно передбачати проведення заходів із недопущення такого перезволоження – заходів із підвищення випаровування з поверхні ґрунту, прийомів безпечного відведення стоку тощо (Агроландшафтні основи..., 2008).

Порядок застосування гідротехнічних протиерозійних заходів у протиерозійних комплексах наводиться у розділі 6 даної роботи.

Додаткову інформацію про гідротехнічні заходи з охорони ґрунтів від ерозії та особливості їх застосування можна знайти в роботах (Агроландшафтні основи..., 2008; Захист ґрунтів..., 1986; Копистинський, 1988; Правила технической эксплуатации..., 1976; Справочник..., 1990; Срібний, 1975; Сурмач, 1976; Чернышов, 1968).

#### 4.4. Агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії

Важливим компонентом комплексу протиерозійних заходів є агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від ерозії.

Агротехнічні заходи необхідно застосовувати на всіх схилових землях, які використовуються у землеробстві. Зональний склад агротехнічних протиерозійних заходів встановлюється залежно від природних і господарських умов, але майже скрізь використовуються такі основні групи (Світличний, Чорний, 2007):

- фітомеліоративні агрономічні прийоми захисту ґрунтів від ерозії;
- прийоми протиерозійного обробітку ґрунтів;
- агрохімічні прийоми підвищення родючості ґрунтів і захисту їх від ерозії;
- агрофізичні прийоми підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів.

Група *фітомеліоративних агрономічних прийомів* захисту ґрунтів найбільш повно використовує меліоративну роль багаторічних трав і **однолітніх** культур. У комплексі з іншими прийомами вони можуть забезпечити захист ґрунту від ерозії, сприяти відновленню родючості змитих ґрунтів, підвищенню продуктивності всіх сільськогосподарських угідь, розташованих на ерозійно небезпечних землях. До цієї групи належать (Наукові основи..., 2004; Світличний, Чорний, 2007):

- застосування ґрунтозахисних сівозмін із зональним підбором складу культур та з розміщенням культур смугами на схилах;
- встановлення і застосування оптимальних норм висіву культур у сівозміні з урахуванням ступеня еродованості ґрунтів, а також проведення в оптимальний термін усіх польових робіт з урахуванням експозиції схилу, стану ґрунту, його вологості та температури;
- контурна, перехресна або діагонально-перехресна сівба культур на схилах;
- сівба буферних смуг;

- сівба куліс;
- застосування післяжнивних, післяукісних та підсівних проміжних культур, різних варіантів змішаних посівів і сидератів;
- залуження ділянок;
- застосування суцільного або смугового мульчування та залишення на поверхні рослинних решток;
- контурна посадка багаторічних насаджень;
- смугове розміщення культур;
- сівба у міжряддях багаторічних насаджень буферних смуг з багаторічних трав і однолітніх культур, черезрядне залуження міжрядь, мульчування міжрядь;
- поверхневе і корінне поліпшення луків і пасовищ на схилах;
- освоєння ґрунтозахисних пасовищезмін на схилових землях;
- черезсмугове освоєння малопродуктивних схилів під посіви кормових культур;
- залуження водостоків.

*Застосування ґрунтозахисних сівозмін із зональним підбором складу культур та з розміщенням культур смугами на схилах.* Як вже зазначалося вище, у ґрунтозахисних сівозмінах передбачається більш широко використовувати багаторічні трави та культури суцільної сівби, а також менш широко використовувати пари і просапні культури (аж до повного їх виключення). Планування ґрунтозахисних сівозмін обов'язково має враховувати ґрунтозахисну ефективність (здатність) сільськогосподарських рослин (інформацію про ґрунтозахисну ефективність рослин представлено у підрозділі 4.1 даної роботи).

Для лісостепової зони на схилах застосовують такі схеми сівозмін:

I. Поля 1, 2 – травосуміші; 3 – озима пшениця; 4 – горох; 5 – озима пшениця; 6 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

II. Поля 1, 2, 3 (або 4) – травосуміші; 4 – озима пшениця; 5 (або 6) – овес або ячмінь з підсівом суміші багаторічних бобових та злакових трав. На

сильнозмитих ґрунтах: поля 1, 2, 3, 4 – травосуміші; 5 – озима пшениця або жито; 6 – овес з підсівом суміші багаторічних бобових та злакових трав.

Для степової зони рекомендуються ґрунтозахисна сівозміна з таким чергуванням культур: поля 1, 2 (3) – травосуміші; 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза (смугове розміщення); 5 (6) – ярі зернові з підсівом травосуміші.

Крім того, в умовах Степу України застосовують також інші схеми ґрунтозахисних сівозмін:

I. 1-4 – травосумішка; 5 – озима пшениця; 6 – кукурудза (смугова сівба); 7 – однорічні трави на зелену масу з підсівом багаторічних трав (люцерна, еспарцет, стоколос безостий, або чисті посіви трав).

II. 1-3 – травосумішка; 4 – озима пшениця, післяжнивні посіви; 5 – просо, ячмінь; 6 – кукурудза (смугова сівба), ярі зернові з підсівом травосумішок.

Можна також додатково навести такі орієнтовні схеми ґрунтозахисних сівозмін у Степу для господарств різних форм власності:

I. 1, 2 поля – багаторічні трави (люцерна або травосумішка з злаковими травами); 3 – кукурудза на зелений корм; 4 – озима пшениця; 5 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав.

II. 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озиме жито; 4 – кукурудза на зелений корм; 5 – озима пшениця з післяжнивним підсівом багаторічних трав.

III. 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озиме жито або однорічні трави на зелений корм; 4 – озима пшениця; 5 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав.

IV. 1, 2, 3 – багаторічні трави; 4 – озима пшениця; 5 – кукурудза на зерно (смугові посіви) 6 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав.

V. 1, 2, 3 – багаторічні трави; 4 – озимі; 5 – зернобобові; 6 – озимі; 7 – ярі з підсівом трав.

VI. 1, 2, 3 – багаторічні трави; 4 – озимі (із залишенням трав'яних смуг); 5 – кукурудза на зерно (із залишенням трав'яних смуг); 6 – зернобобові (при можливості з наступною сівбою післяжнивних культур); 7 – озимі або ярі колосові з підсівом багаторічних трав.

VII. 1-3 – багаторічні трави; 4 – озима пшениця; 5 – ярі зернові; 6 – кулісний пар; 7 – озима пшениця; 8 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав. Поля озимих або ярих колосових культур можуть складатися з декількох рівних за площею смуг вирощуваних культур та багаторічних трав.

Для невеликих фермерських господарств степової зони України, що розташовані на землях зі схилами більше 3°, порізаних улоговинами, запропоновано наступні ґрунтозахисні зерно-трав'яні сівозміни (Джос и др., 2000):

I. 1, 2 – багаторічні трави, 3 – озимі, 4 – горох у суміші з кукурудзою на зелений корм, 5 – озимі, 6 – бобово-злакові однорічні трави + підсів багаторічних трав.

II. 1, 2, 3 – багаторічні трави, 4 – озимі, 5 – однорічні бобово-злакові трави, 6 – озиме жито на зелений корм + підзимовий підсів багаторічних трав (Джос и др., 2000).

В умовах Полісся на легкосуглинкових опідзолених змитих ґрунтах слід вводити суміші конюшини зі злаковими травами, а також посіви люпину. Тут може бути рекомендована наступна ґрунтозахисна сівозміна: поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озимі і післяжнивні, бажано смугові посіви багаторічного люпину; 4 – картопля, смуговий посів між люпином; 5 – озимі і ярі з підсівом суміші багаторічних бобових і злакових трав.

В Поліссі, для захисту ґрунтів від ерозії, дуже велике значення мають ущільнені, післяукісні та післяжнивні посіви.

На більш зв'язних і родючих ґрунтах Полісся бажані проміжні посіви багаторічних трав. З багаторічних трав восени висівають райграс високий, єжу збірну, овсяницю лукову і кострець безостий. Навесні наступного року підсівають однорічні види люпину або їх суміші з вівсом на зелену масу або зерно. Сіють сівалками з дисковими сошниками в агрегаті з легкими зубовими боронами впоперек рядків трав. В рік збирання покривної культури багаторічні трави настільки добре розвиваються, що їх можна приорювати під озимі посіви після пастьби або навесні наступного року під пізні ярі культури.

На еродованих схилах, особливо південних експозицій, підсівати злакові трави під покрив озимих чи ярих зернових культур недоцільно, бо вони часто гинуть. Люпин – найбільш сприятлива покривна культура на цих ґрунтах, під його захистом добре розвиваються трави і утворюється міцний пласт.

Післяжнивні і післяукісні культури можна висівати одразу після збирання попередньої культури стерньовою сівалкою або сівалками прямої сівби без попереднього обробітку ґрунту або з мінімальним обробітком. При цьому добре зберігаються у ґрунті післязбиральні запаси вологи і зменшуються витрати на обробіток (Рекомендації..., 1984).

У ґрунтозахисних сівозмінах, де більшу частину площі займають багаторічні трави, більш врожайними та ефективними є бобово-злакові травосуміші. В районах достатнього зволоження слід висівати сумішки конюшини зі злаковими травами, а також суміші люцерни з еспарцетом. У районах нестійкого та недостатнього зволоження більш ефективними є суміші люцерни з еспарцетом та злаковими травами. У засушливих умовах Степу у травосумішах мають переважати люцерна синьогібридна і жовта (до 50-60 %), еспарцет, кострець безостий, житняк. Люцерно-еспарцетово-злакові травосуміші є досить стійкими й високопродуктивними і на ділянках постійного залуження (Рекомендації..., 1984).

Окрім ґрунтозахисної ефективності культур, важливе значення, під час складання схем ґрунтозахисних сівозмін, мають строки повернення культури на попереднє місце та урожайність сільськогосподарських культур після різних попередників (Захист ґрунтів..., 1986).

*Встановлення і застосування оптимальних норм висіву культур у сівозміні з урахуванням ступеня еродованості ґрунтів, а також проведення в оптимальний термін усіх польових робіт з урахуванням експозиції схилу, стану ґрунту, його вологості та температури. При плануванні сівби сільськогосподарських культур на ерозійно небезпечних землях треба керуватись наступною вимогою: ґрунти мають*



бути надійно захищені рослинним покривом у якомога більший час протягом року.

Норму висіву на еродованих ґрунтах потрібно збільшувати на схилах до 3° на 10%, а на більш крутих схилах – на 20% (в порівнянні з рекомендованою на рівнинних ділянках) [Агроландшафтні основи..., 2008]. Сіяти ярі культури треба в більш ранні строки, ніж на рівнинних полях, вибірково по мірі дозрівання ґрунту на окремих робочих ділянках. Озимі культури також мають висівати у більш ранні строки.

*Контурна, перехресна або діагонально-перехресна сівба культур на схилах.* На протиерозійну стійкість ґрунту суттєво впливає напрямок сівби. Розташовані по контуру, перпендикулярно або по діагоналі до схилу рядки рослин – надійний бар'єр, наявність якого призводить до розпилення стоку. При цьому вода повніше вбирається ґрунтом і краще використовується польовими культурами для формування врожаю.

Звичайна сівба, проведена уперек схилу, а також перехресна сівба, суттєво зменшує втрати ґрунту. Але на фоні перехресної сівби зафіксовано збільшення кількості промоїн у порівнянні із звичайною сівбою, що викликано перш за все подвійним проходом агрегату по площі, а значить додатковим ущільненням і підсиленням поверхневого стоку. На посівах ярих культур (овес, гречка) змив ґрунту при сівбі уперек схилу є значно меншим у порівнянні із сівбою вздовж схилу (Моргун, Шикуча, Тарарико, 1983).

*Сівба буферних смуг.* Буферні смуги на полях сівозмін та кварталах садів створюються шляхом постійного залуження багаторічними травами та однорічними культурами вузьких смуг, розташованих контурно вздовж напрямку горизонталей. Між буферними смугами розміщують основну культуру, яка передбачена в сівозміні на цьому полі (Наукові основи..., 2004). На парі із застосуванням буферних смуг змив ґрунту суттєво зменшується. Буферні смуги в період зливових дощів зменшують швидкість поверхневого стоку води, розсіюють водні потоки, сприяють кращому усмоктуванню опадів у ґрунт, значно зменшують змив ґрунту з поля,

акумулюють в смузі зважений у воді дрібнозем. Враховуючи велику ґрунтозахисну роль, буферні смуги повинні на парах застосовуватися повсюдно (Рекомендації..., 2002).

Сівбу буферних смуг проводять звичайними зерно-туковими сівалками (2 проходи на смузі). Розміри буферних смуг та довжина міжсмугового простору залежить від ухилів схилів, агрофонів та еродованості ґрунтів. На полях із просапними культурами на схилах, підданих слабкій ерозії, роблять буферні смуги шириною 4-6 м з відстанню між ними 50-60 м. На схилах 3-7°, де ерозія виражена сильніше, ширину смуг збільшують до 8-10 м, а відстань між ними зменшують до 30-40 м (Справочник..., 1990). В залежності від природних умов, можна також розміщувати буферні смуги на відстані 80-100 м одна від одної на схилах крутістю до 3° та на відстані 30-50 м на схилах крутістю 3-5°.

Розміщення буферних смуг може змінюватись на схилах, але відсоток вкритої ними площі схилу має бути постійним. Для розрахунку протиерозійного ефекту буферних смуг можна виходити з того, що 1% площі схилу, вкритої смугами з багаторічних трав, захищає біля 10% площі, яка знаходиться під основною культурою (Наукові основи..., 2004).

Не можна проводити будь-які роботи на буферних смугах, окрім знищення бур'янів. Також необхідно слідкувати, щоб не завдати шкоди корисним ентомофагам та птахам.

Буферні смуги є ефективним заходом захисту ґрунтів від ерозії на чорних парах (Рекомендації..., 2002). Для цієї мети пропонується два види буферних смуг. Перші – з багаторічних трав чистого посіву (люцерна, еспарцет), другі – з однорічних культур (вівсяно-горохова суміш). Перші більш перспективні, так як вони більш значний час захищають ґрунт від руйнування процесами водної ерозії ніж однорічні культури.

Багаторічні трави пропонується висівати впоперек основного схилу під покрив ячменю на зерно в полі, передуючому чорному або чистому пару, смугами між соняшником або кукурудзою. Для кращого вбирання вологи на багаторічних

травах слід виконувати їх пізньоосіннє щільовання на глибину 50-60 см, розміщуючи щілини на відстані 3-4 м одна від одної.

*Сівба куліс.* В зоні сумісного прояву водної ерозії та дефляції, на чистих парах рекомендується утворювати куліси з гірчиці, коноплі та кукурудзи. Висівають їх влітку (кінець червня – початок липня), з таким розрахунком, щоб до моменту сівби озимих зернових, їх висота була 25-50 см. Норма висіву гірчиці 500-600 г/га, коноплі 1-2 кг/га, кукурудзи 5-6 насіннячок на 1 м. Розміщують куліси однорядково через 16-20 м (кратно проходу культиватора) впоперек схилів (Рекомендации..., 1984).

*Застосування післяжнивних, післяукісних та підсівних проміжних культур, різних варіантів змішаних посівів і сидератів.* Цей захід здійснюється на площах, відкритих від рослинності після збирання врожаю до сівби і розвитку наступної культури, з метою захисту поверхні ґрунту від дії дощових крапель і стоку (Наукові основи..., 2004).

Після рано зібраних попередників (зернові колосові, просо, гречка, соя, горох) захистити ріллю від ерозії можна шляхом вирощування в літньо-осінній період падалишньої або сіяної післяжнивної культури до певної фази розвитку, який припиняється дією десиканту чи морозу. В цьому випадку формується комбінований рослинно-стерньовий біологічний екран, тобто відбувається одночасне мульчування і залуження поля до сівби озимими або до початку весняно-польових робіт наступного року. Ґрунтозахисна роль агрофону обумовлюється сукупною дією розвиненої кореневої системи проміжної культури, яка оструктурює і скріплює ґрунт та надземної частини рослин, які вегетують або відмерлих рослин, що гасять енергію дощу та вітру.

З покривних культур, придатних для захисту ґрунтів від ерозії, кращим є овес, коренева система якого дуже розгалужена і за рахунок великої зони збирання майже повністю охоплює верхні шари ґрунту. Він слабо реагує на ступінь еродованості ґрунтів, швидко росте, не уражується кореневими гнилями, добре пригнічує бур'яни. Для суцільного екранування полів використовують також озиму пшеницю, жито, горох, ярі зернові колосові, які

не конкурують з основною культурою за воду та поживні речовини і вирощуються з мінімальними затратами праці, часу та коштів.

*Залуження ділянок.* Окремі ерозійно небезпечні ділянки сільськогосподарських угідь підлягають залуженню. Мова йде про ділянки із середньо- та сильноеродованими ґрунтами, які вилучені з обробітку та зі складу орних і не віднесені під заліснення (Наукові основи..., 2004).

Окрім того, на складних (поперечно-опуклих та ін.) схилах, які обмежуються сусідніми елементами гідрографічної мережі, при поперечному (або контурному) обробітку на краях полів утворюються розворотні смуги, розміщені від вододілу схилу до його основи. Їх доводиться, після обробітку основної частини поля, обробляти вздовж схилу для усунення огріхів у обробітку, а це призводить до прискорення швидкості водних потоків та підсилення ерозійних процесів із можливим утворенням промоїн і ярів. Для попередження ерозійних процесів, краї полів необхідно залужувати у вигляді крайової смуги з багаторічних трав одразу після закінчення сівби з поперечно або контурно розміщеними рядками основної культури. У подальшому ці смуги не обробляються. Ці смуги сприяють утворенню аборигенної рослинності, відтворенню природної мікро- і мезофауни. Крайові смуги мають бути достатньої ширини для розвертання відповідних сільськогосподарських машин і знарядь (Кривов, 2006; Наукові основи..., 2004).

При проведенні залуження перевага надається бобово-злаковим травосумішкам, які є довговічними і стійкими до витоптування худобою. Склад травосумішок залежить від екологічних умов їх вирощування. Видовий склад їх формується залежно від призначення травостою (сіножать, пасовище, комбіноване використання), з урахуванням районованих сортів. При залуженні схилових земель усі види робіт із обробітку ґрунту і підготовки його до сівби трав мають проводитись впоперек схилу або контурно.

Трави треба висівати тоді, коли у ґрунті є достатня кількість продуктивної вологи – навесні чи влітку (в липні-серпні), коли випадають літні опади. Літню сівбу злаково-бобових сумішок слід проводити до середини липня – принаймні початку серпня, а злакових трав – до середини вересня.

Для залуження угідь на схилових землях Лісостепу, із злакових компонентів використовують стоколос безостий, кострицю лучну, пажитницю високу, пирій безкореневищний та найбільш посухостійкі – стоколос прямий, пирій сизий, житняк вузьколистий. Із бобових для залуження схилів використовують еспарцет піщаний і люцерну синьогібридну, а в південних районах – люцерну жовту і жовтогібридну, на засолених ґрунтах – буркун білий та жовтий (Кривов, 2006; Наукові основи..., 2004).

Для залуження угідь на схилових землях Степу використовують сумішки з бобових і злакових трав: на південних схилах – еспарцет піщаний чи гібридний і житняк гребінчастий, на північних – люцерна синьо-гібридна і стоколос безостий. Це призводить до зменшення змиву ґрунту принаймні в 10 разів, посилює процеси гумусоутворення, сприяє відновленню грудкуватої агрономічно цінної структури та поліпшенню водного і повітряного режимів ґрунтів.

Вирощування багаторічних трав сприяє відновленню структурного стану ґрунту і збільшенню вмісту агрегатів, стійких до впливу води і вітру. Ґрунт збагачується на органічну масу на значній глибині і тим самим підвищується родючість. Найбільш сильно скріплюють ґрунт і захищають його від змиву злакові трави з мичкуватою, дуже розгалуженою кореневою системою. Більшість бобових трав із стрижневим коренем (люцерна, еспарцет) у меншій мірі, ніж злакові, протистоять змиву. Проте злакові в чистих посівах розвиваються гірше і утворюють менше коренів, ніж у суміші з бобовими. В травосумішах бобових і злакових трав формується особливо сильна коренева маса, що добре скріплює ґрунт як у поверхневих, так і в більш глибоких шарах.

Такі суміші залишають у ґрунті корневих решток у 3-5 разів більше, ніж однорічні культури. Ці рештки здатні забезпечити утворення в ґрунті великої маси гумусу, що рівноцінно застосуванню значних доз гною.

Додаткову інформацію про технології залуження схилених земель можна знайти у роботі (Технологія..., 2003).

*Застосування суцільного або смугового мульчування та залишення на поверхні рослинних решток є ефективним ґрунтозахисним прийомом у осінній та весняний періоди (Наукові основи..., 2004). Рослинні рештки захищають поверхню ґрунту від дії дощових крапель і стоку, запобігають замулюванню ґрунтових капілярів та утворенню кірки на поверхні, внаслідок чого водопроникливість ґрунтів зберігається на належному рівні. Мульчування знижує змив ґрунту як шляхом гасіння кінетичної енергії крапель дощу, так і зниженням швидкості стоку, в результаті чого послаблюється струмкова ерозія. Створені із рослинних решток перепони для поверхневого стоку сприяють зменшенню швидкості водного стоку і зниженню втрат ґрунтових часток.*

Крім того, рослинні рештки сприяють зменшенню втрат вологи на фізичне випаровування, покращенню снігонакопичення та зменшенню глибини промерзання ґрунту в зимовий період.

Не прямий позитивний вплив рослинності та рослинних решток на ерозійно небезпечні ґрунти обумовлений зміною фізичних, хімічних й біологічних властивостей ґрунтів у напрямку підвищення їх протиерозійної стійкості (Швебс, 1981).

Мульчування можна поділити на поверхневе й глибинне. Перше з них полягає у покритті мульчею поверхні ґрунту (Швебс, 1981). Друге – у заповненні мульчуючими матеріалами траншей різного роду. В якості мульчі можуть бути використані матеріали органічного й мінерального походження, а також штучні. Органічна мульча – це рослинність та її рештки. Окрім свого прямого призначення, органічна мульча після розкладення удобрює ґрунт. Мульча мінерального походження – це крупний пісок, гравій, дрібне каміння.

Якщо органічна мульча більш підходить для поверхневого мульчування, то мінеральна – для глибинного, так як вона там не гниє й довше зберігає поглинальні властивості ґрунту. Штучна мульча – зазвичай продукт хімічної промисловості або її відходи. Частіше це штучні плівки, утворені з парафіністого відстою або губчаті речовини, наприклад, паралон. Штучна мульча безпосередньо примикає до полімерів, які застосовуються для штучного утворення водостійкої (та вітростійкої) структури ґрунту (Швебс, 1981).

Істотно знижує ерозію і втрати вологи рівномірне покриття 60-80% площі поля післяжнивними рештками попередника, що в перерахунку на еквівалент зернових колосових становить близько 2-4 т/га.

Як правило, до визначеної межі зберігається зворотна залежність між кількістю мульчуючого матеріалу та змивом ґрунту. Для зменшення втрат ґрунту від ерозії потрібно залишати на поверхні незагорнутими таку кількість післязбиральних решток зернових колосових: на піщаних ґрунтах – не менше 19 ц/га, супіщаних та суглинкових – 13, пілуватих-суглинкових – 11 ц/га. При плануванні ґрунтозахисного обробітку виходять із того, що за один прохід чизеля залишаються незагорнутими 75% післязбиральних решток попередника, дискових знарядь – 50-60 і плоскорізів – 85-90% (Наукові основи..., 2004).

Кількість рослинних решток на поверхні ґрунту полів сівозмін можна підвищити такими способами:

- збільшенням у сівозмінах культур суцільного висіву;
- серед групи просапних культур підвищенням частки високостеблових культур та зменшенням частки низькостеблових;
- підвищенням врожайності культур;
- **використанням проміжних посівів;**
- проведенням якомога меншої кількості операцій з обробітку ґрунту, особливо у ерозійно небезпечні періоди;
- зменшенням кількості проходів сільськогосподарської техніки;
- зменшенням швидкості агрегатів під час обробітку ґрунту;
- використанням голчастих борін замість зубових;

- застосуванням культиваторів із прямими лезами (Наукові основи..., 2004).

Мульчування ґрунту післяжнивними рештками в Степу відіграє особливо важливу роль при вирощуванні просапних культур і утриманні чистого пару, який вважається найбільш уразливим полем сівозміни. Призупинити ерозію і деградацію ґрунтів на рівнині та схилах можна за рахунок переходу від чорних парів до ранніх, зважаючи, що останні повністю забезпечені від видування в зимово-весняний період, а стік талої води тут не викликає значних розмивів ґрунту.

Протидія раннього пару ерозії літніх злив зростає за наявності на поверхні понад 2,5 т/га рослинного субстрату, збереження якого досягається шляхом перенесення строків основного обробітку ґрунту на травень і проведення його безполицевими знаряддями за глибини спущення 12-16 см, зменшення кількості технологічних операцій, заміною культивацій боронуванням, застосуванням гербіцидів. Для мульчування в пару найбільш доцільні грубі довго перегниваючі післяжнивні рештки кукурудзи, сорго, суданської трави, частково загорнуті і перемішані з верхнім шаром ґрунту. У цьому випадку поверхня ґрунту стає шорсткою і краще вбирає воду, одночасно послаблюються процеси кіркоутворення, замулення і блокування пор.

Мульча, внесена в пару, створює передумови для закріплення азотних сполук мікробним комплексом, що здійснює розклад органічних речовин, гальмує процеси нітрифікації у першу половину літа, призупиняє надмірне залучення у кругообіг поживних речовин, завдяки чому зменшуються їх втрати не тільки від водної та вітрової, але й від біологічної ерозії ґрунту.

При вирощуванні просапних культур, які в Степу розміщуються переважно після стерньових попередників, найкраще захищені від руйнування взимку і рано весною агрофони, де планується проводити весняний обробіток або пряму сівбу. Вони характеризуються підвищеною буферною, кольматуючою і утримуючою здатністю, що сприяє суттєвому зниженню швидкості повітряних потоків, перехопленню і акумуляції талої води. Високий



ступінь збереження і покриття поверхні післяжнивними рештками в цей період забезпечує зяблевий плоскорізний, безполицевий та чизельний обробіток ґрунту. Більшою мірою позитивний вплив стерні на мікроклімат поля і розвиток стоково-ерозійних процесів проявляється в умовах посиленої вітрової активності, в роки з наднормативною сумою твердих опадів, на пологих односкатних схилах за відсутності улоговин.

На час сівби кукурудзи та соняшнику з використанням елементів традиційної технології (закриття вологи, дві допосівні культивації) кількість післяжнивних решток зменшується до критичної позначки 80-100 шт/м<sup>2</sup> (0,7-0,9 т/га), а проєктивність не перевищує 20-25%. Такий агрофон втрачає протиерозійну здатність вже при випаданні дощу середньої інтенсивності та швидкості вітру 12-15 м/хв.

Підвищення вологозберігаючої і ґрунтозахисної ефективності мульчування при вирощуванні просапних культур досягається, головним чином, за рахунок залишення усієї або частини побічної продукції в межах поля, скорочення числа механічних обробітків і застосування технічних засобів, які менше загортають рослинні рештки в ґрунт: комбінованих агрегатів, ґрунтообробно-посівних комплексів, сівалок для прямої сівби.

Зазначені вище переваги мульчування ставлять цей прийом до ряду найбільш ефективних протиерозійних заходів. Однак на сьогоднішній день мульчування застосовується не досить широко через нестачу самої мульчі. З метою економії ресурсів рекомендовано замість суцільного мульчування робити смуги із мульчі. Смугове мульчування є також досить ефективним протиерозійним прийомом. Але, необхідно враховувати й негативний бік смугового мульчування – його застосування призводить до нерівномірних відтавання й дозрівання ґрунту (Швебс, 1981).

*Контурна посадка багаторічних насаджень.* Цей захід застосовують у регіонах зі складним рельєфом (особливо це стосується гірських регіонів). В таких регіонах з протиерозійною метою сади і виноградники на схилах розташовують контурно (Шикула, 1968).

*Смугове розміщення культур* є одним із найбільш ефективних фітомеліоративних заходів, який має величезне значення в умовах контурного розміщення меж угідь, полів і робочих ділянок. Смугове розміщення культур з метою захисту ґрунтів від водної ерозії застосовується в полях сівозмін на схилах протяжністю понад 200 м і крутизною більше 2°, впоперек схилу або контурно (Наукові основи..., 2004). Сутність цього заходу полягає в тому, що поле займають не однією культурою (або паром), а двома і розміщують ці культури не суцільними посівами, а смугами певної ширини, які чергуються (ширина залежить від геоморфологічних умов). Чергують між собою, як правило, смуги культур суцільної сівби із смугами зябу чи пару (Методические рекомендации..., 1982), або смуги багаторічних трав із смугами просапних чи ярих зернових, або інші варіації. У цьому випадку більш повно використовуються захисні властивості сільськогосподарських культур, тому що чергування в смугах дозволяє поєднувати різні за ерозійною небезпекою агрофони. На смугах з різною шорсткістю, проективним покриттям, агротехнічним нанорельєфом і водопроникністю успішно гальмується стік та відбувається його поглинання. Ґрунт, змитий на окремих смугах (пар, просапні культури), затримується сусідньою смугою з іншим агрофоном (багаторічні трави, культури суцільної сівби).

Ширина смуг коригується з урахуванням крутизни схилу, агрофону, типу ґрунту і кратності проходу посівних агрегатів. Найбільший ефект дає смугове розміщення культур за оптимального розміру ширини смуг, який залежить від крутості схилів і повинен бути кратним ширині захвату основних машин та знарядь. На схилах до 3° ширина смуг становить: при чергуванні багаторічних трав із просапними не більше 60-70 м, ярими зерновими не більше 60-70 м, озимими зерновими не більше 140-150 м. При чергуванні озимих і ярих зернових з просапними ширина смуг, як правило, не повинна перевищувати 60-70 м (Наукові основи..., 2004). За іншими даними (Рекомендації..., 2002), на схилах крутістю до 2° ширина смуг може бути від 84

до 105 м; на схилах крутістю від 2 до 3° – від 63 до 84 м; на схилах крутістю від 3 до 5° – від 42 до 63 м, а на схилах крутістю більше 6° – ширина смуг повинна бути в межах 21 м.

Рекомендована ширина смуг залежно від крутизни схилу та агрофону наводиться у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8. Ширина смуг залежно від крутизни схилу та агрофону, м (Рекомендації..., 1984)

Крутизна схилу, °	При чергуванні багаторічних трав			При чергуванні озимих і ярих зернових суцільної сівби	
	з чистим паром	з просапними	з ярими зерновими	з чистим паром	з просапними
3	58,8-67,2	75,6	75,6	50,4-75,6	67,2-75,6
4	42,0-50,4	50,4-67,2	75,6	33,6-42,0	50,4-58,8
5	25,2-33,6	42,0-50,4	58,8	-	42,0-50,4
6	-	33,6	50,4	-	25,2-33,6
7	-	-	42,0	-	-
8	-	-	28,8-36,0	-	-
9	-	-	21,6-28,8	-	-

На легких ґрунтах смуги мають бути більш вузькими, на важких – більш широкими. Оптимальну ширину смуг у кожному конкретному випадку слід встановлювати за найбільш небезпечною в ерозійному плані культурою сівозміни, враховуючи парне число проходів посівних агрегатів. Смугове розміщення посівів не потребує спеціальної техніки та серйозних змін в технології вирощування сільськогосподарських культур. Найбільш висока ефективність техніки забезпечується за ширини смуг 25,2-33,6 м та довжині 750 м (Рекомендації..., 1984).

Корисна дія смугового розміщення культур проявляється у наступному (Методические рекомендации..., 1982):

- збільшується висота снігового покриву;
- накопичуються та зберігаються запаси продуктивної вологи у ґрунті;
- розподіл вологи по схилу стає більш рівномірним;
- покращуються мікрокліматичні умови;

- поверхневий стік уповільнюється та розсіюється, завдяки чому зменшується змив та розмив ґрунту;

- у смугах з більш високою шорсткістю відкладаються наноси ґрунтового дрібнозему.

Протистоківі смуги розміщуються перпендикулярно основному напрямку переміщення по схилу рідкого стоку або з допустимим відхиленням від напрямку горизонталей. Такі смуги можуть бути:

- паралельні, тобто розміщені упоперек загального схилу, але не строго по горизонталях;

- контурні, тобто розміщені в напрямку горизонталей;

- контурно-паралельні, тобто розміщені в основному вздовж горизонталей з допустимим відхиленням від них;

- контурно-паралельні із залуженням основних улоговин (водостоків).

В умовах нестійкого та недостатнього зволоження смуги розміщують вздовж горизонталей. Відхилення робочих ходів допускаються не більше  $0,5^\circ$ . У зоні надмірного зволоження смуги мають забезпечувати ерозійно безпечне відведення стоку, що досягається розміщенням меж смуг із нахилом до  $2-3^\circ$  до напрямку горизонталей (Кривов, 2006; Наукові основи..., 2004).

При плануванні та проведенні смугового розміщення культур слід мати на увазі наступне:

- ширину смуг можна зменшувати або дещо збільшувати з метою узгодження її з шириною захвату агрегатів;

- на схилах із контурним розміщенням смуг, їх краї слід відводити під залуження, щоб забезпечити захист ґрунтів при розворотах сільськогосподарської техніки;

- при розміщенні смуг з культурами і агрофонами, які слабо захищають ґрунт від ерозії, необхідно мати на увазі, що треба забезпечувати відведення під такі агрофони не більше половини площі схилу протягом одного сезону (Наукові основи..., 2004).

За правильного розміщення смуг з максимальним їх суміщенням з горизонталями схилів та за оптимального чергування культур по смугах, зливовий змив ґрунту з поля суттєво зменшується. Змитий зі смуг пару, зябу або просапних культур ґрунт відкладається в смугах озимини або багаторічних трав, а волога дощів краще вбирається ґрунтом. Відхилення смуг від горизонталей різко знижує їх ґрунтозахисний ефект і може призвести навіть до посилення розвитку ерозійних процесів у зв'язку з концентрацією стоку води по межах смуг.

Завдяки покращенню водного режиму ґрунтів та практичному припиненню їх змиву та розмиву, при смуговому розміщенні культур в сівозміні врожайність істотно збільшується порівняно із суцільним вирощуванням (в середньому на 20-25%).

*Сівба у міжряддях багаторічних насаджень буферних смуг з багаторічних трав і **однолітніх** культур, черезрядне залуження міжрядь, мульчування міжрядь.* Ці заходи застосовують у садах та виноградниках для захисту ґрунтів міжрядь від змиву. Буферні смуги висіваються у міжряддях впоперек схилу (або контурно) з гречки, фацелії, вівса та інших культур, шириною 1-3 м через 3-4 ряди дерев за ухилів до 2° або через 1-2 ряди дерев за ухилів 2-5°. Буферні смуги у міжряддях саду зміщують в один бік міжрядь (краще у бік вододілу), а залишкову частину оброблюють за типом чорного пару (Шикула, 1968). Ділянки міжрядь, які є незахищеними рослинним покривом можуть вкриватись мульчею з протиерозійною метою. За суттєвого розмаху ерозійних процесів застосовують черезрядне залуження міжрядь.

*Поверхнєве і корінне поліпшення луків і пасовищ на схилах* дозволяє збільшити їх продуктивність в 5-6 разів (Рекомендації..., 1984).

Поверхнєве поліпшення передбачає проведення таких заходів як часткове руйнування дернини шляхом її дискування, щілювання ґрунту, підсів багаторічних трав, поверхнєве внесення добрив, деякі інші прийоми.

Корінне поліпшення передбачає обробіток ґрунту (з достатньою глибиною гумусового горизонту) відвальними плугами на глибину від 20-22 до 30-35 см або на глибину 6-8 см дисковими лушильниками у 3-4 сліди.

Корінне поліпшення пасовищ на схилах передбачає також міри боротьби з ерозією ґрунтів. Тому на крутих схилах рекомендується здійснювати прискорене поліпшення з висіванням багаторічних трав безпосередньо по зраному і добре розробленому пласту. На пологих схилах, де інтенсивність процесів ерозії є невеликою корінне поліпшення здійснюють з підсівом попередніх культур (просо, горох, ячмінь, озимі культури, сорго, суданська трава). Ці культури вирощують 1-2 роки, а потім висівають багаторічні трави та використовують їх протягом 4-5 років (Рекомендации..., 1984).

На крутих схилах застосовують також черезсмугове поліпшення пасовищ, коли освоєння схилів здійснюється у два прийоми (в 2-3 роки), поперечносхилівими смугами шириною 6-10 м (Рекомендации по проведению..., 1964).

Більш детальна інформація про поверхнєве та корінне поліпшення пасовищ наводиться у роботах (Рекомендации по защите..., 1970; Рекомендации..., 1984).

*Освоєння ґрунтозахисних пасовищезмін на схилових землях.* Цей захід застосовують на природних кормових угіддях, які розташовані на крутих схилах. З метою забезпечення захисту схилових ґрунтів пасовищ від ерозії, випас худоби на ерозійно небезпечних ділянках регулюється. При цьому застосовують нормування випасу, періодичний відпочинок (двох-трьохрічний) пасовищ та заборону випасу худоби в певні періоди (Рекомендации..., 1975; Шикула, 1968).

*Черезсмугове освоєння малопродуктивних схилів під посіви кормових культур.* Цей захід застосовують на малопродуктивних пасовищах з розрідженим травостоєм. Для запобігання розвитку ерозійних процесів на таких угіддях корінне поліпшення (див. вище) доцільно проводити

поперечними (контурними) смугами. Наприклад, на половині смуг (через одну) проводять необхідну кількість обробок і сівбу багаторічних трав, а на другий чи третій рік, коли на цих смугах з'явиться добрий травостій, проводять такі ж заходи і на другій половині смуг. Ширина таких смуг залежить від крутизни схилу і не повинна перевищувати 20-40 м (Технологія..., 2003).

Черезсмугове освоєння схилів, сильно порізаних улоговинами слід проводити лише після зарегулювання стоку на всій площі водозбору (Рекомендации..., 1975).

*Залуження водостоків.* Штучні водостоки з трав'яним покривом призначені для безпечного скидання водного стоку.

Для безпечного скидання води, що стікає поверхнею орних та інших земель, можна використовувати штучні водостоки з трав'яним покривом, які мають трапецієподібну або параболічну форму (Рекомендации..., 1984).

Швидкість руху води у таких водостоках може коливатися від 60 до 90 см/с (нижній поріг) і до 150-180 см/с (верхній поріг). Ухил водостоків від 0,5 до 6°, а в окремих випадках (на ерозійно стійких ґрунтах) до 8°. На більш крутих ухилах необхідно споруджувати бетонні перепади і водозливи для зменшення градієнту падіння води.

Для ґрунтів, що легко зазнають ерозії, ширину каналу трапецієподібної форми при заданих витратах води наведено у таблиці 4.9.

Таблиця 4.9. Пропускна здатність водоприймачів (м<sup>3</sup>/с) з розвинутим трав'яним покривом русла за допустимої швидкості води 1 м/с (Рекомендации..., 1984)

Глибина води, мм	Ширина водостоку, м					Ухил
	10	20	30	40	50	
150	0,92	1,84	2,76	3,68	4,60	1:20
200	1,20	2,40	3,60	4,80	6,00	1:40
250	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	1:60
300	1,75	3,50	5,25	7,00	8,75	1:80
350	2,05	4,10	6,15	8,20	10,25	1:110
400	2,31	4,62	6,93	9,24	11,55	1:140

Споруджувати водостоки з трав'яним покривом доцільно в періоди очікуваного мінімального стоку (друга половина літа і початок весни). До вкорінення рослинності стік слід відводити від водостоку, що споруджується. Трапецієподібна форма водостоків звичайно застосовується у природних лощинах і улоговинах, а параболічна – на рівних місцях, коли не має яких-небудь природних скидів води.

Перевага водостоків трапецієподібної форми полягає у тому, що природна рослинність на дні зберігається і її можливо використовувати, не чекаючи штучного залуження. Недолік цього перерізу – необхідність підвозити ґрунт для відсипки валів. Переріз і ухил природних лощин, що використовують для спорудження водостоків, не завжди дозволяють регулювати і підтримувати рівномірну швидкість течії по всій довжині водостоку. Тому швидкість течії води у таких водостоках місцями може бути більшою, де і буде виникати розмив ґрунту, а місцями малою, де виникне осадження ґрунту і замулення трав'яного покриву з подальшим його випадінням.

Кращими рослинами для залуження водостоків є злакові багаторічні трави. Основні вимоги до них під час залуження водостоків: рослинні види не повинні боятися тимчасового затоплення і часткового замулення, вони мають добре захищати ґрунт від змиву та розмиву, бути довговічними, посухо- і морозостійкими, а також адаптованими до клімату і місцеположення.

Низові злаки, до яких відносять райграс пасовищний, мятлик луковий, овсяниця червона, найбільш придатні до залуження водостоків. Вони витримують інтенсивний випас і витоптування, тимчасове затоплення і часткове замулення, а також добре захищають ґрунт від змиву та розмиву.

Кореневищно-пухкокущові рослини – лисохвіст луковий, мятлик луковий, а також деякі форми овсяниці червоної, що має змішаний вид кущення – найбільш придатні для залуження водостоків з трав'яним покривом.



Добрі результати отримано при залуженні водостоків полевицею побігоутворюючою. Ця довголітня морозостійка культура формує стійкий до розмиву дерен за вегетативного та насінневого розмноження, добре розвивається у місцях з різко змінними умовами зволоження, а також переносить замулення і витоптування, невибаглива до вмісту поживних речовин у ґрунті, тобто за усіма показниками придатна для залуження русел водостоків з трав'яним покривом (Рекомендації..., 1984).

Про технології залуження водостоків та підбір трав для цього заходу більш докладно викладено у роботах (Гудзон, 1974; Моргун, Шикула, Тарарико, 1983).

До прийомів *протиерозійного обробітку ґрунту* відносять:

- обробіток упоперек схилу, контурний обробіток та обробіток з утворенням похилих борозен;
- глибоку оранку та оранку з ґрунтопоглибленням;
- ступінчасту оранку;
- безполицевий обробіток ґрунту зі збереженням стерні;
- плоскорізний, чизельний, мінімальний та нульовий обробіток ґрунту;
- луцення стерні та дискування ґрунту;
- комбіновану полицево-безполицеву оранку;
- створення на полях під зябом і паром в ерозійно небезпечні періоди протиерозійного нанорельєфу: борозен, переривчастих борозен, валиків, лунок, мікролиманів;
- щілювання та кротування ґрунту;
- коткування ґрунту з одночасним щілюванням, а також з одночасним валкуванням і щілюванням;
- сівба стерньовими сівалками з одночасним формуванням переривчастих борозен;
- сівба культур з одночасним утворенням борозен;
- переривчасте борознування і щілювання ґрунту при обробітку міжрядь просапних культур;

- застосування раннього пару;
- снігозатримання та регулювання сніготанення.

*Обробіток упоперек схилу, контурний обробіток та обробіток з утворенням похилих борозен.* Прийоми обробітку ґрунту (оранка, боронування, культивування, сівба, міжрядний обробіток тощо) на схилах певної крутизни необхідно застосовувати впоперек схилу або контурно. Упоперек схилу обробляють ґрунт за ухилів  $0,5-1^\circ$  і більше. За ухилу  $1-2^\circ$  поверхневий стік на зябу, зораному упоперек схилу, у 3-4 рази менше, ніж при оранці уздовж схилу. А за ухилу до  $1,5^\circ$  у результаті оранки впоперек схилу стік може бути зарегульований цілком.

Однак ефективне використання цього прийому обмежене ухилами  $2-3^\circ$ , оскільки із збільшенням ухилу місткість поверхневих мікродепресій, що створюються на поверхні ґрунту за поперечного обробітку, зменшується, а при їх переповненні можливе утворення „лавинного” ефекту, здатного викликати значну руйнацію ґрунту (Швебс, 1981).

Кажучи про поперечну гребенисту оранку як про протиерозійний захід, слід відмітити наступне: 1) прийом є ефективним для схилів без улоговин з ухилами до  $2-3^\circ$ ; 2) ефективність його змінюється в роки з різною водністю, а також на схилах з різними ухилами (Швебс, 1981).

Для усунення можливого негативного впливу поперечної оранки на ґрунти, які розташовані на схилах із значним ухилом, запропоновано нові прийоми обробітку ґрунту, які базуються на зміні морфоструктури мікропоглиблень (Швебс, 1981).

**Похилі борозни з перемичками** представляють собою борозни з відвалами, проведеними таким чином, що вздовж борозни існує ухил  $0,5-1,0^\circ$  (Швебс, 1981). На певній відстані одна від одної, в самій борозні утворюються перемички. Принципова відмінна особливість цього прийому – те, що перемички робляться нижчими ніж висота борозни ( $0,95-0,90$  висоти борозни). Це забезпечує затримання води і в той же час при переповненні борозни виключає можливість прориву відвалу: так як перемичка нижче відвалу, то вода

підє через неї вздовж борозни. Невеликий ухил борозни забезпечує стїк надлишкової води з дуже малими швидкостями, які не здатні проводити розмив ґрунту. Вода скидається у водовідвідну канаву і далі у водостїк. Похилі борозни з перемичками можуть затримувати більше води, ніж за переривчастого борознування, тобто сприяють більш повному поглинанню вологи схилами. В той же час вони взагалі виключають можливість стїкання води по лініях максимального ухилу, чого не скажеш ні про жоден з існуючих прийомів.

Відстань між перемичками визначається їх висотою й кутом нахилу борозни (Швебс, 1981).

**Перехресне борознування** полягає у наступному. При обробці схилу проводиться оранка з утворенням борозен вздовж схилу або під кутом до напрямку його падіння, по суті, в будь-якому напрямку. Для затримання на схилі шару водовіддачі проводиться похиле перехресне борознування. Борозни проводяться на відстані, яка залежить від ухилу схилу. Кут нахилу самих борозен вибирається  $1-2^\circ$  (тим більше, чим більше ширина схилу). Причому борозни проводяться так, щоб відвал був розташований вгору по схилу, а не вниз, як це робиться зазвичай, і в цьому принципова відмінна особливість прийому. Відвал створює перешкоду для стоку. При стокоутворенні на схилі після того, як рівень води в борозні досягає рівня відвалу, вода починає стїкати не вниз по схилу, як це буває при всіх водозатримуючих прийомах, а у верхню водовідвідну борозну. Такий характер стоку забезпечується вибором відстані, значення якої визначається з урахуванням висоти гребеня похилої борозни, кута нахилу схилу, ширини похилої борозни або відвалу та коефіцієнту руйнування борозни (Швебс, 1981). В даному випадку цей коефіцієнт виконує, крім того, роль гарантійного коефіцієнта. Зменшення його на 10-15% значно збільшує гарантію того, що вода не переллється крізь гребінь через його руйнування.

Необхідно зазначити, що, як би ретельно не проводився обробіток, завжди можливо по тим чи іншим причинам руйнування борозни. У всіх існуючих прийомах це призводить до утворення концентрованого стоку й

розмиву ґрунту. У запропонованому прийомі не відбувається ніяких руйнувань, так як при переливі через гребінь вода просто потрапляє в борозну, яка розташована нижче й відводиться, як і раніше, по водовідвідній мережі (Швебс, 1981).

**Валкування з перехресним борознуванням** являє собою різновид перехресного борознування і характеризується тим, що прорив по схилу виключається тут в будь-яких, самих несприятливих випадках і гарантія цьому – не тільки надійність закладки (технологія виготовлення), але й особливість будови всієї системи. Для створення такого виду обробки можуть застосовуватися звичайні сільськогосподарського знаряддя.

Прийом нагадує хрестування зябу, хоча ця схожість суто зовнішня, оскільки хрестування в своєму первісному вигляді являє серію борозен, які проведені через 2-4 м вздовж і впоперек схилу, а в місцях перетину борозен насипаються перемички. Більш сучасний прийом хрестування, відомий під назвою мікролимани Мажарова, здійснюється плугом з подовженою полицею на останньому корпусі й пристосуванням, яке насипає поперечні валики між повздовжніми.

Один з важливих параметрів запропонованих систем – кут нахилу поперечних борозен. Він рекомендується для загального випадку в діапазоні 1-2°. При виборі його необхідно мати на увазі, що для широких полів кут нахилу поперечних борозен береться більше, ніж для вузьких, а при улоговинах на схилі і при виборі напрямку похилих борозен – не відносно горизонталей, а відносно загального падіння схилу; величина куту нахилу підбирається так, щоб мінімальний ухил борозни був не менше 1° (Швебс, 1981).

Все більше поширення на сьогоднішній день набуває контурна оранка, яка також організує нанорельєф поверхні ґрунту таким чином, що він сприяє мінімізації поверхневого стоку і його відводу з ерозійно небезпечною швидкістю (Предварительные требования..., 1988; Тараріко, Вергунов, 1999).

*Глибока оранка і оранка з ґрунтопоглибленням.* Глибока оранка збільшує водопроникливість ґрунтів (Методические рекомендации..., 1982). Глибока

культурна оранка (на глибину 25-30 см) виконується звичайними плугами. На солонцюватих, змитих та інших ґрунтах з незначним гумусовим горизонтом виконується або оранка з ґрунтопоглибленням, або глибокий безполицевий обробіток ґрунту. Глибокий безполицевий обробіток виконується плугами без полиць на глибину до 40 см. Стерня, що збереглася після зернових культур, сприяє нагромадженню снігу, зменшує промерзання ґрунту, поліпшує його водопроникливість, скорочує стік і змив ґрунту. Оранка упоперек схилу з ґрунтопоглибленням (20-22 см плюс 12-15 см унаслідок поглиблення) збільшує запаси води в ґрунті до 20-30 мм (Каштанов, Заславский, 1984; Сазонов и др., 1984). Найбільш ефективна з точки зору загального скорочення стоку глибина оранки 27-30 см; більш глибока оранка, як правило збільшує водопроникність, але в недостатній мірі. Найбільш сприятлива дія глибокої оранки на стік проявляється в середні по водності та багатоводні роки. У більшості випадків стік зменшується на 0,8-4,0 мм на кожен сантиметр поглиблення орного шару (Методические рекомендации..., 1982).

У Поліссі поглиблення орного шару ґрунтів з неглибоким гумусовим горизонтом (ясно-сірих, сірих опідзолених, дерново-підзолистих та бурих лісових) проводять плугами з ґрунтопоглиблювачами, чизелями, плоскорізами, розпушувачами (РУ-45, РУ-60).

У Степу глибокий (25-30 см) обробіток створює необхідні умови для росту і розвитку рослин, але особливого значення він набуває на важких за механічним складом ґрунтах (вміст фізичної глини понад 45%) та солонцюватих з наявністю ілювіального прошарку, безструктурних і схильних до переущільнення. Позитивно реагують на глибоке розпушування просапні культури, особливо коренеплоди, багаторічні трави і зернобобові. Доцільність глибокого обробітку в сівозміні визначається також необхідністю знищення коренепаросткових бур'янів та загортання органічних добрив і рослинних решток, що тривалий час мінералізуються в ґрунті. Тривалість післядії такого обробітку в сівозміні зростає на структурних, добре гумусованих ґрунтах і різко знижується при використанні важкої колісної техніки (Наукові основи..., 2004).

Після зернової кукурудзи і сорго, коли на полі залишають усю побічну продукцію, перевагу для основного глибокого обробітку ґрунту на зяб слід надавати висококліренним оборотним плугам зі змінною шириною захвату корпусів типу Варі-Діамант 160, які забезпечують гладку оранку на глибину від 20 до 30 см при широкому діапазоні зволоження ґрунту і масі рослинних решток у кількості до 10 т/га без попереднього їхнього подрібнення. Порівняно зі звичайною оранкою загінним способом, такий обробіток на схилах крутизною до 3° краще регулює стік талої води і значно зменшує змив ґрунту. Завдяки вирівняності поверхні на цих ділянках продуктивно використовується техніка навесні і більш якісно виконуються всі технологічні операції, пов'язані з підготовкою ґрунту і сівбою (Наукові основи..., 2004).

Чим глибше оброблений ґрунт, тим швидше він всмоктує воду та зменшує поверхневий стік і змив ґрунту (Моргун и др., 1983). У випадку ж концентрації водних потоків розпушений шар легко розмивається. Досить добрі результати на схилах забезпечує оранка із ґрунтопоглибленням. При цьому на бідних змитих ґрунтах не вивертаються на поверхню нижні шари, що дає можливість у верхньому шарі зберегти запаси гумусу і у той самий час забезпечити спущення ущільненого підорного шару. Ґрунтопоглиблення досягається при обробітку плугом зі спеціальним робочим органом – ґрунтопоглиблювачем, що являє собою стрілчасту лапу, яка кріпиться до стійки плугу. Ширина її захвату зазвичай становить дві третини ширини захвату корпусу.

Глибокий обробіток із залишенням на поверхні верхнього шару ґрунту можна проводити плугом з вирізними корпусами. Технологічний процес роботи вирізного корпусу полягає у наступному. Розпушений пласт піднімається на леміш. Ріжуча кромка полиці розділяє пласт на дві частини: нижня проходить через виріз і укладається на дно борозни без обертання. Верхня частина пласта полицею обертається у сусідню борозну. Такий обробіток доцільно проводити на ґрунтах з неглибоким гумусованим шаром.

На Поліссі, де глибина основної обробки ґрунту прийнята 20-22 см для ґрунтопоглиблення можна застосовувати плуги з вирізними полицями. У Лісостепу ними орють на глибину 25-27 см на середньо- та сильноеродованих ґрунтах, щоб не допустити вивертання на поверхню малородючого нижнього перехідного шару або ґрунтоутворної породи. У західних районах України такий прийом зменшує змив ґрунту та підвищує запаси вологи, особливо у верхніх шарах. Однак це уповільнює дозрівання ґрунту у весняний період за рахунок його перезволоження. Тому у Передкарпатті на схилах необхідно застосовувати водоскидаючий гончарний дренаж, а також оброблювати ґрунт під невеликим кутом до напрямку горизонталей місцевості (Моргун і др., 1983).

Однак, за деякими даними, ефективність спускування (оранки) є тим меншою, чим більше запаси води в сніговому покриві, тобто чим більше стік (Швебс, 1981). В роки з дуже великими запасами снігу вплив зяблевої оранки на стік, особливо максимальний, виявився зникаюче малим або навіть спостерігалось збільшення стоку. Враховуючи те, що змив формують не звичайні (середні), а визначні паводки, позитивна роль зяблевої оранки в даному процесі сумнівна. Тим більше, що цей стік (у визначний паводок) виникає при пухкому ґрунті, який легше розмивається (в 3-15 раз). По мірі виникнення змитого ґрунту негативні наслідки зяблевої оранки підсилюються й починають безумовно переважати над позитивними, особливо на схилах зі значним ухилом.

Позитивні сторони зяблевої оранки проявляються у збільшенні врожаю відразу, в цей же рік. Їх легко врахувати й обрахувати. Негативні ж наслідки накопичуються поступово, сумуються з попередніми, руйнуючи в ряді випадків земельні ресурси.

Немає сумніву, що співвідношення позитивних й негативних сторін зяблевої оранки в різних фізико-географічних умовах є різним. Але і в межах одного природного району це співвідношення змінюється в залежності від рельєфу й змитості ґрунту.

Позитивний ефект зяблевої глибокої оранки переважає над негативним у межах першої групи земель (див. вище). Але вже в межах другої групи земель, де, як правило, ухили значні й ґрунт більш змитий, негативні наслідки починають переважати, досягаючи погрожуючих розмірів на межі із землями третьої групи. Зяблева глибока оранка у межах земель третьої групи рівносільна навмисному посиленню ерозії.

Звідси, все більшого значення в ерозійно небезпечних регіонах набувають мінімальні технології обробітку ґрунту (Швебс, 1981).

*Ступінчаста оранка.* Ступінчаста оранка ґрунту проводиться за обробки впоперек схилу плугом з парною кількістю корпусів, у якого парні корпуси орють на звичайну глибину (22-25 см), а непарні – на 12-15 см глибше. Для цього їх стійки подовжують спеціальними приставками. Всі корпуси працюють з полицями. В результаті плужний слід стає не рівним як при роботі усіх корпусів на одну глибину, а ступінчастим. Ступінчастість сліду перешкоджає водному стоку (Воробьев и др., 1977).

*Безполицевий обробіток ґрунту зі збереженням стерні.* Під безполицевим обробітком ґрунту розуміють, в загальному випадку, технологічні прийоми обробітку, які не передбачають обертання скиби.

З точки зору вологозбереження і протиерозійної агротехніки безполицевий обробіток найбільш прийнятний після стерньових попередників, де завдяки високій вирівняності поверхні і рівномірному мульчуванню рослинними рештками дає змогу виключити весняне боронування і проміжну культивуацію з технологічної схеми вирощування кукурудзи та соняшнику.

Безполицевий обробіток (на фоні дискування) в системі ґрунтозахисного землеробства доцільний після соняшнику під ранні зернові колосові культури. В цьому випадку він забезпечує високу сепарацію розпиленого ґрунту вниз по профілю, подрібнення і виштовхування на поверхню коренів багаторічних бур'янів і післяжнивних решток, раніше загорнутих у ґрунт дисковими знаряддями. За такою обробітку, до 10 % пилюватих частинок, грудочок і внесених мінеральних добрив виявляли на дні борозни, а оструктурені агрегати,



підняті поширювачем лемеша, розміщувались нерідко в середині орного шару і навіть на поверхні ґрунту.

Від плоскорізного безполицевий обробіток відрізняється тим, що проводять його знаряддями з більш вузькими робочими органами, коротшими і крутіше поставленими лемешами, які інтенсивніше кришать скибу, частково сепарують розпорошений верхній шар у глибину і рівномірно мульчують поверхню ґрунту післяжнивними рештками. Здійснюється плугами, обладнаними корпусами для безполицевого розпушення ПРН-31000, ЛП-35, КБ-35 або плугами типу „Параплау”, ПРПВ-5-50.

У Поліссі України безполицевий обробіток набуває принципового значення, тому що він не лише захищає ґрунт від ерозії, а і забезпечує відсутність переміщення родючого ґрунту в нижні шари при одночасному збільшенні залучення до верхніх кореневмісних шарів неродючого та токсичного матеріалу нижніх горизонтів, що має місце при глибокому полицевому обробітку (Захист ґрунтів..., 1986). На схилових землях Полісся ґрунтозахисний ефект безполицевого обробітку залежить від агрофону, стану поверхні поля, щільності ґрунту, крутизни схилу тощо.

У Лісостепу України безполицевий обробіток є також одним із найефективніших протиерозійних заходів, а особливо значний ефект у боротьбі з водною ерозією ґрунтів забезпечує поєднання плоскорізного обробітку із щільюванням. Треба зазначити, що в умовах лісостепової зони України найдоцільніше застосовувати ґрунтозахисну технологію вирощування сільськогосподарських культур, яка ґрунтується на диференційованому обробітку ґрунту в сівозміні, що поєднує оранку з безполицевим глибоким та мілким обробітком плоскорізними знаряддями (Захист ґрунтів..., 1986).

У зоні Степу України безполицевий обробіток, особливо доповнений щільюванням, дозволяє зменшити у ранньовесняний період змив дрібнозему від 2 до 13 разів, завдяки наявності на поверхні ґрунту післяжнивних та післязбиральних рослинних решток, а також за рахунок збільшення їх маси у верхньому шарі ґрунту і кращої його інфільтрації. В степовій зоні найбільшою

ефективністю також (як і у Лісостепу) відрізнялась диференційована система обробітку ґрунту, яка вміщує в себе як оранку, так і безполицевий (глибокий та мілкий) обробіток. Така система показала кращі результати ніж постійний безполицевий обробіток (Захист ґрунтів..., 1986).

У перші 1-2 роки застосування безполицевого обробітку спостерігається збільшення забур'яненості посівів. Тому в ґрунтозахисних технологіях безполицевого обробітку треба передбачати додаткові заходи з подолання цього явища.

Слід пам'ятати, що застосування плоскорізного (та поверхневого) обробітку кілька років поспіль може призводити до збільшення засміченості та недоодержання врожаю (Захист ґрунтів..., 1986).

Безполицевий обробіток, що виконується плугами, обладнаними сто-яками СибІМЕ і корпусами КБ-35 (плуг Мальцева), з точки зору вологозбереження і протиерозійної агротехніки найбільш прийнятний після стерньових попередників, де завдяки високій вирівняності поверхні і рівномірному мульчуванню рослинними рештками дає змогу виключити весняне боронування і проміжну культивуацію з технологічної схеми вирощування кукурудзи та соняшнику, а горох сіяти на 3-5 днів раніше, ніж по оранці.

У зв'язку з малою вірогідністю зниження родючості нижньої частини ор-ного шару (порівняно з плоскорізним) безполицевий обробіток рекомендується для тривалого застосування в сівозміні (Наукові основи..., 2004).

*Плоскорізний, чизельний, мінімальний та нульовий обробіток ґрунту.* Чизелювання ґрунту, тобто безполицеве розпушування ґрунту чизельними знаряддями застосовують для суцільного глибокого розпушування ґрунту під культури суцільної сівби і просапні культури, при догляді за парами. Глибина розпушування при чизелюванні 16-60 см. Розпушування плужної підшви й ущільнених шарів ґрунту посилює водопроникливість. Крім цього, протиерозійний ефект має ускладнений нанорельєф (збільшується

гребенястість), а також збереження близько 60% стерні порівняно з іншими способами обробітку (Пабат, 1992).

Чизелювання ґрунту виконується фронтальними чизельними плугами різних модифікацій (ПЧ-2,5, ПЧ-4,5, АЧП-3, STF-5-250, VNSS-5) або чизельними культиваторами „Консертіл”, „Хорш” в режимі недорізування скиби по ширині захвату знаряддя.

Для протиерозійного обробітку ґрунту на чорних парах найефективнішими є важкі дисково-чизельні культиватори типу „Консертіл”, обладнані прямими дисками і чизелями гелікоїдального типу на підпружинених С-подібних стояках. Ці знаряддя в єдиному технологічному циклі без попереднього луцення стерні здійснюють суцільне (на 8-10 см) і локальне вузькосмугове (через 45 см на глибину до 30 см) розпушування скиби з утворенням внутрішньогрунтової та поверхневої гофрованості агрофону, а також щільного екрану з мульчі. Такий обробіток, завдяки строкатості нанорельєфу, наявності рослинних решток і стрічковому розуцільненню ґрунту істотно уповільнює ерозійно-міграційні процеси на рівнинних полях і схилах.

Чизельний обробіток, що здійснюється дисково-чизельними знаряддями типу „Консертіл”, вдало поєднує позитивні якості оранки і безполицевого розпушування ґрунту, надійно запобігає стоку талих і зливових вод зі схилів крутістю до 3°. Він повністю відповідає вимогам контурного землеробства. Чизельні знаряддя майже не потребують додаткових зусиль на роботу по горизонталях, дають змогу виконати її човниковим способом без розмітки поля на загінки, а також дають можливість дотримуватись заданої глибини і ступеня розпушення скиби.

Чизельний обробіток, що здійснюється чизель-культиватором типу „Хорш” є також досить ефективним. Це знаряддя, завдяки 4-рядному розміщенню робочих органів, наявності змінних лап шириною від 7,5 до 37 см і оптимальному (9-12°) кута їхнього заглиблення в ґрунт (ефект долота) забезпечує краще проходження пожнивних решток, інтенсивно кришить скибу на глибину до 20 см.

Різноглибинний обробіток чизелем (поспіль на 6-8 см і вузькосмугово до 32 см) позитивно впливає на основні режими і властивості ґрунтів, підвищує функціональні можливості ґрунтів протягом тривалого часу, вважається заходом пролонгованої дії і рекомендується для застосування в технологічних схемах вирощування всіх польових культур на схилах і просапних (кукурудза, соняшник) культур на рівнині. Особливо ефективний він під кукурудзу та соняшник, які вирощують за інтенсивною технологією, під чорний пар на схилах, для зниження щільності та окультурення підорного шару змитих ґрунтів.

Чизельний обробіток як меліоративний захід застосовується на неглибоких, середніх і глибоких солонцюватих ґрунтах із наявністю легкорозчинних солей у шарі 0-40 см, а також на всіх солонцях содового засолення. При обробітку таких ґрунтів перевагу надають парапługам типу ПРПВ-5-50, ПРН-31000. Завдяки незначній ширині корпуса і криволінійності стояків у поперечно-вертикальній площині вони краще, ніж інші знаряддя, кришать монолітний солонцюватий і підсолонцюватий горизонти, рівномірно розподіляють мульчу поживних решток на поверхні ґрунту, в результаті чого він менше запливає і більше нагромаджує вологи (Наукові основи..., 2004).

Застосування чизельного обробітку на якісно новому рівні вирішує одну з найбільш складних проблем ґрунтозахисного землеробства – підвищення ефективності органічних і мінеральних добрив. За рахунок сепарації і перемішування вони локалізуються на глибині 10-20 см, що дає змогу збагатити елементами живлення зону максимального розміщення кореневої системи і шари ґрунту з більш сталим зволоженням, а також зменшити втрати поживних речовин від ерозії і денітрифікації.

Універсальність, висока мобільність і широкозахватність чизельних знарядь забезпечують, порівняно з плоскорізним обробітком, підвищення продуктивності праці, економію палива (5-7 л/га) і коштів (20-32%).

Водночас чизелювання може знижувати врожайність нестійких до забур'яненості культур, особливо в посушливі роки, на збіднених агрофонах і

за наявності великої кількості післяжнивних решток. Передумовою підвищення ефективності чизельного обробітку при вирощуванні ярих зернових, зернобобових, буряка цукрового та кукурудзи є покращання фітосанітарного стану посівів, усунення строкатості в родючості та посилення біологічної активності ґрунту шляхом підбору попередників, поглиблення основного обробітку або його комбінація з активним доглядом за поверхнею, а також шляхом внесення добрив і гербіцидів.

Плоскорізний, чизельний та комбінований обробіток використовують і для обробітку ґрунту на міжтерасних ділянках на полях із валами-терасами. Плуги тут використовуються тільки для відновлення валів і збільшення поглинальної здатності верхніх ставочків (Наукові основи..., 2004).

Плоскорізний обробіток ґрунту і сівба зернових зі збереженням стерні застосовують для захисту ґрунту як від водної ерозії, так і від дефляції. Цей захід сприяє кращому та більш рівномірному затриманню снігу, зменшенню промерзання ґрунту, збільшенню глибини промочування ґрунту. Виконують його широкозахватними культиваторами-плоскорізами (при обробітку на глибину 12-18 см) та плоскорізами-глибокородзпушувачами (при глибині розпушування 20-30 см). Протиерозійна ефективність плоскорізного обробітку пов'язана зі збереженням на поверхні ґрунту післяжнивних решток. Зяблевий плоскорізний обробіток слід проводити в першу чергу на полях після стерньових попередників. У цьому випадку на поверхні ґрунту зберігається від 60 до 90 % стерні, що знижує ерозійну дію дощу і вітру на ґрунт (Методические рекомендации..., 1982).

Для сівби по плоскорізному обробітку застосовуються сівалки-культиватори і луцильники-сівалки, які можуть здійснювати пряму сівбу. Після сівби зазначеними сівалками на поверхні зберігається до 45-60 % стерні, а завдяки прикочуванню рядків утворюється дрібногребениста поверхня, що зберігає протиерозійні характеристики поверхні ґрунту на досить тривалий час.

Плоскорізний обробіток із залишенням стерні колосових культур суттєво знижує змив ґрунту. Але плоскорізний обробіток після просапних культур призводить до збільшення стоку та змиву ґрунту. Тому для боротьби з водною ерозією разом із плоскорізними обробітками слід застосовувати прийоми з регулювання та затримання стоку (Почвы Украины..., 1988).

Переваги плоскорізного обробітку в порівнянні з полицевою оранкою мають місце лише у роки з невисокою кількістю атмосферних опадів, коли додаткове накопичення і збереження продуктивної вологи у ґрунті, обумовлене наявністю рослинних залишків, забезпечує і найбільшу прибавку врожаю зернових культур (Почвы Украины..., 1988).

За технологічністю, якістю роботи і рівнем вологонакопичення плоскорізний обробіток поступається іншим видам зяблевого протиерозійного обробітку. Недоцільний він після кукурудзи на зерно, сорго, що відводяться під ярі зернові та повторні посіви, а також на ущільнених сухих і зволжених ґрунтах (Наукові основи..., 2004).

В степових районах, на чорному парі і під ярі зернові проводять глибокий плоскорізний обробіток, а під озимі після непарових попередників – поверхневий плоскорізний обробіток. Під соняшник, кукурудзу на зерно та силос в Південному Степу України застосовують пошаровий плоскорізний обробіток. Сутність його полягає у тому, що вслід за збиранням попередника проводять одну-дві культивації культиваторами КПШ-5 та КПШ-9, КРЕ-3,8 на глибину 10-12 см для знищення бур'янів, а в кінці вересня – на початку жовтня проводять розпушення плоскорізом-глибокорозпушувачем КРГ-250 (сучасні знаряддя-аналоги – ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) на глибину 25-27 см (Рекомендации..., 1984).

В ґрунтозахисних технологіях вирощування озимих зернових культур в Поліссі глибина основного плоскорізного обробітку, що здійснюється культиваторами КРГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45), КРГ-2,2, КПШ-9 становить 18-20 см (Рекомендации..., 1984). Готують посівний шар протиерозійним

культиватором КПЕ-3,8 або його аналогами, а також паровим культиватором КПС-4 в агрегаті із зубовими боронами.

Якщо озимі висівають після таких попередників як кукурудза, багаторічні трави та зернові культури, одразу після збирання попередника ґрунт спускають дисковими луцильниками на глибину 5-6 см. Обробіток ґрунту після багаторічних трав краще здійснити у два сліди важкою дисковою бороною на глибину 8-10 см.

У ґрунтозахисних технологіях вирощування ярих культур головна роль належить агротехнічним заходам під час зяблевого обробітку ґрунту. Основним тут також є заміна полицевої зяблевої оранки плоскорізним розпушенням. Глибина обробітку плоскорізом 18-22 см. Максимальний змив ґрунту викликається стоком талих вод, тому луцення стерньових фонів рекомендується проводити широкозахватними протиерозійними культиваторами, плоскорізами-культиваторами або голчастою бороною БПГ-3А. Весняний обробіток поля ведеться за звичайними технологіями (Рекомендації..., 1984).

Більш докладна інформація про ґрунтозахисні технології вирощування культур в типовій сівозміні Полісся наведена в додатку Д.

За осіннього обробітку ґрунту із збереженням стерні потужність снігового покриву до кінця зими вища у порівнянні із зораними полями. Сніговий покрив на полях зі стернею створюється на початку зими, ґрунт промерзає на меншу глибину, раніше відтає, а тому на таких полях краще акумулюються весняні талі води і практично не спостерігається стік талих вод. Запаси продуктивної вологи в ґрунті весною перед сівбою на полях з ґрунтозахисним обробітком зазвичай бувають більші в 1,5-2 рази, а урожай зернових культур вище, ніж при зяблевій оранці. Таким чином, плоскорізнний обробіток в посушливих районах сприяє накопиченню і збереженню вологи, підвищенню урожаю сільськогосподарських культур, захисту ґрунтів від ерозії (Моргун, Шикуча, Тарарико, 1983).

Застосування ґрунтозахисних знарядь з плоскорізними робочими органами має ряд експлуатаційних переваг у порівнянні з традиційною оранкою. Мова йде, перш за все, про більш високу продуктивність за рахунок більш широкого захвату і можливостям агрегування цих знарядь в зчіпках.

Так, ширина захвату 5-корпусного плуга складає 1,75 м, а плоскоріза-глибокорозпушувача КПП-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) – 2,5 м. Окрім того, за рахунок виключення при роботі плоскоріза операцій, які виконуються при оранці (обертання та переміщення пласта), затрати пального при основному обробітку ґрунту зменшуються на 20-40 %.

До того ж, якщо в даний час агротехнічно допустима максимальна швидкість роботи плуга складає 6-7 км/год, то плоскоріз забезпечує задовільну якість роботи при швидкості 12 км/год.

Постійне застосування плугів, культиваторів і навіть звичайних борін для обробітку ґрунту на схилах крутизною 5-7° в межах вузьких міжбалочних вододілів призводить до переміщення ґрунту вниз по схилу. Значне зменшення агротехнічної ерозії спостерігається при застосуванні системи плоскорізного обробітку ґрунту (Моргун, Шикула, Тарарико, 1983).

Мінімальний обробіток передбачає зменшення механічної дії сільськогосподарської техніки на ґрунт за рахунок зміни способу та/або глибини обробітку. Основними напрямками мінімізації обробітку ґрунту є наступні (Извеков, Рыбалкин, 1975):

- зменшення глибини обробітку;
- зменшення кількості обробітків;
- суміщення операцій в одному агрегаті (застосування комбінованих агрегатів);
- застосування пестицидів.

До мінімального обробітку відносять будь-які прийоми, що дозволяють скоротити проходи сільськогосподарської техніки по полю або уникнути окремих механічних операцій, пов'язаних з розпушенням ґрунту, а також замінити більш глибокі обробітки мілкими. Тобто до мінімального обробітку



відносять різні технологічні прийоми вирощування сільськогосподарської продукції, що сприяють збереженню витрат праці та грошових ресурсів на одиниці земельної площі (Извеков, Рыбалкин, 1975).

Корисний протиерозійний вплив мінімізації обробітку проявляється у покращенні агрофізичних та водно-фізичних властивостей ґрунту (що збільшує його протиерозійну стійкість), збільшенні шпаруватості та, відповідно, водопроникливості ґрунту (що зменшує стік), збереженню біомаси рослин, стерні та рослинних решток, кращому гумусонакопиченню.

У Степу, мілкий (8-16 см) і поверхневий (6-8 см) обробіток ґрунту в сівозміні доцільно проводити під озимі культури, ярі зернові колосові (ячмінь, овес) на окультурених рівних полях, а також на ґрунтах легкого і середнього гранулометричного складу, які добре насичені карбонатами з нещільною природною будовою, ґрунтах із вмістом водотривких агрегатів більше 40 % та з шпаруватістю понад 60 % в необробленому стані. Ефективність мінімального обробітку підвищується при неглибокому заляганні ґрунтових вод (1-2,5 м) і наявності в сівозміні не менше 20 % багаторічних бобових трав (Наукові основи..., 2004).

Мілке спущення ґрунту під ярі культури доцільне при перенесенні основного обробітку на весну. Кращі результати після пізно зібраних попередників забезпечують ґрунтообробно-посівні комплекси типу „Амазоне”, базою яких є роторний культиватор активної дії, гумовий ущільнюючий коток і змінна навісна сівалка для суцільної або широкорядної сівби. Знаряддя якісно готує насінневе ложе за один прохід агрегату, забезпечує фракціювання і оструктурування ґрунту, оптимізацію вологозабезпечення і живлення рослин, дає змогу раніше розпочинати сівбу і проводити польові роботи в стислі строки.

Застосування такого заходу як луцення стерні полегшує оранку і поліпшує її якість, істотно зменшує засміченість ґрунту, руйнує ґрунтову кірку, покращує умови зростання сільськогосподарських рослин. Луцення, проведене впоперек схилу, збільшує вбирання води ґрунтом та забезпечує широкий вибір строків і способів основного обробітку на зяб.

Агротехнічним вимогам луцнення стерні після зернових колосових на еродованих землях Степу краще задовольняють важкі протиерозійні культиватори типу КПЕ-3,8 і комбінований агрегат ОПТ-3-5. При їхньому застосуванні зберігається до 70 % стерні, яка мульчує ґрунт і в 3-5 разів знижує еродуючу силу дощу та запобігає утворенню ґрунтової кірки при сильних зливах. Унаслідок цього зменшуються небезпека змиву ґрунту і втрати води завдяки стоку.

Культиватори-плоскорізи в системі луцнення стерні особливо ефективні на полях, засмічених багаторічними бур'янами – гірчаком повзучим, осотом польовим і березкою. Після стерньових попередників, краще застосовувати для луцнення дискові борони тандемного типу „Містраль” чи „Деметра”. Вони особливо ефективні на переушільнених сухих ґрунтах (Наукові основи..., 2004).

Створення надійного протиерозійного та вологозберігаючого агрофону в допосівний період досягається шляхом мінімізації обробітку ґрунту за рахунок виключення окремих робіт, зменшення глибини розпушування, суміщення технологічних операцій, застосування широкозахватних і комбінованих агрегатів.

На вирівняних полях після стерньових попередників, оброблених з осені важкими дисковими боронами або безполицевими зняряддями, проводити ранньовесняне боронування недоцільно. З точки зору ґрунтозахисної агротехніки при вирощуванні ранніх ярих зернових колосових і зернобобових культур оптимальним варіантом тут є використання комбінованих машин типу СТС-6, Сіріус-10, які за один прохід агрегату виконують декілька технологічних операцій (підготовка насінневого ложа, сівба, внесення добрив), зберігають щільний мульчуючий екран, менше розпорошують і висушують ґрунт.

На брилуватому зябу, де переважає конвекційно-дифузний механізм втрат вологи, її „закривають” у перші дні весняних польових робіт важкими зубовими або пружинними боронами БП-8, БП-24, Флексі Койл, СТ-15.

Незайняті поля після соняшнику, де відбувається капілярне випаровування води, краще обробляти дисковими знаряддями.

За високої культури землеробства і поліпшеного основного обробітку, а також при наявності післяжнивної (проміжної) захисної культури на чорноземах легкого і середнього механічного складу під кукурудзу та соняшник можна обмежитись однією передпосівною культивуацією ґрунту. Крім економічного зиску, це дозволяє зберегти вологу і стримати розвиток ерозійних процесів.

В системі весняного обробітку перспективним є застосування фрезерних культиваторів та роторних ґрунтообробно-посівних комплексів активної дії, які надійно працюють на перезволожених фонах, добре подрібнюють рослинні рештки і забезпечують сівбу ярого ячменю, вівса, гороху у надранні строки, що в подальшому істотно зменшує негативний вплив посушливої погоди на рослини.

У Степу, на площах з ухилом понад 1° недоцільний поверхневий обробіток на 6-8 см (хоча це положення є певною мірою дискусійним). Розпушений на таку глибину ґрунт не здатний вмістити всі опади при зливі шаром понад 40 мм і може змиватися на всю глибину обробітку.

Сьогоднішні прагнення до зниження витрат у землеробстві збільшують цікавість до прямої сівби, тобто до повної відмови від попереднього обробітку ґрунту. Так званий „нульовий обробіток” особливо ефективний у степовій зоні, де можна використовувати сівбу зерна безпосередньо в стерню.

Однак нульовий обробіток має свої недоліки, тому що вимагає винятково високої культури землеробства і суворого дотримання термінів агротехнічних робіт залежно від особливостей клімату.

В гостро посушливі роки на важких за механічним складом відмінах (вміст фізичної глини понад 45 %) необроблений ґрунт переущільнюється у травні-червні до критичного рівня, тут пізніше і при меншій абсолютній величині, ніж на зябу, настає розрив капілярних зв'язків, що приводить до суттєвого збільшення (на 12-41 мм) непродуктивних втрат ґрунтової вологи,

внаслідок чого у спекотну погоду на нульових зневоднених агрофонах важко отримати дружні сходи пізніх ярих культур.

За 3-5-річного беззмінного „нульового обробітку” ґрунту гальмуються мікробіологічні процеси, ускладнюються операції внесення добрив і гербіцидів, змінюється фітоценотична структура і кількісна динаміка бур'янів, шкідників і хвороб, зростає кратність обробки посівів пестицидами, урожай культур, порівняно з рекомендованою агротехнікою, знижується. Ризики, пов'язані з прямою сівбою культур, зростають за присутності багаторічних бур'янів, на солонцях, меліорованих землях сухого Степу, при залишенні на полі великої кількості грубих рослинних решток.

Позитивні результати від цього агрозаходу отримують за достатнього зволоження на родючих ґрунтах (вміст гумусу понад 4,0 %) після кукурудзи та соняшнику під ранні ярі, при вирощуванні озимої пшениці по непарових попередниках, а також проміжних культур. Сівалки прямої дії добре працюють на мілко та поверхнево оброблених фонах. Вони можуть бути перспективними при залуженні схилених земель для використання під пасовища з поліпшеним травостоєм.

Пряма сівба виконується при збереженні стерні і рівномірно розкиданій подрібненій соломі. Стерня сприяє затримці снігу і нагромадженню вологи, а подрібнена солома перешкоджає випаровуванню. Це значно знижує ризик виникнення ерозії.

Нульові технології обробітку базуються на повній відмові від обробітку скиби за винятком операції з підготовки насінневого ложа одночасно з прямою сівбою спеціальними сівалками (Грейт-Плейнз, Кінзе, Хорш, АТД-9.35, Сіріус-10 та [156ик.](#)).

При прямій сівбі сівалками „Кінзе”, „Грейт-Плейнз”, СЗПП-4 ґрунт обробляється стрічкою тільки в зоні висіву насіння, а комплекси Хорш та „Амаzone” розпушують його культиваторною лапою суцільно або вузькосмугово (через 50 см) на глибину 12-18 см і ротором на 6-10 см. Він забезпечує якісну підготовку насінневого ложа за один прохід агрегату, вод-

ночас сепарує та оструктурує ґрунт, при цьому грубіші фракції (10-30 мм) залишаються на поверхні, що істотно посилює протиерозійну стійкість агрофону.

Комплекс „Амаzone” на якісно новому рівні розв’язує проблему раціонального використання добрив. При такому обробітку ротором, поверхнево внесені добрива і поживні рештки втягуються в ґрунт і локалізуються в шарі 5-15 см. Це дає змогу збагатити елементами живлення зону відносно стабільного зволоження та поліпшити їхнє використання, уникнути втрат від ерозії, повною мірою використати біологічний потенціал ґрунтів, особливо в посушливі роки.

Комплекси надійно працюють на перезвожених фонах і забезпечують сівбу ярих зернових колосових культур у надранні строки в необроблений з осені ґрунт (Наукові основи..., 2004).

Однак, сучасні дослідження (наприклад, кафедри землеробства ім. О.М. Можейка Харківського національного аграрного університету, а також інших установ) вказують на проблематичність застосування нульових технологій у безальтернативному вигляді за зразком іноземних технологій.

Серед найбільш доцільних в умовах східної частини України є комплексні технології із використанням сівалок прямої сівби та різних заходів обробітку ґрунту в сівозміні. На даний час апробовано дві системи заходів, склад яких залежить від фітосанітарного стану полів, структури посівних площ, ступеня еродованості, технічного забезпечення господарств та ін.

Система „Mini-till” (яку було апробовано в агрофірмі „Каравай” Добропільського району Донецької області) передбачає мінімальне використання обробітку ґрунту за допомогою широкозахватних культиваторів типу Хорш та посівних комплексів для прямої сівби культур. Ширина захвату посівного комплексу складає 24 м, культиватора – 18 м, що дозволяє витратити на технологію вирощування культур в середньому 12-16 л/га пального без врахування процесу збирання урожаю.

Система мінімально-інтенсивного обробітку передбачає використання нульових технологій в системі дисково-чизельного обробітку в сівозміні під культури, які позитивно реагують на мінімізацію обробітку ґрунту. Глибоке чизелювання здійснюється періодично – 1 раз у 4-5 років переважно під просапні культури (така технологія є основою системи землеробства СТОВ „Гусарівське” Балаклійського району Харківської області та істотно поширюється в даному регіоні).

Загалом, тут можна надати такі рекомендації (за результатами досліджень кафедри землеробства ім. О.М. Можейка ХНАУ та виробничої перевірки їх в умовах виробництва):

1. Для умов посушливого клімату та нестійкого зволоження східної частини України на чорноземах рекомендується застосування „No-till” технології вирощування сільськогосподарських культур в системі комбінованого обробітку ґрунту в сівозмінах як ґрунтозахисний та ресурсощадний захід.

2. При поєднанні технологій прямої сівби з технологіями, які базуються на заходах з обробітку ґрунту необхідно враховувати фітосанітарний стан полів та період часу від збирання попередника до сівби наступних культур.

3. В комбінованій системі заходів у сівозміні „No-till” технології необхідно використовувати в першу чергу під зернові колосові, зернобобові культури та соняшник із однорічним їх застосуванням та внесенням гербіцидів за їх необхідності.

4. За умов стабільності та прогнозованості ринку сільськогосподарської продукції, „No-till” технології у беззмінних посівах можна застосовувати при вирощуванні кукурудзи.

У Поліссі на змитих ґрунтах з грубизною гумусового горизонту менше 20 см замість оранки необхідно застосовувати безполицеве розпушування культиватором-плоскорізом КПП-2,2, чизелем ПЧ-2,5, а на схилах крутизною понад 12°, де існує загроза сильного змиву, поле залишають неораним до весни (Наукові основи..., 2004).

До того ж, у Поліссі агротехнічні заходи догляду за просапними культурами доповнюють або замінюють гербіцидами, що дає можливість зменшити кількість міжрядних обробіток і протистояти надмірному змиву ґрунту (Наукові основи..., 2004).

Впровадження мінімізованих технологій обробітку має здійснюватись з обов'язковим дотриманням вимог із захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

*Лущення стерні та дискування ґрунту.* Агроприєм зменшує засміченість полів, руйнує ґрунтову кірку, покращує умови життєдіяльності мікроорганізмів. Лущення, проведене впоперек схилу, збільшує вбирання води ґрунтом при зливах та забезпечує широкий вибір строків і способів основного обробітку на зяб.

Лущення стерні та дискування ґрунту на еродованих землях передбачає подовження часових проміжків між обробітками і скорочення їх кількості порівняно з плакором, обмежене використання енергонасичених колісних тракторів, підвищення вимог до якості робіт, більшу (10-14 см) глибину спущення ґрунту.

У системі лущення стерні після зернових колосових вимогам протиерозійної агротехніки краще задовольняють протиерозійні культиватори (КПЕ-3,8, КПП-3,9, КПЕ-6Н, КТК-8, КТС-10) та комбіновані агрегати з плоскоріжучими робочими органами КР-4,5, АКШ-5,4. Завдяки незначній ширині захвату лап, оптимальному куту злому та оснащенню голчастими або ротаційними пристроями вони забезпечують повне підрізання багаторічних бур'янів і залишають незагорнутими 60-70 % післяжнивних решток, які захищають ґрунт від змиву та видування.

Після стерньових попередників, коли вся солома залишається на полі та після просапних, листостеблова маса яких довго мінералізується в ґрунті, для лущення використовують важкі тандемні борони „Містраль” чи „Деметра”.

До посушливого клімату степової зони для обробітку зайнятих парів найбільш адаптовані тандемні несиметричні важкі причіпні дискові борони

типу ДМТ-6 („Деметра”), які розпушують ґрунт на глибину 6-20 см. Завдяки вдалій компоновці дискових батарей (двослідний варіант, передні – з вирізами, задні – сферичні), значному навантаженню на кожен диск (більше 80 кг) і регулюванню кута атаки (8-24°) знаряддя забезпечує інтенсивне кришення скиби, повне підрізання бур’янів, ретельне подрібнення і перемішування **ПОЖНИВНИХ** решток, рівномірний розподіл їх по поверхні ґрунту.

Для зниження втрат пароподібної вологи з ґрунту, який ущільнився за час вегетації та для доброго очищення поля від бур’янів негайно після завершення збирання попередньої культури проводять розпушення його поверхневого шару (Рекомендації..., 2002). В районах, які схильні до водної ерозії розпушення виконують за допомогою луцильників. На полях після колосових культур перше луцення виконують дисковими луцильниками в 1-2 сліди впоперек основного схилу, з боронуванням, а ще краще з коткуванням в агрегаті кольчатощпоровими котками. Через 2-3 тижні після першого луцення, коли на поверхні ґрунту з’являться сходи однорічних бур’янів та падалиці колосових, проводять повторне луцення впоперек основного схилу або під кутом 15-20° до нього, за допомогою широкозахватних протиерозійних культиваторів та плоскорізів. Після збирання пізніх просапних культур (кукурудзи, соняшника, буряків) поверхневий ущільнений шар ґрунту розпушують шляхом двох-трьохкратного його дискування важкими дисковими боронами типу БДВ-6,3, БД-10 та ін.

В районах спільного прояву водної та вітрової ерозії таке розпушення виконують знаряддями типу голчастих борін БГ-3 впоперек основного схилу в 1-2 сліди, одразу після збирання стерньового попередника та проводять його повторно через кожні 2-3 тижні після попереднього розпушення. Такий же обробіток проводять у 2-3 сліди після збирання пізніх просапних культур.

Через 2-3 тижні після останнього луцення або розпушення БГ-3 на полях після зернових колосових культур, коли на поверхні ґрунту знову з’являться сходи однорічних та розетки багаторічних бур’янів, приступають до оранки зябу впоперек основного схилу відвальними плугами з передплужниками або глибокорозпушувачами-плоскорізами типу КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45),



КПГ-2-150 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) або КПУ-400. Застосування звичайної полицевої оранки впоперек схилів крутістю до 2° сприяє додатковому накопиченню запасів продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту до 150 м<sup>3</sup>/га, що підвищує врожай зернових культур на 1,5-2 ц/га (Рекомендації..., 2002).

*Комбінована полицево-безполицева оранка.* Застосування цього заходу передбачає встановлення скорочених полиць на першому та третьому корпусах плугу. В результаті, на поверхні чергуються смуги, зорані двома корпусами з обертанням скиби та оброблені двома іншими корпусами без обертання, із залишенням стерні на поверхні, що сприяє додатковому снігозатриманню та водопоглиненню (Воробьев и др., 1977).

*Створення на полях під зябом і паром в ерозійно небезпечні періоди протиерозійного нанорельєфу: борозен, переривчастих борозен, валиків, лунок, мікролиманів.* Цей захід спрямований на утворення на поверхні ґрунту різних ємностей, які заповнюються водою з метою механічного її затримання на полях (Методические рекомендации..., 1982).

Для регулювання весняного поверхневого стоку на зябу можуть застосовуватись спеціальні водозатримуючі прийоми обробітку, що забезпечують створення на поверхні поля мікрорельєфу (нанорельєфу), який має подвійний вплив на поверхневий стік: через збільшення безстічної ємності понижень та через шорсткість (Моргун и др., 1983). Безстічна ємність рельєфу є не тільки суттєвим фактором зменшення поверхневого стоку, а і збільшує час контакту води з ґрунтом, в результаті чого збільшується період всмоктування води. Ємність мікрорельєфу зменшується по мірі збільшення крутизни схилу. Мікрорельєф зменшує швидкість стікання струменів води, особливо при незаповнених водою ємностях, в результаті чого зменшується їх еродуюча здатність (Моргун и др., 1983).

Створення на зябу і пару протиерозійного нанорельєфу – борозен, валиків, переривчастих борозен, лунок, мікролиманів – виконується спеціальними сільськогосподарськими знаряддями (підгортальник КОН-2,

пристрої ПРНТ-70000, ПРНТ-80000, ПРНТ-90000, ПЛДГ-10 та ін.). Середні розміри переривчастих борозен і лунок становлять: глибина – 10-15 см, ширина – 30-40 см, довжина – 100-140 см. Сумарна ємність на схилах до 2-3° становить 250-350 м<sup>3</sup> на 1 га площі. Але зі збільшенням ухилу місткість затримання зменшується. Крім цього, ущільнення ґрунту в днищах лунок призводить до зменшення вбирання вологи у ґрунт, а збільшення площі випарувальної поверхні після створення нанорельєфу – до збільшення випаровування ґрунтової вологи (Світличний, Чорний, 2007). Такий захід проводиться на зябу.

Обваловування та борознування зябу застосовують на односкатних без улоговин схилах крутизною більше 2°. Для створення на поверхні поля валиків орють плугом, на передостанньому корпусі якого встановлюють подовжену полицю. При цьому через кожні 1,4 м утворюються валики висотою до 20 см, які утворюють водозатримуючу ємність.

При борознуванні полиці плуга знімають через корпус, у результаті чого на зораному полі утворюється система борозен, які на вирівняних схилах затримують поверхневий стік. Слід зазначити, що під час інтенсивного стоку талих вод валики і борозни можуть мати ґрунтозахисне значення тільки за точного розміщення їх уздовж горизонталей місцевості на схилах крутизною до 2-3°.

Лункування – один з найбільш ефективних прийомів затримання стоку на складних схилах з улоговинами. Цей прийом здійснюється лункоутворювачами (наприклад, ЛОД-10). Лункування можна проводити як одночасно з оранкою, так і роздільно від неї. Під час ранньої оранки, а також при наявності брил, лункування доцільно проводити пізно восени знаряддям ЛОД-10, а також пристосуваннями ПЛДГ-10 та ПЛДГ-5. При пізніх строках зяблевої оранки (вересень-жовтень), цей прийом здійснюють одночасно з оранкою, використовуючи пристосування ПРНТ-90000 (УПЛ-1-140). Як правило, запаси вологи на лункованому зябу в Лісостепу на схилах майже завжди на 150-200 м<sup>3</sup>/га вище, ніж на звичайній оранці, проведеній упоперек схилу, а врожай

зернових збільшується на 1,5-2 ц/га. При цьому змив ґрунту зменшується на 30-40 % (Скородумов, 1970).

В Лісостепу України, на складних і крутих ( $3^\circ$  і більше) схилах застосовують лункування та переривчасте борознування впоперек основного схилу. Ці водозатримуючі прийоми виконують одночасно з оранкою пристроями до плугів ПРНТ-60000, ПРНТ-70000 або ПРНТ-90000. Борозни та лунки затримують додатково стік талої води (Рекомендації..., 1984).

У Степу вплив лункування зябу на ерозійну ситуацію є позитивним. В умовах Степу за зимовий період випадає порівняно невелика кількість снігу (20-25 % річної кількості опадів). Але і цей сніг переноситься зимовими вітрами з полів у яри та балки, якщо не застосовувати заходів з його затримання. На лункованому зябу висота снігового покриву, як правило, на 21-22 см більша, ніж на звичайному зябу, в результаті чого до початку весняного сніготанення глибина промерзання ґрунту в лунках є на 23-29 см менша у порівнянні зі звичайним зябом.

Дуже важливо на полях з лункованим зябом без запізнення провести весняне закриття вологи, бо з причини збільшення питомої поверхні оранки ці поля раніше дозрівають для проведення польових робіт. Для повного вирівнювання лункованої поверхні у більшості випадків буває достатньо провести боронування у два сліди та передпосівну культивуацію в агрегаті з боронами. При підготовці ґрунту під цукровий буряк, горох, кукурудзу, з метою кращого вирівнювання поверхні вологу краще закривати шлейфами та боронами в одному агрегаті. Якщо ґрунт добре піддається розпушуванню, то шлейфи пускають попереду, а вслід за ними – борони; якщо ж поверхня ґрунту заплила та ущільнилась, то попереду пускають важкі борони, а позаду шлейфи (Моргун и др., 1983).

Валкування зябу проводять на схилах до  $5^\circ$  плугом, на одному з корпусів якого встановлюється полиця KB-1. Такі полиці можна виготовляти в кожному господарстві, зваривши дві звичайні полиці.

Переривчасте борознування під час пізньої зяблевої оранки проводять пристосуваннями ПРНТ-70000 або УБП-1-35, які навішуються на кронштейні за плугом ПН-4-35; під час ранньої оранки, а також при підвищеній брилистості пізньої осені – культиваторами КРН-4,2 та КПП-4 з пристосуванням до них ППБ-0,6 (Моргун и др., 1983).

На схилах більше 5-6° можна використовувати агрегат, що складається з плуга з перемичкоутворювачем, за допомогою якого на одному гектарі можна створювати 4000 ємностей по 80 л кожна. Геометрична їх ємність за ухилу в напрямку руху агрегату 3° та основного ухилу 3° становить 285 м<sup>3</sup>/га; 6° – 270; 9° – 190; 12° – 180 м<sup>3</sup>/га. Таким чином, навіть на складному схилі крутизною 6-10° цей прийом дозволяє затримати значну кількість вологи.

Розрівнюють поверхню та готують ґрунт до сівби на полях з переривчастими борознами перехресною культивацією, причому першу культивацію проводять на глибину 10-12 см, а другу – на глибину заправління насіння.

При проходженні плуга видовжена полиця утворює на ріллі валики заввишки 15-20 см, які затримують стічні води, сприяють проникненню їх у ґрунт, зменшуючи його змив. На складних схилах доцільно здійснювати перехресне обвалювання, для чого оранку плугом з видовженою полицею поєднують з роботою валкоутворювача. У такому разі видовжена полиця плуга утворює вали, спрямовані впоперек схилу, а валкоутворювач робить перемички, які запобігають стіканню води (Наукові основи..., 2004).

На увігнутих схилах менш доцільно проводити затримку вологи в штучних поглибленнях (Швебс, 1981). Для пересічених (гофрованих) схилів будь-яке накопичення води на поверхні ґрунту, що при деяких критичних умовах може концентровано стікати по лініях з найбільшими ухилами, неприпустимо. В цих умовах недоцільно застосовувати водозатримуючі поглиблення навіть в привододільній частині схилу, якщо немає „страхувальної” системи, тобто похилих водовідвідних каналів.

Основна вимога до водозатримуючих поглиблень, які застосовуються для захисту ґрунтів від ерозії, може бути сформульована так: забезпечити максимальне затримання води на схилі та скид її „надлишків” по заздалегідь підготовленим ерозійно безпечним відводам (див. вище).

Слід пам'ятати, що штучно створений мікрорельєф у зонах нормального та підвищеного зволоження може викликати перезволоження ґрунту та пов'язані з ним негативні наслідки (вимокання посівів та ін.). Тому тут треба застосовувати додаткові заходи із запобігання цим явищам.

Поруч з даними про позитивний вплив лункування та переривчастого борознування існують відомості і про недоліки та обмеженості цих прийомів (Моргун и др., 1983). Наприклад, створення водозатримуючих ємностей на поверхні ґрунту знижує стік води і змив ґрунту тільки у роки, несприятливі для формування схилового стоку. У роки з інтенсивним схиловим стоком вони можуть підсилювати ерозію. До того ж, при переривчастому борознуванні накопичена за рахунок усунення стоку волога втрачається у зв'язку з посиленням випаровуванням з незахищеної поверхні землі, завдяки чому застосування цього прийому хоча і різко зменшує стік, але суттєво не збільшує запас води.

В умовах достатнього зволоження, лункування та борознування не призводять до усунення ерозії. Лункований ґрунт внаслідок великої вологості та запізнювання з сівбою на декілька днів пізніше покривається рослинністю, тому більш тривалий час зазнає весняних процесів ерозії. Деяке скорочення поверхневого стоку весняних талих вод не призводить до помітного скорочення змиву ґрунту. Лункування та переривчасте борознування є не завжди ефективними і в умовах Степу. Вони негативно впливають на обробіток ґрунту після стоку талих вод та посилюють випаровування вологи. Ці прийоми є обмежено ефективними і мають застосовуватись з урахуванням рельєфу, ґрунтових та кліматичних умов.

Відсутність позитивного ефекту, а у деяких випадках навіть збільшення стоку при створенні нанорельєфу обумовлено зниженням водопроникливості

грунту за рахунок його ущільнення під час руху сільськогосподарської техніки по зораній поверхні, зменшенням пухкості ґрунту у днищах ємностей, утворенням у них льоду. Суттєвим недоліком протиерозійної обробки ґрунтів з утворенням мікро- і нанорельєфу є також збільшення кількості операцій, пов'язаних з власне його створенням та подальшим весняним вирівнюванням поверхні, а також диференціація видів нанорельєфу при зміні крутизни схилу. Останнє, у свою чергу, пов'язане зі зміною знарядь при зміні крутизни схилу, що у значній мірі організаційно ускладнює протиерозійний обробіток. З цих причин обговорювані протиерозійні заходи не знайшли широкого застосування у виробництві (Моргун и др., 1983).

У передгірських районах Карпат застосування обваловування, лункування та переривчастого борознування є недоцільним, бо ці заходи призводять до перезволоження ґрунтів (Моргун и др., 1983). Тому в Передкарпатті на схилах для скидання зайвої вологи необхідно застосовувати гончарний дренаж, а також оброблювати ґрунти під невеликим кутом (1-2°) до напрямку горизонталей місцевості (Рекомендации..., 1984).

*Щілювання і кротування ґрунту.* Ці заходи застосовуються для збільшення водопроникливості та водозатримуючої здатності ґрунтів, що, в свою чергу, сприяє переводу талих і дощових вод у ґрунт. Щілювання і кротування ґрунту здійснюють на зябу, пару, багаторічних травах, косовицях, пасовищах, перед сівбою сільськогосподарських культур, на посівах озимих і ярих культур. Щілювання і кротування ґрунту виконується щілинорізом-кротувачем ЩН-2-140, глибина ходу ножів якого досягає 43 см. Щілювання здійснюється також щілинорізами (ЩП-3-70, ЩРП-3-70), плоскорізами-щілинорізами (ПЩН-2,5), чизельними плугами (АЧП-3, ПЧ-4,5) та іншими знаряддями (див. нижче).

У результаті щілювання, запаси корисної вологи збільшуються, а врожайність сільськогосподарських культур підвищується (зернових – на 2-3 ц/га). Нормальне щілювання спускає ґрунт у вигляді трикутної призми, зменшуючи щільність майже на 20-30% унаслідок збільшення некапілярної

шпаруватості. Правильно щільований ґрунт навіть у мерзлому стані може додатково містити 280-350 м<sup>3</sup>/га (Пабат, 1992). Застосування кротування теж призводить до збільшення запасу вологи на 300 м<sup>3</sup>/га (поглинається до 50% весняного стоку) та до значного підвищення врожайності зернових (у середньому на 2,5 ц/га). Перехоплення частини поверхневого стоку і переведення його у внутрішньогрунтовий призводить до зменшення змиву ґрунту. Проте величина цього зменшення залежить від багатьох чинників, у тому числі від відстані між щілинами, їх глибини, агрофона, ґрунтового покриву, ухилів тощо.

Особливо корисна дія щілювання проявляється на сільськогосподарських угіддях з підвищеним ущільненням ґрунтів (Методические рекомендации..., 1982).

Щілювання зябу проводиться також для збільшення інфільтраційної здатності ґрунту в зоні верхніх ставочків валів-teras або в межах всієї смуги перед валом, якщо поле планується засіяти зерновими колосовими або багаторічними травами (Наукові основи..., 2004).

Застосування глибокого спущення у поєднанні з щілюванням або кротуванням сприяє збільшенню поглинаємих ґрунтом опадів у 2-3 рази в порівнянні з ділянками, де проводили поверхневий обробіток.

Особливе значення щілювання та кротування мають у випадку злив великої інтенсивності, бо під час таких злив в багатьох випадках формується щільна водонепрониклива кірка, а подальше всмоктування опадів здійснюється лише крізь щілини у ґрунті (Почвы Украины..., 1988).

На зораному під ярі культури зябу рекомендується виконувати глибоке черезсмугове щілювання (Рекомендації..., 2002). Виконують цю роботу пізно восени перед замерзанням ґрунту на глибину 50-60 см впоперек основного схилу й розміщуючи щілини одна від одної залежно від крутості схилу на відстані від 5 до 10 м. Для глибокого щілювання використовують спеціально обладнані одним щілинорізним ножем плоскорізи-глибокорозпушувачі КПГ-2-150 та КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45), а також щілинорізи АЩ-2-140 або плуги

ПН-4-35. Цей агрозахід, покращуючи вбирання ґрунтом опадів, сприяє підвищенню врожаїв сільськогосподарських культур на 10-15 і більше відсотків, майже повністю припиняє стік води та змив ґрунту з полів. Витрати коштів на проведення щілювання окупаються приростами врожаїв (Рекомендації..., 2002).

Добрий ефект дає пізнє осіннє щілювання чорних або веснянє щілювання чистих парів. Розміщують щілини на відстані 5-7 м одна від одної й нарізають на глибину 50-60 см. Завдяки цьому, різко зменшується стік води та змив ґрунту з пару, а накопичення продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту збільшується на 25-30 мм, завдяки чому врожайність озимої пшениці на такому пару на 2,5-3,0 ц/га вища, ніж без виконання щілювання (Рекомендації..., 2002).

Завдяки щілюванню озимих, ґрунт під ними різко збільшує вбирання талих і зливових вод та підвищуються запаси продуктивної вологи в його метровому шарі, а врожай зростає на 2,5-3,0 ц/га. Слід підкреслити, що щілювання допустимо проводити лише на добре розвинутих посівах пшениці (фаза повного кушіння).

На схилових еродованих землях (крутістю більше 2°) високий ефект дає щілювання посівів багаторічних трав, де ґрунт найбільш ущільнений і рослини часто відчувають нестачу вологи та кисню. Щілювання трав проводять впоперек схилу одним щілинорізним ножом на глибину 50-60 см (відстань між щілинами 5-10 м). Агроприєм доцільно проводити на полях, зайнятих травами другого і наступного років життя, перед замерзанням ґрунту. На добре розвинених травах другого-третього років користування, щілювання проводять на глибину 50-60 см стрічково, двома щілинорізними ножами при відстані між стрічками 5 м, а між щілинами в стрічці – 1 м.

Завдяки кращому вбиранню вологи, вологозабезпеченість багаторічних трав при щілюванні істотно покращується, в той же час як втрати води на стік та змив ґрунту з поля практично припиняються. Підвищується на щілюваних травах і врожайність зеленої маси на 20-25% (Рекомендації..., 2002).

В Поліссі, на крутих схилах суттєву ґрунтозахисну роль має щілювання зябу, посівів озимих зернових культур та багаторічних трав. Щілювання



здійснюються перед уходом поля в зиму, коли ґрунт промерзає на глибину 5-7 см. Відстань між щілинами на зябу 4-6 м, на посівах озимих зернових культур 6-8, на багаторічних травах 8-12 м. Щілювання рекомендується проводити на глибину 50-70 см, щілинорізами ЩН-2-140, ЩП-000, ЩП-3-70, а також щілинорізами, виготовленими в господарствах на базі плоскорізів КПП-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) або плугів ПЧ-2,5 (Рекомендации..., 1984).

Робочі органи у щілинорізах встановлюють таким чином, щоб вони нарізували щілини по сліду гусениць трактора і не залишали ущільнених колій, які посилюють ерозію.

Основна вимога до технології щілювання посівів – контурність і мінімальне пошкодження рослин щілинорізом, колесами і гусеницями трактора. Оптимальні параметри – це стрічкова схема 2×140 см через 4 метри, глибина щілини 40-45 см з шириною біля поверхні ґрунту 25-30 мм.

Кращій термін щілювання посівів озимих культур – після уходу рослин в зиму (перед замерзанням ґрунту). Гарні результати, особливо у степовій зоні, забезпечує також щілювання після сівби озимих (до початку проростання насіння). Озимину, посіяну упоперек схилу, краще щілювати до появи сходів з таким розрахунком, щоб траса обов'язково перетиналась з рядками культури під мінімально можливим кутом. У цьому випадку вода, що нагромаджується в міжряддях, буде гарантовано перехоплюватись щілинами.

Щілювання зябу також проводять пізно восени, після деякої усадки і ущільнення ґрунту, перед його замерзанням або при промерзанні його на глибину 4-6 см. Найбільш доцільно щілювання зябу проводити по мерзлій кірці, бо, в протилежному випадку, завдяки пухкості орного шару відбувається засипання щілин, а додатковий прохід трактора ущільнює ґрунт, тому стік скорочується незначно (Методические рекомендации..., 1982).

При вирощуванні озимих культур для проведення догляду за посівами інколи залишають незасіяні технологічні колії, де за певних умов можливий змив ґрунту. Для запобігання цьому рекомендується замість двох стрічок

шириною 45 см використовувати одну вузьку маркерну лінію шириною 30 см. Для посилення ґрунтозахисної дії в ній проводять неглибоке щілювання.

Контурне щілювання в системі раннього пару пріоритетне після соняшнику та кукурудзи, які вирощувались з підгортанням посівів. Тут воно забезпечує додаткове накопичення 250-300 м<sup>3</sup>/га талої води, більшу глибину промочування ґрунту і, як наслідок, підвищення урожайності озимої пшениці в зоні дії щілин.

Щілювання зябу, обробленого глибше 12-14 см, на схилах, в деяких випадках є недоцільним. Як на виораних, так і на глибоко розпушених фонах без обертання скиби це призводить до помітного ущільнення ґрунту по колії трактора. Концентрація талої води в утворених поглибленнях обумовлює посилений поверхневий стік і внутрішньогрунтовий розмив дна щілини. Негативна дія такого щілювання зростає із збільшенням крутизни і улоговинистості схилів, вологості і глибини промерзання ґрунту, відстані між проходами щілиноріза.

В степових районах, для попередження стоку води та її накопичення на плоскорізному зябу нарізають щілини щілинорізами ЩН-2-140 або ЩП-000 в напрямку горизонталей місцевості на глибину 50-60 см через 4-6 м перед замерзанням ґрунту (Рекомендации..., 1984).

Для кращого накопичення вологи на посівах озимих по поверхневому обробітку ґрунту здійснюють щілювання поля на схилах перед сівбою. Щілини нарізають на глибину 40-50 см через 6-8 м з одночасним боронуванням.

Відстань між щілинами на посівах озимих культур має дорівнювати 5-8 м і на зябу – 7-10 м, в залежності від крутизни схилу. Нарізку щілин слід проводити по лініях, близьких до горизонталей. Відхилення щілин від горизонталей призводить до повздовжніх ухилів, що різко знижує ефективність щілювання. При повздовжньому ухилі 2-3° в період інтенсивного сніготанення ґрунтозахисна ефективність цього прийому різко знижується, а іноді, навіть по трасі щілин, утворюються промоїни, особливо при зменшеній густині розміщення щілин (через 10-13 м та більше), що часто практикується у

господарствах. Щілювання складних, сильноулоговинистих схилів здійснювати недоцільно, бо нарізати щілини по лініях, близьких до горизонталей, дуже складно в технічному аспекті. Для здійснення щілювання по лініях, близьких до горизонталей, необхідно на оброблюваних полях мати постійний орієнтир (вали-тераси, межі полів при контурно-меліоративній організації території тощо).

Щілювання є найбільш простим та доступним прийомом боротьби із зливовою ерозією при міжрядному обробітку просапних культур на схилах 1,5-2° (Рекомендації..., 1984). Його виконують на глибину 18-20 см культиватором КРН-4,2, на якому замість стрілочастих лап встановлюють долотоподібні робочі органи (ножі).

На рівнинних полях проводять щілювання тільки за наявності блюдець, де можливе застоювання води. Здійснюють його на глибину до 50 см після сівби з відстанню між щілинами 2,5-3,0 м.

За плоскорізного обробітку на полях накопичується більше снігу, в результаті чого в окремі роки може сформуватися значний стік і для його затримання необхідно такий обробіток доповнювати щілюванням. Це підвищує ґрунтозахисну та вологонакопичувальну роль плоскорізного обробітку.

Останнім часом на значних площах застосовують поверхневий обробіток ґрунту дисковими або плоскорізними знаряддями під озимину після кукурудзи на силос. При поверхневому обробітку ґрунту під озимі культури дисковими знаряддями внаслідок певного зменшення водопроникливості ґрунтів у роки з великим стоком талих вод ерозійні процеси можуть посилюватись. Тому за такого обробітку під озиму пшеницю на схилах щілювання дає особливо високий ґрунтозахисний ефект. Для кращого затримання та накопичення в ґрунті вологи за осінньо-зимовий період, а також для одержання більш дружних сходів, поверхневий звичайний (дискуванням) або мілкий плоскорізний обробіток ґрунту рекомендується поєднувати із застосуванням подальшого щілювання на глибину 40-50 см з коткуванням в агрегаті до сівби озимих або щілюванням посівів перед входом в зиму (Рекомендації..., 1984).

Щілювання зябу є особливо важливим при обробітку сильноеродованих ґрунтів і солонців. Відстань між щілинами 4-8 м в залежності від крутизни схилу. Нарізають їх щілинорізом ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину 50-60 см в напрямку горизонталей місцевості. В степовій зоні щілювання посівів озимої пшениці здійснюють перед сівбою, а в лісостеповій частині – по посівах перед замерзанням ґрунту на глибину 40-50 см через 6-8 м одним щілинорізним ножем в напрямку горизонталей (Рекомендації..., 1984).

Слід зазначити, що прийоми затримання стоку щілюванням й кротуванням не створюють концентрованих об'ємів води, які могли б при прориві проводити розмив. Цим вони позитивно відрізняються від прийомів, які затримують вологу на поверхні схилу. Однак повного регулювання не буде, якщо при щілюванні й кротуванні не створити страхувальної (аварійної) водовідвідної системи (Швебс, 1981).

Слід пам'ятати, що щілювання є найбільш ефективним у роки з нормальним та підвищеним зволоженням, а у сухі роки цей захід може призводити до зниження врожаю (Захист ґрунтів..., 1986).

*Коткування ґрунту з одночасним щілюванням, а також з одночасним валкуванням і щілюванням.* Коткування застосовується для збільшення щільності ґрунту, з тим, щоб краще забезпечити насіння вологою (Вороб'єв и др., 1977). Для усунення негативного впливу збільшеної щільності будови на протиерозійну стійкість ґрунтів коткування виконують з одночасним щілюванням або з валкуванням і щілюванням.

*Сівба стерньовими сівалками з одночасним формуванням переривчастих борозен.* Сівба спеціальними стерньовими сівалками, яка може здійснюватись за будь-якої кількості стерні на поверхні, дозволяє зберегти на поверхні значну кількість стерні та рослинних залишків, що забезпечує суттєвий протиерозійний ефект. Для збільшення протиерозійного ефекту, сівбу стерньовими сівалками супроводжують формуванням переривчастих борозен.

Щоб зменшити стік води по борознах, які залишаються після проходу стерньової сівалки, можна прикочувальні котки зробити вирізними. При

цьому в борозні утворюються перемички, які затримують стікаючу по схилу воду. Але використання стерньових сівалок ефективно на схилах до 3°, на більш крутих схилах якість сівби погіршується.

*Сівба культур з одночасним утворенням борозен.* Цей прийом передбачає утворення борозен під час сівби сільськогосподарських культур, що створює додаткові перешкоди стоку. Даний захід дозволяє зменшити водний стік і змив у ерозійно небезпечних регіонах. Цей прийом є досить ефективним на невеликих схилах (див. вище).

*Переривчасте борознування і щілювання ґрунту при обробітці міжрядь просапних культур.* Вирощування просапних культур у ерозійно небезпечних регіонах має супроводжуватись додатковими агроеліоративними заходами із захисту ґрунтів у міжряддях, такими як переривчасте борознування і щілювання ґрунту при обробітці міжрядь (Рекомендації..., 1975; Шикула, 1968).

*Застосування раннього пару.* Це найбільш радикальний захід попередження водної ерозії при сніготаненні (Наукові основи..., 2004). Порівняно з чорним паром ґрунт на ранніх парах не змивається талими водами навіть при модулі стоку 15 л/с/га.

На ранніх парах після соняшнику відмічається більш рівномірний розподіл снігу, що у поєднанні з високою буферною і кольматуючою здатністю поверхні поля зумовлює менші втрати води на випаровування, вимерзання та видування, а також сприяє накопиченню запасів продуктивної вологи в кореневмісному шарі ґрунту (0-150 см) за зиму на рівні з глибоким зяблевим обробіткою.

В умовах високого стокоскидного навантаження технологічна схема підготовки раннього пару після грубостеблових культур (соняшник, кукурудза, суданська трава, сорго) включає пізньоосіннє щілювання ґрунту щілинорізами ЩН-2-140, ЩП-3-70 на глибину 35-45 см за стрічковою схемою 2×140 см через 4-6 м. Агроприйом ефективний на важких ґрунтах, де забезпечує глибоку інфільтрацію води і підвищення врожаю озимої

пшениці в зоні дії щілин на рівні 10,5-14,8 ц/га. Щілювання недоцільне в роки з незначними осінніми запасами ґрунтової вологи і сумою опадів за осінньо-зимовий період більше 200 мм та тріщинуватістю ґрунту понад 350 м<sup>3</sup>/га.

Для підвищення протиерозійної стійкості та поліпшення водного режиму ґрунту на рівних ділянках і схилах, підготовку раннього пару після стерньових попередників слід починати в рік, що передує паруванню. З метою створення щільних захисних екранів завдяки сходам падалиці чи покривних культур слід обмежуватися одноразовим мілким (8-10 см) розпушуванням ґрунту дисковими чи плоскорізними знаряддями відразу після збирання колосових. За умови застосування на таких парах гербіцидів тотальної дії для знищення бур'янів влітку наступного року, можливе виключення механічних обробітків більше, ніж у 2 рази.

На ранніх парах, що розташовані на схилах, основний обробіток здійснюють чизельними культиваторами чи парапругами на глибину до 20 см. Ці знаряддя забезпечують високу ступінь мульчування ґрунту і стійкість його до ерозії і переущільнення при догляді за паром влітку з використанням енергонасичених колісних тракторів. Мілкий обробіток, який проводять плоскорізними знаряддями різного типу і комбінованими агрегатами, застосовують переважно на полях із рівним рельєфом і на ґрунтах з високим вмістом гумусу, насичених кальцієм, які добре поглинають воду (Наукові основи..., 2004).

При проведенні навесні глибокої культивації полицевих фонів краще застосовувати гірські (КРГ-3,6, КРГ-5,6) або посилені причіпні культиватори вібраційного типу (КПЕ-3,8, КПП-3,9, КПЕ-6, КТС-6,4, КН-7,2, КТК-8), після використання яких на поверхні ґрунту залишається майже вся стерня, яка створює ерозійно стійку, водовбирну поверхню ґрунту; на окультурених ранніх парах краще застосовувати комбіновані знаряддя типу КР-4,5, АКШ-5,6, обладнані плоскорізними лапами та ротаційними дисковими приставками. Вони забезпечують повне підрізання бур'янів, подрібнення рослинних решток і часткове вирівнювання ґрунту.

При здійсненні мілкою (8-10 см) обробітку перевагу слід надавати модифікованим паровим культиваторам КПС-4, конструкція яких обмежує коливання стояків у горизонтальній площині, внаслідок чого ґрунт розпушується на задану глибину та якісно підрізаються бур'яни.

Для поверхневого обробітку (6-8 см) парового поля використовують культиватори, обладнані робочими органами плоскорізного типу (спарені лапи-бритви, лапи Міллера), які запобігають перемішуванню сухих і зволжених шарів ґрунту і цим сприяють збереженню вологи на глибині загортання насіння.

Для ранньовесняного закриття вологи на брилистому полицевому зябу краще використовувати пружинні борони (БП-8, БПП-8, БП-24) та їх аналоги, які не тільки розпушують, а й вирівнюють поверхню поля. Влітку на такому фоні кращі результати забезпечують борони ЗБЗЛ-1,0, обладнані лапами, та зубові борони БЗТС-1,0 з навареними ріжучими сегментами жаток кукурудзозбиральних комбайнів або без них.

На безполицевих фонах, навесні і влітку після дощів ефективні пружинні борони „Флексі Койл”, які, на відміну від зубових борін БЗТС-1,0, при роботі в активному положенні у 5-6 разів більше виносять на поверхню раніше заорані в ґрунт пожнивні рештки, менше розпорошують його і повніше знищують проростки бур'янів.

У паровому полі недоцільно застосовувати важкі ґрунтообробні знаряддя – КАПП-6, Компактор, Европак-6000, які вирівнюють, розпушують і значно ущільнюють ґрунт. Влітку після тривалих бездощових періодів, обробіток, наприклад, комбінованим агрегатом „Компактор”, зумовлює розпорошення верхнього (0-7 см) шару ґрунту до стану, де вміст пилюватих часток розміром менше 0,25 мм становить 28-30%. У розмороженому ґрунті навіть стерньова сівалка з трубчастими сошниками не забезпечує фіксованого висіву зерна у вологий шар ґрунту.

Не ефективні на пару і культиватори з ножеподібними робочими органами, що виготовлені з ресор або бітерів силосозбиральних комбайнів.

При їхньому використанні утворюється ущільнений прошарок ґрунту на глибині обробітку, що різко знижує протиерозійну стійкість фону і є серйозною перешкодою для одержання повноцінних сходів озимини та їхнього нормального розвитку восени.

Особливо небезпечний догляд за паром з використанням начіпних знарядь в агрегаті з колісними тракторами потужністю понад 30 кН. Вони негативно впливають на ґрунт, що проявляється у збільшенні його щільності по колії трактора проти оптимальної для пшениці на 40-50%, грудкуватості в 1,5-2 рази, зменшенні водопроникливості у 6-10 разів. Послаблюється роль підорного шару в забезпеченні рослин поживними речовинами, обмежується глибина проникнення кореневої системи, її загальний розмір, посилюються ерозійні процеси. Негативні наслідки переущільнення відмічаються протягом 3-5 років, зумовлюючи недобір врожаю зерна від 20 % у вологі до 70 % у посушливі роки (Наукові основи..., 2004).

Більше інформації про догляд за раннім паром, про особливості застосування зайнятих парів та про особливості підготовки ґрунту під певні культури та їх сівбу наведено у роботі (Наукові основи..., 2004).

*Снігозатримання та регулювання сніготанення.* Значна роль в отриманні високих та стійких урожаїв сільськогосподарських культур відводиться снігозатриманню (Рекомендації..., 2002). В той же час, застосування цього заходу без врахування рельєфу здатне спричинити велику шкоду, посилюючи розвиток ерозійних процесів.

Якщо снігозатримання не проводити – з полів вітром зноситься від 30 до 50% снігу. На полях без снігу ґрунт глибоко промерзає, втрачаються запаси вологи.

Відомо, що шар снігу завтовшки 1 см дає при сніготаненні на 1 га 10 тон води.

Затримують сніг на полях (окрім різноманітних лісомеліоративних, фітомеліоративних та агрономеліоративних заходів) за допомогою валкоутворювачів СВУ-2,6, водоналивних гладких котків та ін.



Для зменшення промерзання ґрунту та послаблення інтенсивності танення снігу на всіх агрофонах здійснюють снігозатримання валкоутворювачем СВУ-2,6. Снігові вали розміщують вздовж основного напрямку горизонталей через 12-15 м, а на схилах, що перевищують 3°, – через 8-10 м. (Рекомендации..., 1984).

Затримання талих вод перед весняним сніготаненням проводять шляхом черезсмугового його коткування або затемнення снігу впоперек схилів фосфоритним борошном, торф'яною крихтою або перегноєм. Ущільнений котками (наприклад, водоналивним катком ЗКВГ-1,4) на смугах шириною 4-6 м сніг тане на 3-4 доби пізніше, ніж рихлий і тому ущільнені смуги є перепонами на шляху води, яка стікає вниз по схилу. Відповідні дослідження показали, що кожні 10 мм затриманої таким чином вологи дають додатковий врожай до 2 ц/га зерна й до 20 ц/га коренеплодів цукрових буряків (Рекомендації..., 2002).

Ширина смуг при зачерненні снігу 2 м, відстань між ними 5-8 м. Зачернення снігу здійснюють у середній та нижній частинах схилу. Таким чином досягають прискорення сніготанення внизу схилу і уповільнення його сходу у верхній частині. При цьому стік менше руйнує ґрунт, збільшуються запаси продуктивної вологи (Рекомендации..., 1984).

**Особливості обробітку ґрунту в залежності від агрофону.** Захист ґрунтів від ерозії в посівах просапних культур. Просапні культури на початку вегетації не можуть протистояти руйнівній дії злив та пилових бур і більше інших потребують проведення протиерозійних заходів. Найдієвішими заходами, що дозволяють повністю упередити або зменшити ерозію ґрунту до безпечного рівня є розміщення відповідних просапних культур (кукурудзи, соняшнику, сорго) на землях з ухилом до 1°, використання покрівельних (проміжних) захисних культур, застосування посівних систем на основі мінімального обробітку ґрунту і мульчування.

На схилах до 5° є ефективною протиерозійна технологія вирощування просапних (кукурудзи), базою якої є деблокуючий обробіток ріллі. Суть технології полягає в нарізуванні щілин у ґрунті під попередник і подвійного

(восени та весною) розпакування їх шляхом смугового витіснення блокуючого верхнього шару із займаючого об'єму в гребені. При цьому формуються борозни, які спрямовують стікаючі талі та дощові води в щілини. Утворення системи борозен при зяблевому обробітку проводять важкими чизельними культиваторами типу „Консертіл”, „Хорш”. Повторне (весняне) деблокування щілин здійснюють при підгортанні рослин.

Спосіб дає змогу запобігти ерозії ґрунтів від талих вод на зябу при модулі стоку до 15 л/с/га і влітку у посівах кукурудзи при зливах шаром 60 мм й інтенсивністю до 3,5 мм/хв.

У ґрунтозахисному землеробстві при вирощуванні просапних культур велику роль відіграють агроприйоми, що сприяють вбиранню опадів і забезпечують прискорене проективне покриття поверхні поля рослинами, що вегетують: використання сортів і гібридів із швидким стартовим ростом, контурна сівба, коригування строків сівби та норм висіву насіння, своєчасне розпушення міжрядь і підгортання рослин.

На посівах просапних культур, розміщених на схилах 3-5°, ефективним є щільовання і переривчасте борознування міжрядь. Застосування цих агроприйомів сприяє додатковому накопиченню продуктивної вологи в півтораметровому шарі ґрунту (Рекомендації..., 1984).

Обробіток чистих парів. Чистий пар – надійний засіб підвищення продуктивності ґрунтів та боротьби з посухою. За належної підготовки він прирівнюється до зрошення, гарантує одержання 6-8 т/га якісного зерна озимої пшениці і позитивно впливає на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. При цьому чистий пар залишається найбільш уразливим полем сівозміни, де надзвичайно важко призупинити ерозію ґрунту, унормувати техногенні навантаження, урівноважити баланс поживних речовин і обіг енергії.

Радикальним заходом попередження змиву та дефляції ґрунтів є запровадження раннього пару (див. вище). По кількості акумульованої вологи в холодний період року необроблений з осені ранній пар не поступається

чорному, однак не піддається ерозії навіть за критичних швидкостей стікаючої води та вітру.

Технологія основного обробітку раннього пару після соняшнику, кукурудзи, суданки, сорго базується на повному виключенні зябу, фоновому дискуванні на початку весняних польових робіт і наступному (через 3-4 тижні) спущенні ґрунту парaplугами, важкими чизельними або протиерозійними культиваторами на глибину до 20 см в залежності від погодних умов, маси рослинних решток і забур'яненості поля. В умовах високого стокоскидного навантаження технологічна схема підготовки раннього пару може включати пізньоосіннє шілювання ґрунту за стрічковою схемою 2×140 см через 4-6 метрів.

Догляд за чистими парами на ерозійно небезпечних землях ґрунтується на засадах агроекологічної і економічної доцільності, при цьому домінують заходи, спрямовані на збереження максимальної кількості післяжнивних решток, попередження надмірних втрат вологи, оптимізацію будови і структури посівного шару для кращої акумуляції опадів.

Для мілкового (10-14 см) і поверхневого (6-8 см) обробітку в період парування застосовують ґрунтообробні знаряддя, обладнані робочими органами плоскоріжучого типу, які запобігають надмірному руйнуванню мульчі та перемішуванню сухих і зволжених шарів ґрунту, зберігають вологу на глибині загортання насіння.

На безполицевих фонах після дощів ефективні пружинні борони „Флексі Койл”, ЗБР-24, які, на відміну від зубових борін БЗТС-1,0, при роботі в активному положенні виносять на поверхню раніше загорнуті в ґрунт рослинні рештки і повніше знищують проростки бур'янів.

В зоні Північного Степу, де річна сума опадів перевищує 500 мм, розвиток ерозійних процесів весною і влітку унеможливають так звані „зелені” пари. Утримання їх передбачає вирощування покривної захисної культури (гірчиця, ріпак, вико-вівсяна або горохово-вівсяна сумішки), припинення вегетації рослин у червні за допомогою гербіцидів і збереження захисного екрану в

непорушеному стані до сівби озимої пшениці, яку краще здійснювати ґрунтообробно-посівними агрегатами чи сівалками прямої дії.

#### Обробіток ґрунту під озимі після зайнятих парів і непарових попередників.

Система диференційованого обробітку ґрунту після зайнятих парів і непарових попередників підпорядковується вирішенню двох основних завдань: створенню ерозійно стійкої поверхні поля у післязбиральний період (наявність 50-60 % подрібнених і частково загорнутих рослинних решток довжиною 5-10 см, якісне кришення скиби з переважанням грудочок розміром до 5 см) та передумов для отримання повноцінних сходів озимих культур і доброго розвитку рослин, густий трав'яний покрив яких захищає ріллю впродовж майже цілого року.

Вирішальне значення при підготовці зайнятого пару (після озимих, зернових сумішок, кукурудзи на зелений корм) має своєчасність та послідовність проведення технологічних операцій: негайне післязбиральне лушення стерні дисковими боронами на 8-10 см, обробіток комбінованими машинами КР-4,5, КРГ-5, КШН-5,6 на 10-12 см, розпушування ґрунту паровими культиваторами на глибину загортання насіння.

На еродованих і схильних до водної ерозії землях перевагу слід надавати чизельному обробітку з метою формування хвилястої ґрунтової поверхні та мульчування поверхні поля рослинними рештками. Здійснюють його чизельними плугами різних модифікацій, а також чизель-культиваторами типу „Консертіл” та „Хорш”.

На ущільнених ґрунтах важкого механічного складу для фонового обробітку найбільш придатні тандемні несиметричні важкі причіпні дискові борони типу ДМТ-6 (“Деметра”), які забезпечують повне підрізання бур'янів, ретельне подрібнення післяжнивних решток і рівномірний розподіл їх по поверхні ґрунту.

При вирощуванні озимої пшениці після непарових попередників застосовують малоопераційну технологію обробітку ґрунту на основі комбінованих знарядь АКШ-5,4, КР-4,5, які, маючи порівняно вузькі

плоскорізні робочі органи, не виміляються і стало працюють на глибині 10-12 см при досить сухому ґрунті. Подрібнення рослинних решток, розпушення і вирівнювання поверхні поля тут здійснюється за один прохід агрегату.

Мілкий обробіток на 8-10 см плоскорізом ПЩН-2,5 одночасно зі щільуванням ґрунту на 30-35 см, як протиерозійний захід, ефективний після гороху, коли ґрунт майже не прикритий післяжнивними рештками і особливо сильно піддається змиву.

Поля з під багаторічних трав готують за технологією, що передбачає дискування на 6-8 см та наступне розпушення ґрунту на 10-14 см комбінованими агрегатами АКШ-5,6, КР-4,5. При дотриманні агротехнічних норм така схема обробітку виключає можливість відростання люцерни і еспарцету, гарантує збереження вологи та акумуляцію навіть незначних (8-10 мм) літніх опадів.

Після кукурудзи на силос, яку збирають за тиждень-два до оптимальних строків сівби озимини, доцільний мульчуючий обробіток ґрунту. Технологія його включає подвійне подрібнення стерні в день збирання урожаю дисковими боронами БД-10, ДМТ-6 під кутом до напрямку рядів з наступною культивуацією КПС-4. На еродованих схилах крутизною до 3° після кукурудзи на силос перспективним є вузькосмуговий (через кожні 25-30 см) різноглибинний (на 6-16 см) обробіток ґрунту комбінованим агрегатом АРП-3,6 (Мультитіллер), базою якого є прями диски з вирізами, розпушуючі чизельні лапи з активним захватом 10-12 см і дворядний ущільнюючий коток із зубчато-прикочуючих дисків. Подібний ефект обробітку ґрунту за один прохід агрегату забезпечує комбінований агрегат Агро-3 (Пашенко и др., 1999).

Після соняшнику на час сівби озимої пшениці верхній шар ґрунту досить пухкий і придатний для поверхневого обробітку, тому тут застосовують дискові борони БД-10 або ДМТ-6 (на 6-8 см) з наступною культивуацією КПС-4 для ущільнення і вирівнювання поверхні поля.

Ґрунтозахисний обробіток ґрунту під ярі колосові культури. Післязбиральне розпушення ґрунту проводять одразу ж після збирання попередника, голчастими

боронами або широкозахватними культиваторами-плоскорізами. Після відростання бур'янів і падалиці вносять мінеральні добрива з розрахунку по  $N_{60}P_{60}K_{45}$  діючої речовини на гектар. Основний обробіток ґрунту проводять на глибину 20-22 см плоскорізами КПП-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45), КПУ-400, чизельними плугами та ін.

Ранньою весною боронування виконують голчастими боронами, а сівбу проводять сівалками прямої сівби різних модифікацій (стерньові, сівалки-луцильники та ін.) [Рекомендації..., 2002].

Ґрунтозахисний обробіток ґрунту під кукурудзу. Літньо-осінній обробіток передбачає післязбиральне розпушення з максимальним збереженням стерні на глибину 6-7 см.

Після луцення стерні вносять мінеральні добрива, які заробляють у ґрунт голчастими боронами. Через 10-12 днів після внесення добрив проводять культивацію плоскорізами КПП-2,2 на глибину 8-10 см. При значному ущільненні ґрунту використовують важкий культиватор КПЕ-3,8 (глибина розпушення 10-12 см).

Основний обробіток ґрунту виконують на глибину 25-27 см через 20-25 днів після його культивації плоскорізами КПП-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) або КПУ-400.

Навесні закривають вологу голчастими боронами. Першу культивацію виконують культиватором КПЕ-3,8 на глибину 10-12 см. Передпосівну культивацію проводять культиваторами КПП-4 на глибину 8-10 см, а сівбу – сівалками СПЧ-6, УПС-8, УПС-12 (Рекомендації..., 2002).

**Системи ґрунтозахисного обробітку в різних природних зонах України.**  
*Система ґрунтозахисного обробітку в типовій польовій сівозміні Полісся України* (Захист ґрунтів..., 1986):

**Люпин на зелену масу.** Після збирання попередника ґрунт розпушують плоскорізом на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною. Потім для боротьби з відростаючими бур'янами поле 1-2 рази культивують культиватором КПЕ-3,8 на глибину 8-10 та 10-12 см. Фосфорно-калійні добрива

вносять під післяжнивне розпушення або першу культивуацію. Основний обробіток ґрунту проводять у жовтні плоскорізом-глибокорозпушувачем на глибину 18-20 см. Першу весняну культивуацію необхідно провести культиватором КПЕ-3,8 або КПС-4 на глибину 10-12 см, передпосівну – КПС-4 з борознами БЗСС-1,0 на глибину 4-5 см. Сівба.

**Жито озиме.** Луцять стерню дисковими знаряддями на глибину 5-6 см одразу після збирання попередника, вносять мінеральні добрива (NPK) і проводять основний обробіток плоскорізом на глибину 18-20 см в агрегаті з голчастою бороною; передбачається 1-2 передпосівні культивуації культиватором КПС-4 з боронами БЗСС-1,0 на глибину 5-6 см. Сівба. Навесні посіви підживлюють азотними добривами та боронують бороною БГ-3 при пасивному положенні дисків.

**Картопля.** Після збирання попередника ґрунт розпушують плоскорізом на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною. Для боротьби з бур'янами, що відростають, рекомендується 1-2 культивуації КПЕ-3,8 на глибину 8-10 та 10-12 см. Під першу вносять фосфорно-калійні добрива. Основний обробіток ґрунту проводять у жовтні плоскорізом-глибокорозпушувачем на глибину 18-20 см. Весняні роботи починають з боронування бороною БГ-3 та внесення органічних (підстилковий гній, торфогнойовий компост) і мінеральних (азотних) добрив.

Органічні добрива в нормі 50-60 т/га загортають разом з розпушенням культиватором КПЕ-3,8 на глибину 12-14 см. При внесенні 30-40 т/га органічних добрив, застосовувати голчасті борони не обов'язково. Перед садінням картоплі гребневим способом поле знову культивують культиватором КПС-4 на глибину 12-14 см з одночасним боронуванням боронами БЗСС-1,0.

Догляд за культурою полягає у дворазовому досходовому боронуванні при появі сходів до 30 %, дворазовому розпушуванні міжрядь та підгортанні.

**Овес з підсівом трав.** Після внесення фосфорно-калійних добрив поверхню поля розпушують та вирівнюють плоскорізом на глибину 10-12 см в

агрегаті з голчастою бороною. Основний обробіток ґрунту проводять у кінці жовтня плоскорізом на глибину 18-20 см. Навесні перший раз культивують культиватором КПЕ-3,8 або КПС-4 на глибину 10-12 см, перед сівбою – культиватором КПС-4 з боронами БЗСС-1,0 на глибину 5-6 см.

**Багаторічні трави.** Збирають рештки покривної культури, навесні підживлюють фосфорно-калійними добривами та боронують посіви.

**Озима пшениця.** Перед розробкою пласта багаторічних трав вносять мінеральні добрива (NPK), пласт обробляють в два сліди важкою дисковою бороною на глибину 10-12 см. Потім проводять основний обробіток – розпушують плоскорізом на глибину 18-20 см в агрегаті з бороною БГ-3, перед сівбою культивують культиватором КПС-4 з боронами на глибину 5-7 см або агрегатом РВК-3 при пасивному положенні дисків.

**Льон.** Після жнивне розпушення ґрунту проводять плоскорізом на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною. Для боротьби з відростаючими бур'янами поле 2-3 рази культивують культиватором КПЕ-4 на глибину 8-10 см з одночасним боронуванням. Перед сівбою культивують ще раз культиватором КПС-4 з боронами на глибину 4-5 см або комбінованим агрегатом РВК-3.

**Кукурудза на силос.** Після збирання попередника ґрунт розпушують на глибину 10-12 см плоскорізом з бороною БГ-3, потім розкидають органічні та мінеральні (фосфорно-калійні) добрива і загортають їх у ґрунт дисковою бороною на глибину 10-12 см. По мірі відростання бур'янів поле 1-2 рази культивують культиватором КПЕ-3,8 або КПС-4 на глибину 8-10 та 10-12 см. Основний обробіток застосовують у кінці жовтня плоскорізом-глибокорозпушувачем на глибину 18-20 см. Навесні вносять азотні добрива, проводять першу культивацію на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням, потім перед сівбою культивують на глибину 6-8 см. Сівба. Догляд включає 2-3 до- та післясходових боронування, а також 2-3 розпушення міжрядь.

**Озиме жито.** Після жнивне лушення виконують дисковою бороною на глибину 8-10 см, вносять мінеральні добрива. Потім проводять основний



обробіток ґрунту плоскорізом в агрегаті з голчастою бороною БІГ-3. Перед сівбою поле 1-2 рази культивують культиватором КПС-4 з одночасним боронуванням на глибину 5-6 см. Навесні посіви підживлюють азотними добривами та боронують голчастою бороною при пасивному положенні дисків (Захист ґрунтів..., 1986).

*Система ґрунтозахисного обробітку в господарствах лісостепової зони України* (Захист ґрунтів..., 1986; Сучасна система..., 2004):

**Озима пшениця після зайнятих парів та непарових попередників** (конюшина на один укіс, однорічні трави, зернобобові, кукурудза на силос та зелений корм). У районах достатнього зволоження після збирання попередників проводять дискове луцення на глибину 6-8 см, а через 8-10 днів – оранку в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками. Слідом за оранкою ґрунт культивують на глибину 8-10 см. В міру випадання опадів й появи бур'янів проводять боронування важкими або середніми зубовими боронами або культивацію культиваторами КПС-4, КПГ-4.

У районах недостатнього зволоження та при збиранні парозаймаючих культур у суху погоду ґрунт обробляють важкими дисковими боронами, культиваторами КПШ-5, КПШ-9, КПЕ-3,8+БІГ-3А на глибину 8-10 см, або чизельними знаряддями на глибину 20-22 см. Після непарових попередників застосовують дискові або комбіновані знаряддя на глибину 6-8 до 10 см. На схилах проводять щілювання ЩН-2-140, ЩП-3-70 на глибину 40-50 см через 5-7 см. Передпосівну культивацію здійснюють КПС-4+БЗСС-1,0 на глибину 5-7 см, сіють СЗ-3,6, СЗП-3,6. Після пізніх культур рекомендовано застосування прямої сівби озимих без попереднього обробітку ґрунту.

**Ярі колосові та ранні зернобобові культури.** При добрій вологозабезпеченості, на схилах до 2° застосовують напівпаровий обробіток зябу полицевими знаряддями. Ранній зяб обробляють при появі бур'янів 2-3 рази культиваторами КПС-4 в агрегаті з зубовими боронами БЗСС-1,0.

У районах недостатнього зволоження та на схилах понад 2° ґрунт обробляють за типом поліпшеного зябу безполицевими знаряддями. Слідом за

збиранням попередника проводять дискове лушення на глибину 5-7 см (після високостеблових попередників), потім КПЕ-3,8, КПШ-5, ОПТ-3,5 на глибину 8-10 см. В міру проростання бур'янів роблять повторне розпушення тими самими знаряддями на глибину 10-12 см. У кінці вересня або в жовтні проводять плоскорізне розпушення на 14-16 см або чизельний обробіток на 20-22 см.

Для пізньоосіннього щілювання ґрунту на схилах використовують щілинорізи ШП-000, ШП-3-70, за допомогою яких на глибину 50-60 см нарізують щілини через кожні 4-6 м. Навесні достатньо провести передпосівну культивуацію КПС-4+БЗСС-1,0 на глибину 5-7 см та сівбу дисковими сівалками.

Після пізніх попередників (буряк, кукурудза, соняшник) система обробітку ґрунту скорочується до дворазового дискування дисковими знаряддями ДМТ-4, ДМТ-6 та ін. на глибину 10-12 до 16 см та щілювання. Можливе застосування прямої сівби навесні при рівномірному розподілі післяжнивних решток на поверхні та доброму фітосанітарному стані (Сучасні технології, 2006).

**Просапні культури.** Після рано зібраних попередників ґрунт лущать, як правило, плоскорізними культиваторами на глибину 8-10 см. В міру проростання бур'янів проводять повторний обробіток плоскорізними знаряддями на глибину 10-12 см, а пізніше – безполицевий, чизельний обробітки, або оранку на 25-27 або 28-30 см. На схилах нарізують щілини за допомогою ШП-000, ШП-3-70 на глибину 50-60 см через 4-6 м. Навесні здійснюють передпосівну культивуацію КПС-4+БЗСС-1,0 під кукурудзу і соняшник та УСМК-5,4А під цукровий буряк. Доглядають посіви з урахуванням особливостей технології вирощування кожної культури. На схилових землях з метою захисту ґрунтів від водної ерозії роблять щілювання, боронування міжрядь при першому їх обробітку на глибину 18-20 см спеціальними щілинорізними лапами на культиваторі КРН-4,2. Борозни з перемичками нарізують пристроєм ППБ-0,6 до культиватора КРН-4,2 при другому розпушенні міжрядь (Захист ґрунтів..., 1986).

*Система ґрунтозахисного обробітку в господарствах степової зони України* (Захист ґрунтів..., 1986):

**Озима пшениця після чорного пару.** Дискування після збирання попередника на 5-7 см, плоскорізне розпушення КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) на 28-30 см; щілювання зябу на схилах ЩН-2-140 (ЩП-000) на 50-60 см або здійснення чизельного обробітку на глибину 28-30 до 35 см без щілювання; весняна культивуація КПЕ-3,8 на 10-12 см; різноглибинні культивуації КПС-4+БЗСС-1,0 на глибину від 8-10 до 6-7 см; внесення мінеральних добрив; передпосівна культивуація КПС-4+БЗСС-1,0 на 5-7 см; сівба СЗ-3,6 (СЗП-3,6) на 5-7 см; підживлення мінеральними добривами.

**Озимі після непарових попередників.** Дискове або плоскорізне лушення стерні на 5-7 см; внесення мінеральних добрив; плоскорізний обробіток КПШ-9, КПЕ-3,8+БІГ-3А на 8-10 см; щілювання ґрунту на схилах ЩН-2-140 (ЩП-000) на 40-50 см; передпосівна культивуація (КПС-4+БЗСС-1,0 на 5-7 см; сівба СЗ-3,6 (СЗП-3,6) на 5-7 см; підживлення мінеральними добривами; обробка гербіцидами. Після пізніх попередників застосування систем „Mini-till” з попередньою культивуацією „Хорш” або протиерозійними культиваторами та сівалок прямої сівби, або сівба в необроблений ґрунт посівними комплексами „Хорш”, „Grate plains” та ін.

**Ярі колосові культури після просапних.** Дискування на 5-7 см; плоскорізне розпушення на 14-16 см з одночасним внесенням мінеральних добрив; щілювання зябу на схилах ЩН-2-140 (ЩН-000) на 50-60 см; передпосівна культивуація КПС-4+БЗСС-1,0 на 6-7 см; сівба СЗ-3,6 на 6-7 см; обробка гербіцидами. Після пізно зібраних культур – пряма сівба.

**Просапні культури після озимих.** Лушення стерні на 5-7 см КПШ-9, „Хорш”; внесення мінеральних добрив; безполицевий обробіток на 8-10 см (в міру відростання бур’янів); плоскорізне розпушення КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) на глибину від 25 до 30 см; щілювання зябу на схилах ЩН-2-140 на 50-60 см або чизельний обробіток на 28-30 до 35 см; внесення гербіцидів; передпосівна культивуація КПС-4+БЗСС-1,0 (УСМК-5,4) на 6-7 см; сівба СПЧ-6М (СУПН-8) на 6-7 см; боронування посівів БЗСС-1,0 на 3-4 см; обробка гербіцидами кукурудзи; міжрядний обробіток (при наявності бур’янів) КРН-

5,6+КЛТ-3,8, КРН-4,2+ КЛТ-3,8 на 5-6 см. Якщо необхідно внести органічні добрива, їх вносять після мілкої плоскорізного обробітку ґрунту і заорюють ПН-4-35 на глибину від 25 до 30 см. Рано навесні такий зяб боронують БЗТС-1,0 на 5-6 см.

Оскільки рекомендована ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає проведення в сівозміні періодичної оранки для загортання органічних добрив, важливо запланувати заходи захисту таких полів як від водної, так і від вітрової ерозії. Після культур з раннім строком збирання, лущення ґрунту, а також наступні мілкі обробітки у системі поліпшеного зябу з метою запобігання зливовій ерозії проводять знаряддями плоскорізного типу. При цьому змив дрібнозему зменшується в 5,5 раз.

Стійкість зраного зябу проти стоку та змиву талими водами посилюється пізньоосіннім щілюванням, а проти дефляції – шляхом підняття такого зябу в кінці вересня – на початку жовтня (Захист ґрунтів..., 1986).

Додаткова інформація про ґрунтозахисні системи обробітку ґрунтів зони Степу наводиться в роботах (Агроландшафтні основи..., 2008; Наукові основи..., 2004).

У деяких випадках можливі відхилення (обґрунтовані) від рекомендованих технологій.

**Сільськогосподарські машини та знаряддя для виконання технологічних робіт із захисту ґрунтів від водної ерозії та дефляції (деякі з поданих нижче машин та знарядь на сьогоднішній день вже знято з серійного виробництва).**

*Трактор ДТ-75К* призначається для виконання робіт на схилах крутизною до 20° (Рекомендації..., 2002). На крутих схилах забезпечує човниковий спосіб роботи, завдяки наявності переднього та заднього механізмів навіски і реверс редуктора з силовою передачею. Оранка отримується без звальних гребенів і роз'ємних борозен.

*Плуги ПЧС-4-35, ПЛ-6-35.* Плуг-розпушувач навісний ПЧС-4-35 човниковий застосовують для оранки на глибину до 27 см, а з ґрунтопоглибленням – до 40 см,

також для розпушення на глибину до 35 см ґрунтів з питомим опором до 0,95 кг/см<sup>2</sup> на схилах до 20° (Рекомендації..., 2002). Агрегують з трактором ДТ-75К, обладнаним передньою та задньою гідронавісними системами.

Плуги ПЛ-6-35 застосовують з комплектами змінних корпусів з ґрунтопоглиблювачами для поглиблення орного шару до 15 см. Ґрунтопоглиблювач представляє собою стрілчасту лапу з вертикальною стійкою і отворами для регулювання глибини розпушення ґрунту. Продуктивність – 0,6 га/год.

*Щілинорізи.* Для щілювання ґрунту застосовують щілиноріз-кротоутворювач АЩ-2-140, який нарізає щілини на глибину до 50-60 см та одночасно робить в ґрунті кротовини (Рекомендації..., 2002). Ширина щілин – 4,9-5,9 см, діаметр кротовин – 65 мм, висота валків – 11-22 см. Продуктивність – 1,58-1,84 га/час. Для цієї мети застосовують також спеціально переобладнанні машини типу КПУ-400: КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45); КПГ-2-150 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45); ПРВН-2,5А; ГР-2,7 або плуги ПН-4-35.

В районах з недостатнім й нестійким зволоженням й з ґрунтами, які зазнають водної ерозії та дефляції, використовують плоскорізи-щілювачі ПЩ-3 або ПЩ-5. Призначені вони для суцільного плоскорізного обробітку ґрунту після зернових колосових й просапних попередників з одночасним щілюванням. Може застосовуватися у варіантах плоскоріза та щілювача (Справочник..., 1990).

Щілювання сіножатей, випасів, луків, а також глибоке розпушення зябу з одночасним кротуванням й утворенням валиків для накопичення вологи в ґрунті й попередження водної ерозії на схилах крутизною до 10° проводять щілинорізом-кротувачем ЩН-2-140. Він являє собою плоскі, загострені попереду ножі, в нижній частині яких кріпляться башмаки й дрени.

Для щілювання посівів, а також глибокого щілювання зябу застосовують також щілювачі ґрунту ЩП-3-70 (Справочник..., 1990).

*Валкоутворювач СВУ-2,6.* Застосовують його для утворення снігових валів з метою затримання снігу та вологи на полях. Робочий орган – леміш з

полицею циліндричної форми (Рекомендації..., 2002). Агрегують його з гусеничними тракторами класу Т-150. Можна агрегувати 2-3 снігорозорювача, використовуючи для цього зчипки 3-11У; 3-18А; СП-15 та ін. Снігозатримання виконують, коли шар снігу на полі досягає товщини не менше 10 см. Відстань між валками залежить від товщини снігового покриву і коливається від 5 до 14 м.

*Снігорозорювачі-валкувальники.* Вони призначені для затримання й накопичення снігу на полях, для розчищення доріг, а також для регулювання сніготанення. Застосовують їх на полях з відвальною й плоскорізною обробкою, на посівах озимих культур й багаторічних трав, на луках й пасовищах, де мінімальна товща снігового покриву, при якій можлива робота цих знарядь, не менше 15-18 см на відвальному зябу й 12-15 см на безвідвальних агрофонах.

*Плоскорізи.* Для проведення безвідвального розпушення ґрунту без обороту пласта і збереження на поверхні поля пожнивних решток, а також для поверхневого обробітку ґрунтів і сівби сільськогосподарських культур застосовують плоскорізи-глибокорозпушувачі, культиватори-плоскорізи, борони і сівалки таких марок:

Глибокорозпушувач КПП-250 використовують для безполицевого розпушення на глибину 20-30 см. Він забезпечує збереження на поверхні ґрунту 80-90 % стерні та добре підґрунтове кришіння. Плоскоріз комплектують двома плоскорізними лапами шириною захвату 150 см кожна або однією – з захватом 250 см. Тяговий опір плоскоріза при глибокому рихленні 1300-1400 кг. Продуктивність агрегату 0,93 га за годину (Рекомендації..., 2002).

Глибокорозпушувач КПП-2-150 застосовують для безполицевого розпушення на таку ж глибину зі збереженням стерні на поверхні ґрунту. Відрізняється від попереднього тим, що має 2 плоскоріжучі лапи із захватом по 160 см і призначається для роботи з тракторами ХТЗ-170 і К-700. Ширина захвату 310 см. Продуктивність агрегату – 2 га за годину.

Сучасні знаряддя-аналоги плоскорізів-глибокорозпушувачів КПП-250 та КПП-2-150 – глибокорозпушувачі ГР-2,5-45, ГР-3,4-45.

Грунторозпушувач-удобрювач КПП-2,2 призначений для розпушення ґрунту без обороту скиби та для одночасного осіннього внесення під основний обробіток ґрунту на дно борозни мінеральних добрив. Глибина обробітку і внесення добрив від 10 до 30 см. Відхилення рівномірності внесення добрив по ширині захвату знаряддя повинно бути не більше 20%. Агрегат складається з двох робочих органів глибокорозпушувачів і ємностей (коробок) для розподілу добрив по ширині захвату агрегату. На рамі машини закріплюють туковий контейнер, а також високонапорний вентилятор, призначений для оптимального розподілу добрив, який працює від гідросистеми трактору. Продуктивність знаряддя – 0,9 -1,1 га/год.

Грунторозпушувачем-удобрювачем КПП-2,2 можна вносити до 350 кг/га гранульованих мінеральних добрив, але цієї кількості не вистачає для всіх основних культур. Крім того, глибоке загортання мінеральних добрив менш ефективне, ніж поверхневе розкидання їх з наступним загортанням під час обробітку. Тому застосовувати КПП-2,2 у степовій зоні України не доцільно (Захист ґрунтів..., 1986).

Мілке розпушення ґрунту зі збереженням на поверхні поля стерні й інших рослинних решток, обробку чистих парів здійснюють широкозахватними культиваторами-плоскорізами КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11, знаряддям для обробки пласту багаторічних трав ОПТ-3-5 й важкими протиерозійними культиваторами КПЕ-3,8, КТС-10-1 й КТС-10-2 (Справочник..., 1990).

Глибокий безвідвальний обробіток ґрунту із збереженням стерні на його поверхні виконують також плоскорізом-глибокорозпушувачем-удобрювачем ГУН-4 з одночасним підґрунтовим внесенням мінеральних добрив (Справочник..., 1990).

*Культиватор-плоскоріз КПП-2,2* призначений для безполицевого обробітку ґрунту на глибину 7-16 см (Рекомендації..., 2002). Забезпечує добре розпушення неущільнених ґрунтів без обороту пласта із збереженням на поверхні ґрунту від 75 до 90 % стерні та повне підрізання бур'янів. Культиватор має дві плоскорізнi лапи із захватом по 115 см. Загальна ширина захвату 220 см.

Агрегатують 2-3 культиватора за допомогою зчіпки СП-16 із трактором класу ЗТС. При цьому продуктивність агрегату становить на луценні стерні 2,7-2,9 га, на культивації – 3,3-3,4 га за годину. При агрегуванні 3-4 культиваторів з трактором Т-150 продуктивність за годину зміни на луценні складає 4,9 га, на культивації – близько 5 га.

*Протиерозійний культиватор КПЕ-3,8* призначений для проведення ранньої весняної глибокої культивації, для передпосівної культивації, обробітку ґрунту на парах у першій половині літа, а також для його розпушування під озиму пшеницю після кукурудзи на силос на глибину 7-12 см (Рекомендації..., 2002). Культиватор причіпний. Робочі органи – екстирпаторні лапи з шириною захвату кожної по 41 см. Розташовані вони в три ряди на високих підпружинених стійках. Це зменшує забивання робочих органів стернею і залипання їх ґрунтом. Загальна ширина захвату культиватора – 380 см. До нього додається штангове пристосування, яке навішують позаду на раму знаряддя.

Культиватор агрегують з трактором ДТ-75. Продуктивність на ранній весняній глибокій культивації зябу – 1,9 га/год, на передпосівній культивації – 2,2 га/год. На передпосівній культивації і культивації парів два культиватори агрегують з трактором Т-150 і продуктивність агрегату при цьому становить близько 4 га за годину.

На схилах культиватор КПЕ-3,8 застосовують тільки із штанговим пристроєм ПШП-3,8, що запобігає сповзанню і перекосу культиватора щодо напрямку руху між проходами лап, особливо на стику проходів лап 1-го і 3-го рядків (Захист ґрунтів..., 1986).

*Штанговий культиватор КШ-3,6* призначений для проведення мілких (5-10 см) культивацій по добре розпушеному ґрунту, попередньо обробленому культиваторами КПП-2,2, КПЕ-3,8 або іншими знаряддями (Рекомендації..., 2002). Добре знищує бур'яни з мілко залягаючою кореневою системою. Робочий орган – штанга квадратного перетину (25×25 мм), розташована впоперек руху агрегату. Вона обертається вбік, зворотній обертанням коліс, із швидкістю в 1 оберт на 1,1 м шляху. Штанга вириває корені бур'янів, виносить їх на



поверхню поля і рихлить ґрунт, не обертаючи його верхній шар. Агрегують з тракторами Т-150, К-700. Ширина захвату культиватора – 3,6 м. Продуктивність одного культиватора – 2 га/год, а зчіпки з 4-х культиваторів – 8,4 га за годину.

*Голчаста борона БГ-3* призначена для розпушування ґрунту, на поверхні якого є рослинні залишки після плоскорізного обробітку ґрунту, а також для ранньовесняного боронування зябу й озимих, для розпушування стерні перед її луцненням плоскорізами та для знищення кірки на поверхні ґрунту після зливових опадів (Рекомендації..., 2002). Робочі органи – дві пари батарей, зібраних з голчастих дисків типу ротаційної мотики. Голки мають вигнуту форму. Батареї можуть встановлюватися на різні кути атаки – 8-12-16°. Залежно від щільності ґрунту і мети проведення операції диски можуть бути встановленими активною або пасивною стороною вперед. Голчаста борона забезпечує високу якість розпушування неуцільнених ґрунтів на глибину 8-10 см, при одночасному збереженні до 70 % стерні на поверхні ґрунту.

Три борони на зчіпці СП-16 агрегують з трактором класу ДТ-75. Продуктивність на весняному боронуванні – 5 га/год, на розпушуванні стерні – 4,7 га/год. Чотири борони агрегують з трактором Т-150 із продуктивністю відповідно 7,7-8,0 га/год.

Роботу з голчастими боронами слід виконувати на швидкості руху трактора не більше 9 км/год.

На ранньовесняному обробітку плоскорізного зябу після озимої пшениці борона БГ-3 може бути нероботоздатною, тому що при високій вологості ґрунту і наявності на поверхні значної кількості стерні, батареї голчастих дисків забиваються ґрунтом та стернею (Захист ґрунтів..., 1986).

Крім того, при весняному боронуванні озимої пшениці голчаста борона БГ-3 за мінімального кута атаки дуже пошкоджує рослини, вириваючи їх з корінням та перемішуючи ґрунт. На підвищеннях пшениця знищується майже повністю, що зумовлено високою масою борони та незадовільним копіюванням поверхні ґрунту. В таких умовах, зубовими боронами БЗСС-1,0 цей агрозахід виконується більш якісно.

Порівняння роботи голчастих борін БІГ-3 і зубових БЗСС-1,0 показало, що в разі необхідності ранньовесняного розпушення ґрунту на полицевих і плоскорізних фонах краще застосовувати серійні зубові борони (Захист ґрунтів..., 1986).

*Протиерозійна сівалка-культиватор СЗС-2,1* призначена для сівби зернових культур безпосередньо в стерню по плоскорізному обробітку ґрунту, а також для сівби з одночасним внесенням в ґрунт мінеральних добрив без попереднього допосівного обробітку ґрунту (Рекомендації..., 2002).

На трубчастих сошниках сівалки встановлені плоскорізні лапи із шириною захвату кожної 30 см. Цими лапами виконують допосівну культивуацію ґрунту на глибину заправлення насіння. Крім того, поряд з насінневим ящиком, на сівалці змонтовано туковий ящик з тукопроводами, що дозволяє одночасно з сівбою вносити у ґрунт мінеральні добрива. Позаду сошників встановлена батарея клиноподібних коточків, причому кожен коточок йде точно по сліду ходу сошника. Таким чином, сівалка СЗС-2,1 за один прохід агрегату виконує наступні операції: допосівну культивуацію ґрунту, сівбу, внесення мінеральних добрив і коткування посівів. Агрегують СЗС-2,1: одну сівалку – з трактором класу 1,4Т, продуктивність – 0,8 га/год а зчіпку з трьох сівалок – з трактором класу ДТ-75, при продуктивності 2,2-2,4 га/год.

СЗС-2,1 на сівбі ярих культур можна застосовувати при вологості середньосуглинкового ґрунту до 24 %. При більшій вологості спостерігають залипання прикочувальних котків та винесення ними насіння з ґрунту, причому залипання прикочувальних котків збільшується, якщо замість прямих наральників застосовувати стрілчасті лапи. Якщо на поверхні ґрунту є сухий шар товщиною до 5 мм, то сівалка СЗС-2,1 працює задовільно.

Сівалку СЗС-2,1 можна використовувати на сівбі озимої пшениці після кукурудзи на силос без передпосівної культивуації ґрунту, якщо щільність у шарі 5-10 см менша за 3 Мпа, а також на схилах до 3°. При більшій крутості прикочувальні котки зміщуються відносно рядків внаслідок сповзання і перекосу сівалки (Захист ґрунтів..., 1986).

*Сівалка СЗС-2,1М* відрізняється від СЗС-2,1 конструкцією робочих органів (Рекомендації..., 2002). Вона має шість лап, з шириною захвату 41 см. Кожна лапа з трубчастим сошником, у нижній частині якого встановлений напівконус для розкидання насіння, завдяки чому воно висівається смугами, завширшки 22-25 см. Лапи на рамі сівалки встановлені у два ряди. Відстань між центрами сусідніх лап – 35 см, а між лапами в одному ряді – 70 см. Незасіяна відстань між смугами близько 10 см.

*Сівалка СЗС-2,1Л* призначена для сівби зернових й зернобобових культур стрічкою шириною 12-14 см з одночасною передпосівною культивуацією й рядковим коткуванням після сівби. Робочий орган являє собою трубчасту стійку з культиваторною лапою. При виході насіння з трубчастого сошника воно потрапляє на розподільник й, відбившись від нього, розсіюється стрічкою в борозні. Щоб висівний матеріал не потрапляв на поверхню ґрунту, порожнина стійки сошника в нижній частині закрита відбивальником. Пристрій, який прикочує, являє собою батарею кільчатих котків зі сферичною робочою поверхнею (Справочник..., 1990).

Сучасні знаряддя-аналоги сівалок СЗС-2,1, СЗС-2,1М, СЗС-2,1Л – сівалки СЗС-6, СЗС-8, СЗС-12, СЗС-14, Grate Plains, Gerrardi.

*Сівалка СТС-2,1* призначена для сівби насіння трав й зернових культур після стерньових попередників при залученні й корінному поліпшенні луків й пасовищ. На відміну від стерньової сівалки СЗС-2,1, в насінневому бункері розміщена пальцева перегрібалка, привід якої йде від валу висіваючих апаратів за допомогою кулісного механізму (Справочник..., 1990).

Сучасні знаряддя-аналоги сівалки СТС-2,1 – сівалки СТС-4, СТС-6, СТС-8.

До іншого типу протиерозійних посівних машин відносять *сівалки-луцильники* ЛДС-6, які поєднують сівбу зернових культур з передпосівною обробкою й післяпосівним вирівнюванням поверхні поля.

Луцильник-сівалка ЛДС-6 представляє собою комбіновану причіпну гідрофіковану машину, яка складається з луцильника з однобічним

розташуванням дискових батарей, зернової й тукової сівалок, які змонтовані на одній рамі. Сферичний дисковий сошник дозволяє стало і якісно виконувати сівбу зернових культур рано навесні по перезволоженому ґрунту зі стерньовими рештками, а також перепосів слаборозвинених озимих культур без попередньої обробки ґрунту. Таку ж роботу може виконувати сівалка однодискова СЗО-3,6, базова модель якої СЗ-3,6 комплектується однодисковими сошниками (Справочник..., 1990).

Сучасне знаряддя-аналог луцильника-сівалки ЛДС-6 – сівалка „Хорш”.

Більш пізнє покоління стерньових сівалок представлено *широкозахватними стерньовими сівалками-культиваторами СЗС-6 та СЗС-12*, а також *сівалками СЗС-8 й СЗС-14* з централізованим дозуванням й пневматичним транспортуванням насіння в сошники. Перші дві сівалки розроблені на базі сівалок СЗС-2,1. В їх основу покладено принцип секційності по незалежній схемі, тобто кожна із секцій, яка складає широкозахватну машину, являє собою самостійну сівалку-культиватор зі всіма необхідними вузлами.

Сівалка СЗС-14 з централізованим дозуванням складається із винесеного за межі сошникових секцій бункера з дозуючою системою й сошникової частини з розподільчою системою. Сошникова частина сівалки включає сім секцій, кожна з яких устаткована дев'ятьма робочими органами. Висівна система сівалки складається з двох вентиляторів й двох дозаторів котушкового типу з жолобчастими котушками. Розподільча система складається з двох ступенів розподілення.

Сівалки з централізованим дозуванням по продуктивності перевершують агрегати сівалок СЗС-2,1 відповідної ширини захвату (Справочник..., 1990).

На даний час ведеться розробка та удосконалення сівалок прямої сівби сучасних модифікацій *Фрегат* та *Меланія*, принцип дії яких схожий до сівалок закордонного виробництва з дисковими або культиваторними робочими органами. В першому випадку забезпечується лише локальне розпушення посівної смуги, в другому – суцільне розпушення ґрунту. Сівалки одночасно

забезпечують підготовку ґрунту, сівбу, внесення добрив, загортання та коткування посівів. Агрегатуються з тракторами класу ХТЗ-170.

*Зерно-тукова пресова сівалка СПЗ-3,6* призначена для рядкової сівби насіння зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням мінеральних добрив і коткуванням ґрунту в засіяних рядках на ділянках, попередньо закультивованих, з малою кількістю поживних залишків або без них (Рекомендації..., 2002).

Сівалка має дводискові сошники, розташовані по її ходу в два ряди з міжряддями 15 см. За сошниками встановлені клиноподібні котки, які коткують ґрунт по рядках посіву і є задньою опорою сівалки. Кількість сошників і коточків – по 24. Ширина захвату сівалки 360 см. Глибина заробки насіння і мінеральних добрив в ґрунт від 4 до 8 см.

Одна сівалка може працювати з трактором МТЗ-80; агрегат з трьох сівалок – із трактором класу ДТ-75, а з 4-5 сівалок – із тракторами Т-150 або К-700. Продуктивність трьох сівалок при швидкості руху трактора 6 км/годину – 5 га/год. При підвищеній вологості ґрунту сівалка може бути переустаткована в рядову ешелоновану сівалку шляхом заміни коточків опорно-приводними пневматичними колесами.

СПЗ-3,6 на сівбі ярих культур можна застосовувати за вологості середньосуглинкового ґрунту до 24 %. За більшої вологості спостерігають залипання прикочувальних котків та винесення ними насіння з ґрунту. Як правило, вологість ґрунту в період сівби ярих культур перевищує 24 %, тому сівалку СПЗ-3,6 з котками не можна використовувати на цій операції. Якщо на поверхні ґрунту є сухий шар товщиною до 5 мм, то сівалка СПЗ-3,6 працює задовільно. Сівалку СПЗ-3,6 можна використовувати на сівбі ярих культур без прикочувальних котків з опорно-привідними колесами. Її конструкція дозволяє складати шеренгові агрегати, зручні в роботі і обслуговуванні (Захист ґрунтів..., 1986).

*Борозна кукурудзяна сівалка СБК-4* призначена для пунктирної сівби кукурудзи на ґрунтах з недостатнім зволоженням, а також на ґрунтах, що

зазнають дефляції (Рекомендації..., 2002). Сівалка може працювати по стерні, розпушеній з осені плоскорізами-глибокорозпушувачами, а також на полях, які з осені не обробляли й залишили в зиму із збереженою стернею. Таку сівалку можна переобладнати в культиватор-рослинноживлювач для міжрядної обробки посівів. Сівалка виконує одночасно нарізку борозен глибиною 8-10 см, висів насіння на дно борозни на таку ж глибину, внесення мінеральних добрив та індивідуальне коткування по висіяних рядках і знищення бур'янів у міжряддях зі збереженням до 40 % стерні.

Робочі органи: три двосторонні і дві однобічні плоскорізальні лапи із шириною захвату кожної 70 см; чотири борозноутворюючі корпуси з розміщеними безпосередньо за ними чотирма комбінованими сошниками; загортачі за кожним сошником; приводні колеса, що коткують ґрунт по кожному ряду посіву. До сошників підведені насіння- і тукопроводи.

Сівалку агрегують з трактором 1,4ТС. Продуктивність агрегату – 1,54 га/год. Ширина захвату сівалки – 3,6 м. Висівається 4 рядки з міжряддями 90 см. Швидкість руху агрегату під час сівби – 5,0-5,5 км/год (Рекомендації..., 2002).

Зернові, зернобобові культури й трави на ділянках крутизною до 13° сіють впоперек схилу *зернотуковою сівалкою СЗГ-2,4 для гірських схилів*. Ширина захвату – 2,4 м. Сівалка напівначіпна, гідрофікована, агрегатується з крутосхилувими й рівнинними тракторами класу 0,9 й 1,4ТС.

Для мілкої обробітки використовують *штангово-лапові культиватори КШЛ-10 й КШЛ-16*, які призначені для знищення бур'янів й розпушення ґрунту з максимальним збереженням стерні й інших пожнивних решток на парових полях і зябу, які оброблені плоскорізними й безвідвальними знаряддями.

Для підготовки за один прохід щільних важких ґрунтів після непарових попередників під озимі культури та під пожнивні й поукісні посіви використовують *комбіновані агрегати з активними робочими органами – АКР-3,6 й пасивними – АКП-2,5 й АКП-5* (Справочник..., 1990).

В Україні також можуть бути застосовані *розпушувально-підрізаючі робочі органи*, які встановлюють на плуги загального призначення замість відвальних корпусів, так звані „*Стіжки СибІМЕ*” й *діагональні розпушувачі ПРН-31000*. Такі робочі органи збільшують крихкість ґрунту й збереження післяжнивних решток в порівнянні з плоскорізами-глибокорозпушувачами. Робочий орган стійки СибІМЕ складається із плоскої стійки товщиною 30 мм, до нижнього кінця якої прикріплено башмак з лемешем, що мають захват 35 см, й польову дошку. Робочий орган ПРН-31000 являє собою плавно зігнуту стійку, на кінці якої встановлено розпушуваче долото, а на лобовій частині стійки закріплено зігнутий по формі стійки леміш (Справочник..., 1990).

Для виготовлення лунок на ріллі випускають *уніфіковані прилаштування до дискових луцильників ЛДГ-15 й ЛДГ-10* (Справочник..., 1990).

Для затримання зливових вод в міжряддях просапних культур й талих вод на зябу використовують *борознопереривач ППБ-0,6А* для виготовлення переривчастих борозен на схилах 5-10°. Борознопереривач навішують на секції просапних культиваторів КРН-4,2А, КРН-5,6А й КРН-8,4 (Справочник..., 1990).

Ґрунтозахисними технологіями передбачається застосування мульчуючої системи обробітку ґрунту. В процесі збирання попередньої культури післяжнивні рештки (стебла кукурудзи, соняшника, солома зернових культур) подрібнюються й розкидаються по полю. Для розкидування подрібненої соломи по полю застосовують *самохідні зернозбиральні комбайни СК-5А „Нива” з універсальним подрібнювачем соломи*, а також комбайни „Дон-1500” й „Дон-1200”.

Основний зяблевий обробіток по відповідним фонам передбачається проводити *чизельними плугами ПЧ-2,5 й ПЧ-4,5* (Справочник..., 1990).

Оскільки деякі з описаних вище знарядь вже знято з серійного виробництва (хоча вони ще і використовуються в деяких господарствах), наводимо їх сучасні знаряддя-аналоги, які можуть бути їм заміною (табл. 4.10).

Таблиця 4.10. Деякі зняті з серійного виробництва знаряддя та їх сучасні знаряддя-аналоги

<i>Знаряддя, що зняті з серійного виробництва</i>	<i>Сучасні знаряддя-аналоги</i>
Плоскорізи-глибокорозпушувачі КПП-250, КПП-2-150	Глибокорозпушувачі ГР-2,5-45, ГР-3,4-45
Сівалки СЗС-2,1, СЗС-2,1М, СЗС-2,1Л	Сівалки СЗС-6, СЗС-8, СЗС-12, СЗС-14, Grate Plains, Gerrardi
Сівалка СТС-2,1	Сівалки СТС-4, СТС-6, СТС-8
Луцильний-сівалка ЛДС-6	Сівалка „Хорш”

Основний набір сучасних технічних засобів механізації обробітку ґрунту представлено у додатку Е.

Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур у типових польових та ґрунтозахисних сівозмінах різних природних зон України наведено у додатку Д.

На жаль, агротехнічні ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, які подано у даній роботі (і в основному тексті, і у додатках) мають певні недоліки. По-перше, ці ґрунтозахисні технології подано без урахування ступеню ерозійної небезпеки та еродованості ґрунтів. По-друге, ці технології потребують додаткових доопрацювань в напрямку врахування ґрунтозахисної ефективності відповідних прийомів. Ці проблеми мають бути вирішеними в рамках подальших наукових досліджень та апробацій.

**До агрохімічних прийомів підвищення родючості еродованих ґрунтів і захисту ґрунтів від ерозії** на схилах належать:

- внесення доз гною та інших органічних добрив залежно від ступеня змитості ґрунтів;
- застосування оптимальних норм мінеральних добрив з урахуванням ступеня змитості ґрунтів;
- внесення в еродовані ґрунти мікродобрив;
- застосування бактеріальних препаратів;



- вапнування кислих змитих ґрунтів і гіпсування осолонцьованих змитих ґрунтів.

*Внесення доз гною та інших органічних добрив залежно від ступеня змитості ґрунтів.* Чи не найважливішим заходом на еродованих ґрунтах є застосування гною та компостів.

В системі удобрення сільськогосподарських культур на еродованих ґрунтах вирішальна роль належить органічним добривам, бо родючість цих ґрунтів найкраще відновлюється при збагаченні їх органічними речовинами. Відомо, що для створення врожаю сільськогосподарських культур щорічно мінералізується 0,7-1,5 т/га гумусу. Його відновлення на 30-35% відбувається за рахунок корневих і пожнивних залишків, а решта повинна відновлюватись за рахунок додаткового внесення органічної речовини з гноєм, компостами, соломою, використанням фітомеліоративної дії бобових культур, періодичних посівів багаторічних трав, формування більшої біомаси за рахунок внесення мінеральних добрив.

Встановлено, що для досягнення найвищої продуктивності вирощуваних культур і відтворення гумусу за рахунок гною вносити його необхідно помірними дозами, щоб не створювались умови надмірного живлення рослин, наступного їх вилягання і зниження врожаю. В сівозмінах на еродованих землях, з 2 полями багаторічних трав, гній доцільно вносити під одну культуру (озима пшениця або кукурудза) дозою не вище 30 т/га.

Застосування гною (компосту) збільшує окультурення ґрунту, зруйнованого ерозією, поліпшує його фізичні та хімічні властивості. Разом з тим внесення гною активізує діяльність мікрофлори.

В ґрунтозахисних сівозмінах на схилових землях гній рекомендується вносити за 1-2 роки до сівби багаторічних трав під озимину або інші культури в лісостеповій частині в дозі по 40-50 т/га, а в степовій – по 30-40 т/га.

Найбільш ефективним способом внесення гною є такий, за якого гній у ґрунт заправляється чизелем з напівактивними робочими органами за консервуючою технологією, а під наступні культури ґрунт обробляється

безполицевим плугом Мальцева. Зберігаючи вологу в орному шарі й захищаючи ґрунт від змиву і видування, такий спосіб застосування гною створює умови для кращого гумусоутворення і швидкого окультурення еродованих ґрунтів і в цілому дає найбільшу віддачу. Порівняно з оранкою така система обробітку ґрунту дає можливість збагатити елементами живлення зони максимального зосередження кореневої системи.

Загортання гною знаряддями протиерозійного комплексу БДТ-3, БДТ-2, БД-10 з наступним глибоким розпушенням КПП-250, КПП-2-150 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) забезпечує в прямій дії аналогічну віддачу, як і заорювання.

В сучасних умовах сільськогосподарського виробництва застосування гною на еродованих ґрунтах є проблематичним у зв'язку з його відсутністю. Тому для поповнення ґрунтів органічною речовиною необхідно застосовувати побічну продукцію зернових та інших культур.

На еродованих землях застосування соломи має значення не тільки як джерело органічної речовини, а й тому, що вона виступає як засіб зниження загального стоку води з поверхні ґрунту та змиву ґрунтової маси.

Технологія використання соломи на добриво зводиться до наступного. У період збирання врожаю, солома і стебла подрібнюються й рівномірно розподіляються по полю. При цьому проводиться регулювання комбайна і подрібнювача таким чином, щоб уся маса побічної продукції рівномірно розподілялась по ширині захвату комбайна. Потім вносяться азотні добрива з розрахунку 10 кг д. р. азоту на 1 т соломи (краще азот використовувати в аміачній або амідній формі). Кращими добривами є сульфат амонію, хлористий амоній, карбамід. Замість мінеральних добрив можна додавати до соломи рідкий гній (6-10 т/га). Для розкладу соломи гороху азотних добрив вносити не треба, бо в ній співвідношення між вуглецем і азотом становить 25-30:1, тобто таке, коли мікроорганізмам для її розкладу буде достатньо наявного в соломі азоту. Недоцільно вносити додатковий азот і після збирання соняшнику, якщо це поле в сівозміні наступного року відводиться під пар. Усі злакові культури

мають дуже широке співвідношення вуглецю до азоту (85-80:1) і застосування азотних добрив для розкладу маси обов'язкове.

По всіх культурах після внесення азотних добрив площу поля дискують на 8-10 см. Загортання соломи чи стебел на таку глибину сприяє більш енергійному її розкладу без накопичення токсичних речовин. Через 3-4 тижні на полі виконують технологічні операції, передбачені для вирощування наступної культури.

За умов розкладу кореневих та післяжнивних решток зернових культур, у зв'язку з відносно низьким вмістом у їхньому складі азоту, процеси мінералізації переважають над процесами гуміфікації, оскільки безазотисті гумусові сполуки нестійкі і досить швидко мінералізуються. Встановлено, що для кореневих решток озимої пшениці коефіцієнт гуміфікації знаходиться в межах 0,15-0,18 (C:N – 35-40:1), для соломи – біля 0,10 (C:N – 80:1). Коефіцієнт гуміфікації органічних добрив становить 0,2-0,3 (C:N – 25-35:1).

Використання соломи на добриво має велике екологічне значення:

- утилізується величезна маса органічної речовини, що мінералізується в ґрунті, елементи продуктів напіврозкладу цілком поглинаються ґрунтовим комплексом;

- солома вторинно включається до кругообігу мінерального й органічного живлення рослин для формування нової біомаси рослин і вирощування нового врожаю;

- солома, розкладаючись в ґрунті протягом тривалого часу, не забруднює його високими концентраціями нітратного азоту, органічним фосфором і калієм;

- сталий баланс надходження до ґрунту і витрат елементів живлення рослинами із соломи виключає вимивання рухомих елементів і винос їх з поверхневим стоком у водойми;

- рівномірно розкидана по полю солома захищає ґрунт від пересихання і ущільнення;

- внесення соломи до ґрунту сприяє розвитку ґрунтової фауни, що відображається в підвищеній активності бактерій, дощових черв'яків і інших живих організмів, поліпшуючих агрохімічні і фізичні властивості ґрунту;

- з ліквідацією скирт соломи погіршуються умови розмноження мишоподібних гризунів, нагромадження насіння бур'янів, а також патогенної мікрофлори зернових культур.

Агрономічна ефективність використання соломи на добриво доведена численними дослідями і практикою. При використанні побічної частини врожаю колосових культур на добриво скорочується число проходів агрегатів по полю, зменшується ущільнення ґрунту, витрати праці скорочуються в 4,7-6,3 разів, витрати коштів – у 1,7-1,9 рази.

*Застосування оптимальних норм мінеральних добрив з урахуванням ступеня змитості ґрунтів.* Еродовані ґрунти мають низьку родючість та відповідно нижчий вміст в них поживних речовин (Рекомендації..., 2002). До того ж, в результаті погіршення фізичних властивостей, еродовані ґрунти відрізняються низьким коефіцієнтом використання атмосферних опадів. В метровому шарі слабозмитих ґрунтів вміст гумусу на 10-15 %, а в середньозмитих на 15-20 % нижчий, ніж у незмитих ґрунтів.

Все це призводить до того, що при недостатньому рівні застосування добрив, фактичні врожаї сільськогосподарських культур на еродованих ґрунтах не доходять до рівня, який отримують на незмитих ґрунтах. На еродованих ґрунтах рекомендується систематично вносити збільшені дози органічних і мінеральних добрив, у поєднанні з обов'язковим дотриманням вимог щодо проведення агротехнічних протиерозійних заходів боротьби з ерозією ґрунтів.

Мінеральні добрива на змитих ґрунтах, як правило, більш ефективні, ніж на незмитих. На незмитому ґрунті внесення азоту збільшувало врожай жита на 26,5%, на слабкозмитому – на 31,8%, на середньозмитому – на 57,7%. Так само реагує на добрива і пшениця (Сазонов и др., 1984).

Серед основних елементів живлення на еродованих ґрунтах у першому мінімумі знаходиться азот. Узагальнені результати польових дослідів

показують, що частка участі азоту в приростах урожаю сільськогосподарських культур на еродованих ґрунтах Лісостепу становить 50 %, Степу – 49,3 %; фосфору – відповідно 31,9 і 38,2 %, калію – 17,5 і 18,5 % (Захист ґрунтів..., 1986).

За іншими даними, при формуванні врожаїв сільськогосподарських культур частка участі азотних добрив складає 63%, фосфорних – 32%, калійних – 5%.

Фосфорно-калійні мінеральні добрива на змитих ґрунтах в повній дозі рекомендується вносити під оранку або інший основний обробіток ґрунту. Під озими, до їх сівби, вносять 40-50 % від повної дози азотних добрив, а останні 50-60% дають у ранньовесняне підживлення по мерзлоталому ґрунту. Під ярі культури азотні добрива в аміачній формі вносять під оранку зябу, а в нітратній – застосовують під передпосівну культивуацію зябу.

При вирощуванні на еродованих ґрунтах просапних культур або багаторічних злакових трав частку азотних добрив бажано вносити у вигляді підживлень на протязі вегетаційного періоду.

На еродованих ґрунтах з низькою родючістю вирішальна роль в одержанні високого врожаю сільськогосподарських культур належить азотним добривам. Їх ефективність зростає в міру змитості ґрунту і проявляється як при внесенні окремо, так і в складі повного мінерального добрива. Ефективність фосфорних добрив нижча, ніж азотних і в більшості випадків визначається вмістом у ґрунті рухомих фосфатів. Вона зростає при внесенні фосфору разом з азотними або азотно-калійними добривами. В зв'язку з гострим дефіцитом азоту в середньо- і сильнозмитих ґрунтах, що є лімітуючим фактором формування врожаю, застосування одних фосфорних добрив або в поєднанні їх з калійними недоцільно, за винятком рядкового удобрення культур на ґрунтах з низькою та дуже низькою забезпеченістю фосфором. Дія калійних добрив на еродованих ґрунтах слабка, проте виключення калію із складу повного добрива призводить до зниження приросту врожаю і погіршення якості продукції, особливо при застосуванні підвищених доз.

Для еродованих схилових ґрунтів, де можливі втрати азотних добрив внаслідок поверхневого стоку, важливого значення набувають питання норм, строків й способів підживлення озимих культур. Цим агрозаходом можна не тільки значно підвищити урожайність вирощуваних на еродованих ґрунтах озимих культур, але й поліпшити їх якість.

Максимальний ефект одержують при внесенні азотних добрив у вологий шар ґрунту після танення снігу і припинення стоку талих вод (Захист ґрунтів..., 1986).

На змитих ґрунтах лісостепової зони, дози внесення мінеральних добрив необхідно збільшувати у порівнянні з дозами, рекомендованими для нееродованих земель, в наступних межах: на слабозмитих ґрунтах дози азотних туків під озимі і ярі колосові та кукурудзу – на 20 %, під цукровий буряк і картоплю – на 15 %; дози фосфорних під картоплю – на 12-15 %; на середньо- і сильнозмитих ґрунтах дози азотно-фосфорних добрив збільшують на 40-50 %.

В степових районах області, підвищення доз застосування мінеральних добрив повинно бути таким: на слабозмитих ґрунтах – дози азотних під озимі і ярі колоскові та кукурудзу – на 15 %, під цукровий буряк та картоплю – на 10 %; дози фосфорних під озимі та ярі зернові – на 15 %, під цукровий буряк і картоплю – на 10 %; дози калійних добрив під цукровий буряк і картоплю – на 10 %. На середньо- і сильноеродованих ґрунтах степової зони, дози відповідно підвищують (у порівнянні з дозами для нееродованих ґрунтів) – на 15-25 %.

Норми внесення рядкового добрива під усі культури залишаються такими ж, як і на незмитих ґрунтах (Рекомендації..., 2002).

Нові способи обробітку ґрунту, що виключають щорічне заорювання добрив і рослинних решток у товщу оброблюваного шару (безполицевий обробіток, різноманітні мілкі обробітки), ставлять певні вимоги до системи удобрення сільськогосподарських культур, особливо до місця, строків і способів внесення органічних і мінеральних добрив. Це викликано необхідністю теоретичного обґрунтування нових підходів до розробки системи

удобрення сільськогосподарських культур у сівозмінах з протиерозійними способами обробітку.

Система удобрення сільськогосподарських культур на еродованих ґрунтах повинна забезпечувати:

- одержання максимальної ефективності від внесення органічних і мінеральних добрив;

- підвищення протиерозійної стійкості агрофонів за рахунок формування надземної та підземної біомаси рослин й створення високого фітомеліоративного ефекту;

- поліпшення поживного режиму і фізичного стану оброблюваного шару;

- запобігання втратам елементів живлення з талими і зливовими водами та вітровими потоками.

Сучасні уявлення про раціональне внесення мінеральних добрив ґрунтуються на основі традиційно існуючих способів обробітку ґрунту, тобто полицевої оранки. При цьому найбільш ефективним вважається пошарове внесення добрив, коли основна їх частина розміщується по всій глибині орного шару, решта – в рядки при сівбі.

Ефективність мінеральних добрив при внесенні їх під безполицевий обробіток ґрунту не знижується, а в деяких випадках підвищується. При внесенні однакової кількості NPK, різниці між приростами урожаю сільськогосподарських культур при безполицевому і полицевому обробітку несуттєві, у роки з достатнім зволоженням вони вищі при загортанні добрив на невелику глибину (Захист ґрунтів..., 1986).

Мінеральні добрива на еродованих ґрунтах у сівозмінах з протиерозійними способами обробітку вносять в основному поверхнево розкидним способом з наступним загортанням знаряддями протиерозійного комплексу КПЕ-3,8, КПШ-5, КПШ-9, КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) та ін. При цьому туки нагромаджуються у верхній частині оброблюваного шару і лише частково просипаються нижче при сколюванні ґрунту стояками плоскорізних робочих органів.

Значно зменшуються втрати елементів живлення з добрив на схилових землях (і вітроударних вододілах) при внутрішньогрунтовому їх внесенні за допомогою зерно-тукових сівалок, культиваторів-рослинопідживлювачів, глибокородпушувачів-удобрювачів КПГ-2,2, ГУН-4. Останні дозволяють вносити туки суцільним екраном на задану глибину від 12 до 25 см одночасно з основним обробітком ґрунту без обертання скиби і збереженням рослинних решток на поверхні. Оптимальна глибина локалізації мінеральних добрив в орному шарі еродованих ґрунтів зумовлена біологічними особливостями вирощуваних культур, розміщенням їх кореневої системи і забезпеченням позиційної доступності внесених добрив, а також умовами зволоження. Під озими і ярі зернові культури суцільної сівби найефективніше вносити добрива у верхню частину орного шару – не глибше 12 см (Захист ґрунтів..., 1986).

На еродованих і ерозійно небезпечних ґрунтах найбільш економічно вигідним і екологічно безпечним є локальний спосіб внесення мінеральних добрив. При цьому досягається рівномірний розподіл їх у ґрунті, тоді як при розкидному поверхневому внесенні агрегатами 1РМГ-4, РУМ-5, РУМ-8 нерівномірність внесення може складати 50-70%, що обумовлює зниження приросту врожаїв від 20 до 40%. Оптимальна глибина локалізації добрив для зернових культур суцільної сівби складає 5-12 см, а для просапних 12-20 см. Висока ефективність локалізації пояснюється глибиною розповсюдження основної маси кореневої системи і покращенням позиційної доступності поживних речовин рослинам. В зв'язку з тим, що в більшості випадків господарства не мають серійної високопродуктивної техніки для заправлення добрив на необхідну глибину як вихід є застосування зернотукових і стерньових сівалок, культиваторів-рослинопідживлювачів, плоскорізів-глибокородпушувачів. При використанні розкидачів для наземного внесення добрив не можна допускати розриву між їх внесенням і заправленням знаряддями протиерозійного комплексу, бо при цьому втрати елементів живлення з добрив можуть зростати в 3-6 разів, порівняно з локальним.



В роки з нормальним зволоженням мінеральні добрива ефективніші, якщо їх не загортати на глибину більше 20-25 см, а зосередити у верхньому шарі (5-12 см), де, як правило, розміщується основна маса кореневої системи, активно відбуваються мікробіологічні процеси. На схилових землях і рівнинних ділянках, де проявляється водна та вітрова ерозія, поверхнєве внесення добрив врозкид застосовувати не можна. В цьому випадку перспективне тільки внутрішньогрунтове внесення мінеральних добрив стрічками різної ширини або суцільним екраном у верхній шар оброблюваного ґрунту.

Широке застосування з цією метою глибокорозпушувача-удобрювача КПГ-2,2 стримується такими його недоліками, як незначна місткість бункера для добрив, невеликі ширина захвата і продуктивність, нестабільність ходу робочих органів при мілкому обробітку ґрунту, низька максимальна норма внесення добрив та ін. Деякі з цих недоліків усунуті в новій моделі плоскоріза-глибокорозпушувача ГУН-4.

Внесення мінеральних добрив безпосередньо в ґрунт у системі протиерозійного обробітку, запобігає негативним явищам, що створюються в поверхневому шарі ґрунту під дією мінеральних добрив, внесених врозкид на фоні обробітку без обертання скиби. Мова йде про підкислення верхнього шару і збільшення втрат основ з ґрунту, утворення менш цінних в агрономічному відношенні і погіршення якісного складу фосфатів у нижній частині орного шару та ін.

Крім того, при загортанні гною в ґрунт з ним загортаються і рослинні рештки, що забезпечують протиерозійну стійкість фону. Сільськогосподарська наука і практика ще не розробили способів внесення органічних добрив, які забезпечили б їх добре загортання з одночасним збереженням рослинних решток на поверхні поля. Технічно вирішено це питання для рідкого гною і гнойових стоків. Існує агрегат АВВ-Ф-28, за допомогою якого можна вносити рідкий гній на глибину до 25 см одночасно з основним обробітком ґрунту без обертання скиби. Проте для підстилкового твердого й напіврідкого гною це питання не вирішено.

Слід зазначити, що застосування високих норм мінеральних добрив на слабогумусованих еродованих ґрунтах зниженої буферності може викликати негативні явища, насамперед погіршення агрегатного стану поверхні та фізико-механічних властивостей орного шару ґрунтів.

Ефективність органічних і мінеральних добрив на еродованих ґрунтах значно залежить від погодних умов і істотно підвищується в сприятливі за зволоженням роки.

На еродованих ґрунтах (чорноземах звичайних) ефективність мінеральних добрив коливається в широкому інтервалі (від 2,2 до 14,8 кг з. од. на 1 кг д. р. азоту, фосфору, калію) і в значній мірі залежить від біологічних особливостей культур. Максимальна окупність одиниці діючої речовини добрив має місце при внесенні їх під озимі культури по зайнятих парах, непаровим попередникам та під ярий ячмінь (6,4-14,8 кг). Найнижча окупність мінеральних добрив має місце при внесенні їх під просапні культури – кукурудзу на зерно і соняшник (3,1-3,3 кг). Проміжне місце займають горохові сумішок та кукурудза на силос – 4,1 і 4,7 кг умовного зерна на 1 кг NPK.

Найбільший ефект на еродованих ґрунтах забезпечує внесення повного мінерального добрива і при цьому цей ефект на 15-20 % вищий, ніж на повнопрофільних ґрунтах. Так, окупність 1 кг NPK при внесенні під озиму пшеницю на середньоеродованих ґрунтах становить 7,4 кг з. од. при 5,5 на повнопрофільних, під кукурудзу на силос – відповідно 4,2 і 2,4, під соняшник – 3,4 і 1,6.

В більшості публікацій по застосуванню мінеральних добрив на еродованих ґрунтах рекомендується підвищувати норми їх внесення на 20, 50 і навіть 100 % в порівнянні з повнопрофільними ґрунтами. Але такий підхід до цієї справи є хибним. В степовій зоні, в якій лімітуючим фактором є волога, а вже потім – поживний режим, особливо на схилових землях, де змив ґрунту супроводжується погіршенням не тільки поживного режиму, а і водно-фізичних, біологічних і фізико-хімічних властивостей, норми мінеральних

добрив повинні бути адекватними біологічному потенціалу ґрунту, рослин і в першу чергу ступеню зволоження ґрунтів. Найбільш ефективними за окупністю одиниці добрив є помірні норми мінеральних добрив ( $N_{40}P_{30}K_{20}$ ) у розрахунку на 1 га сівозмінної площі. Внесення цієї норми добрив забезпечило приріст у сівозміні 5 ц/га з. од. при окупності 1 кг NPK 5,6 кг з. од. При підвищенні норми добрив до  $N_{80}P_{60}K_{40}$  приріст становив 7,5 ц/га, а їх окупність знижувалась до 4,2 кг з. од. Підвищення норми добрив до  $N_{120}P_{80}K_{60}$  було взагалі нерентабельним, бо приріст врожаю становив лише 8,8 ц/га, а окупність знизилась до 2,9 кг з. од.

Погіршення агрофізичних властивостей і водного режиму еродованих ґрунтів, їх нижча буферність і недостатність органічної речовини створюють умови, за яких оптимальними є помірні норми мінеральних добрив на фоні підвищених органічних на 30-40 %. Збільшення кількості мінеральних добрив до 90-100 кг діючої речовини знижує їх окупність приростами урожаю і в степовій, і в лісостеповій зонах.

В умовах сьогодення при різкому зростанні вартості добрив їх використання повинно будуватись на принципах повної економічної доцільності з деякими поправками на підвищення родючості ґрунту. Тому при плануванні застосування мінеральних добрив обов'язковим повинно бути використання матеріалів агрохімічних обстежень територій землекористування та залучення розрахункових методів їх внесення з урахуванням біологічного потенціалу культур і ґрунту.

Усі вологонагромаджувальні прийоми на схилових землях і вододільних ділянках, що зазнають ерозії, не тільки знижують інтенсивність ерозійних процесів, але й підвищують ефективність мінеральних добрив.

Ефективність органічних та мінеральних добрив на еродованих ґрунтах забезпечується тільки на фоні комплексу протиерозійних заходів. Застосування добрив на полях, де не ведеться боротьба з ерозією, тільки в обмежений період часу запобігає зниженню врожайності сільськогосподарських культур і не вирішує проблем подальшого підвищення родючості еродованих ґрунтів і охорони навколишнього середовища (Захист ґрунтів..., 1986).

Застосування добрив на еродованих ґрунтах може здійснюватись за двома протилежними схемами. Згідно з першою (традиційною) схемою, збільшення доз внесення добрив відбувається прямо пропорційно ступеню еродованості ґрунтів. Згідно з другою схемою (наприклад, в рамках контурно-меліоративного землеробства) на еродованих ґрунтах не планується збільшення доз добрив, а навпаки – максимальні дози добрив передбачається вносити на найродючіших ґрунтах першої еколого-технологічної групи, де заплановано отримання максимальної продуктивності культур (Наукові основи..., 2004).

*Внесення в еродовані ґрунти мікродобрив та бактеріальних препаратів* покращує деякі ґрунтові властивості та умови зростання рослин, що позитивно впливає на протиерозійну стійкість ґрунтів та сприяє відновленню родючості еродованих ґрунтів.

*Вапнування кислих змитих ґрунтів і гіпсування осолонцьованих змитих ґрунтів.* Ці прийоми призводять до поліпшення фізичних, фізико-хімічних та хімічних властивостей відповідних ґрунтів, що, в свою чергу, позитивно впливає на їх протиерозійну стійкість та сприяє відновленню їх родючості.

Диференційований підбір внесених добрив і меліорантів, способів і термінів внесення повинен забезпечувати найбільш ефективне їхнє використання і запобігати втратам добрив при формуванні схилового стоку.

Підвищення водопроникності та протиерозійної стійкості ґрунту можна досягати завдяки **агрофізичним прийомам** – обробітку ґрунтів полімерами-структуроутворювачами, латексами, внесенню в ґрунт інших препаратів, які підвищують протиерозійну стійкість ґрунтів. Збільшення розмірів структурних окремоностей ґрунту в результаті застосування цих препаратів призводить до підвищення некапілярної шпаруватості і загального підвищення водопроникливості. Ця особливість зумовлює і підвищення стійкості щодо подрібнення агрегатів при перенесенні їх струменями води.

По мірі розкриття механізмів природного склеювання ґрунтових часточок з'явилися спроби штучного формування цих процесів, шляхом внесення в ґрунт

відповідних структуроутворювальних речовин (Швебс, 1981). Апробовано матеріали різних типів: полімерні препарати каучукового типу (латекси), пластмасового типу (акрили), деякі відходи нафтової й сланцевої промисловості (рідкі смоли) тощо.

Для чорноземних ґрунтів, поліакриламід, внесений у ґрунт в кількості 0,01% від маси його верхнього горизонту (0-20 або 0-10 см) сприяє зменшенню ерозії структури, зберігаючи при зливовому випадінні осадків грудкувату будову ґрунту, ліквідуючи утворення шару кольматації й кірки. Поліакриламід сприяє більш пізньому утворенню стоку, зменшує коефіцієнт стоку в середньому в 1,5 рази й мутність потоку більш, ніж у три рази (від 1,5 до 15 разів). Показник ерозійної водостійкості при внесенні поліакриламідів збільшується більш, ніж у 4 рази (від 3 до 26 разів).

Вплив поліакриламідів зберігається при збільшенні потужності опадів. Тривале „промивання” ґрунту й велика кількість опадів практично не впливає на протиерозійний ефект поліакриламідів.

При цьому, ефект поліакриламідів після перезимівлі й весняних опадів практично зникає.

Треба сказати, що структуроутворюючі препарати – ефективний засіб не тільки боротьби з ерозією, але й загального покращення водно-фізичних властивостей ґрунтів та їх родючості.

У зв'язку зі значною дорожнечою препаратів представляється більш перспективним використання їх у вигляді смуг (стрічок), а також в умовах, які потребують термінових й ефективних заходів боротьби з ерозією: на виположених відкосах ярів до утворення там дернини багаторічних трав, як засіб підтримки структури ерозійно небезпечних поливних земель й в інших особливих умовах (Швебс, 1981).

Дози та концентрації хімічних сполук, які підвищують протиерозійну стійкість ґрунту, мають забезпечувати найбільший ґрунтозахисний ефект при найменшому екологічному та економічному навантаженні. Застосування хімічних сполук, які підвищують протиерозійну стійкість ґрунту, має

враховувати усі нормативи та вимоги екологічної безпеки. Спеціальні хімічні сполуки, які підвищують протиерозійну стійкість ґрунту, не повинні впливати негативно на схожість та зростання сільськогосподарських культур, а також на якість врожаю. Застосування хімічних сполук, які підвищують протиерозійну стійкість ґрунту, має бути узгодженим з термінами проведення польових робіт та висіву сільськогосподарських культур.

Особливості застосування агрофізичних протиерозійних заходів більш докладно висвітлено у роботах (Ревут и др., 1973; Сурмач, 1976).

Порядок застосування агротехнічних протиерозійних заходів у протиерозійних комплексах наводиться у розділі 6 даної роботи.

Додаткову інформацію про агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від ерозії можна знайти в роботах (Воробьев и др., 1977; Моргун и др., 1983; Справочник..., 1990; Сурмач, 1976; Швевс, 1981; Эрозии – заслон, 1979).

#### **4.5. Спеціальні протиерозійні заходи, що застосовують у гірських регіонах**

Для стабілізації руслових процесів і поліпшення умов проходження повеней у гірських та передгірських регіонах важливе значення відіграють протиерозійні заходи на водозборах, здійснення яких забезпечить зменшення змиву ґрунтів, затримання продуктів твердого стоку на схилах та у верхів'ях річок (Ромащенко, Савчук, 2002).

Перспективним протиерозійним заходом на гірських схилах крутизною 10-20° є терасування території зі створенням лісоплодових насаджень із залуженням. Терасування слід проводити на основі спеціальних інженерно-геологічних вишукувань та обґрунтованого вибору місця і схеми терасування. Для залісення схилів доцільно використовувати місцеві сорти насаджень. На терасованих землях треба закладати багаторічні насадження та вирощувати багаторічні трави.

Для затримання наносів твердого стоку у верхів'ях річок бажано створити систему руслових загат з розташуванням їх через кожні 80-100 м (Ромащенко, Савчук, 2002).

У гірських регіонах треба широко застосовувати залуження та залісення крутих схилів і площ з сильнозмитими і розмитими ґрунтами (Рекомендації..., 1964). Рекомендується також проводити смугове, стрічкове та куртинне лісорозведення в руслах та на конусах виносу, дотримуватись вимог до безпечного проведення рубок лісів, вирощувати сільськогосподарські культури, що мають високі ґрунтозахисні характеристики.

Для відводу зі схилів надлишків води та дренажу перезволожених ділянок треба застосовувати водозбірні, водоскидні та дренажні споруди.

У Карпатах і Прикарпатті, де поширені перезволожені ґрунти, обробіток ґрунту слід проводити під кутом 3-4° до горизонталей. Необхідно зауважити, що за складного рельєфу орати під кутом до горизонталей практично неможливо, тому такі схили обробляють впоперек їх напрямку (Наукові основи..., 2004), хоча це вносить певні ерозійні ризики.

У гірських регіонах також треба укріплювати береги рік та застосовувати регуляційні гідротехнічні споруди у ярах та руслах селевих басейнів (Рекомендації..., 1964).

Важливими протиерозійними заходами у гірсько-лукових зонах гірських регіонів є регулювання випасу худоби, застосування пасовищезмін, корінне поліпшення сінокосів та пасовищ, тимчасове або постійне виключення з пасовищних угідь найбільш ерозійно небезпечних схилів (Калинин, 1982; Рекомендації..., 1964).

Важливими протиерозійними заходами у гірсько-лісових зонах гірських регіонів є залуження і використання в якості поліпшених сінокосів найбільш ерозійно небезпечних ділянок сільськогосподарських угідь, виконання обробітку та інших агротехнічних операцій впоперек схилів (або контурно), застосування ґрунтозахисних сівозмін, вирощування виноградників і садів у контурний спосіб.

В землеробській, відносно рівнинній частині гірських регіонів використовують основні протиерозійні заходи, які довели свою ефективність у межах рівнинних регіонів України.

Диференціація земель на групи з різною інтенсивністю використання відбувається в гірських районах у такий спосіб (Рекомендації..., 1984). До земель першої групи (див. вище) відносять землі з нееродованими та слабоеродованими ґрунтами на схилах не більше 5°.

До земель другої групи (див. вище) відносять землі з нееродованими, слабоеродованими та середньоеродованими ґрунтами на схилах 5-10°. В гірських районах такі землі відводять переважно під багаторічні насадження з терасуванням схилів.

До земель третьої групи (див. вище) відносять землі з нееродованими, слабоеродованими, середньоеродованими та сильноеродованими ґрунтами на схилах більше 10°. В гірських районах такі землі терасують і відводять під багаторічні насадження (Рекомендації..., 1984).

Попередження ерозійних процесів у гірських регіонах може бути більш ефективним, якщо комплексом протиерозійних заходів будуть охоплені всі зони водозбору як єдиної системи (Калинин, 1982).

#### **4.6. Спеціальні протиерозійні заходи, що застосовують для боротьби з ерозією ґрунтів при поливах**

На площах з ухилами, які не перевищують 2-3° зі слабозмитими ґрунтами вводяться типові для даної природно-економічної зони польові й кормові сівозміни з застосуванням ґрунтозахисної обробки ґрунту й системи удобрення (Справочник..., 1990). Поля сівозмін розміщують довгою стороною впоперек схилів для полегшення обробки ґрунту по горизонталях. На схилах крутизною більше 3° із середньо- й сильнозмитими ґрунтами вводять ґрунтозахисні сівозміни зі смуговим розміщенням культур. Культури сівозміни підбирають з урахуванням їх ґрунтозахисних властивостей. Ґрунтозахисні сівозміни на



землях, які зазнають ерозії як при поливах, так і при випаданні природних опадів, слід насичувати багаторічними травами. Найбільш ефективною є ґрунтозахисна сівозміна з наступним чергуванням культур: 1, 2, 3 – багаторічні трави, 4 – озима пшениця або озимий ячмінь + багатокомпонентна суміш на зелений корм, 5 – горох на зерно, 6 – озима пшениця або озимий ячмінь + пожнивне просо на зерно, 7 – ярий ячмінь або кукурудза на зелений корм з підсівом багаторічних трав. Ґрунтозахисна роль сівозмін на схилових землях підвищується при насиченні їх поукісними, поживними й проміжними культурами, які дозволяють впродовж вегетаційного періоду забезпечити надійний захист ґрунтів від ерозії й значно підвищити продуктивність кожного гектару землі.

Особливої уваги заслуговують сидерати. Вони добре захищають ґрунт від ерозії своєю надземною масою й кореневою системою, а після заорювання збільшують водопоглинення й відновлюють родючість змитих ґрунтів.

Підвищений рівень витрат поживних речовин на зрошуваних землях потребує внесення оптимальних доз органічних і мінеральних добрив.

З існуючих способів поливу дощування є основним, тому застосовувати його на площах з ухилом більше  $1^\circ$  необхідно з урахуванням крутизни схилу. Критичні ухили, яких дотримуються при зрошенні дощувальними машинами, становлять для ДДН-100 –  $0,6^\circ$ , ДДА-100МА –  $0,3^\circ$ , ДКШ-64 „Волжанка” –  $1,2^\circ$ , „Фрегат” –  $2,9^\circ$ , ДФ-120 „Дніпро” –  $0,23^\circ$ , „Кубань” –  $0,6^\circ$ , „Бригантіна” –  $2,9^\circ$ .

Мінімальні ухили тимчасових зрошувачів при поливах ДДА-100МА можуть бути в межах  $0,04-0,046^\circ$ , найбільші величини ухилів щоб уникнути розмивів  $0,20-0,35^\circ$ . Повздовжню схему нарізки тимчасових зрошувачів застосовують на ухилах  $0,46-0,05^\circ$ , поперечну – на ділянках з ухилом  $1,16-2,3^\circ$ . Інтенсивність штучного дощу при цьому не повинна перевищувати  $0,1-0,2$  мм/хв на важких ґрунтах,  $0,2-0,3$  – на середніх й  $0,5-0,6$  мм/хв – на легких. Інтенсивність дощу, яка відповідає типу й крутизні схилу, забезпечується відповідним підбором дощувальної техніки, яка повинна забезпечувати рівномірний розподіл розрахункових поливних норм без утворення стоку. Для

зниження негативного впливу дощування на ґрунт й рослини при поливі, недопущення утворення калюж і стоку, а також збереження структури ґрунту необхідно суворо лімітувати крупність крапель штучного дощу до 1-2 мм.

Основним типом внутрішньогосподарської мережі зрошення на ділянках з розчленованим рельєфом й великими ухилами повинна бути закрита зрошувана система, при якій вода надходить із підземних трубопроводів з гідрантами для її випуску.

На пологих схилах крутизною до 2° з незмитими або слабозмитими ґрунтами ефективна глибока зяблева оранка впоперек схилу, а ще краще – за напрямком горизонталей. Оборот пласту краще робити вгору по схилу оборотними або човниковими плугами. Стік значно зменшується при оранці чотирьохкорпусним плугом з однією збільшеною полицею і без полиці на одному з корпусів (краще на останньому), в результаті чого утворюється міжгребеневе коритоподібне пониження.

При вирощуванні сільськогосподарських культур як по звичайній, так і по інтенсивній технологіям необхідне якісне планування поверхні ґрунту, яке виключає утворення мікрорельєфу з перепадами  $\pm 10$  см і більше.

Ефективним прийомом, що підвищує поглинання вологи на схилових землях, є поглиблення орного шару шляхом проведення впоперек схилу вже за крутизни 0,45-1° безвідвального глибокого розпушення на глибину 28-30 см, перш за все під просапні культури, що суттєво зменшує змив ґрунту (в порівнянні з оранкою) при поливі дощуванням з нормами 550-600 м<sup>3</sup>/га.

Безполицевий обробіток ґрунту проводиться також на ґрунтах зі скороченим гумусовим горизонтом і на крутих схилах із сильнозмитими ґрунтами, плоскорізами-глибокородзпушувачами КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45), КПГ-2-150 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45), КПГ-2,2, ПГ-3-5, ГУН-4, плугом-чизелем ПЧ-4-5, щоб уникнути вивертання неродючих генетичних горизонтів.

На схилах крутизною більше 2° необхідні додаткові ґрунтозахисні заходи: затримуючі валики, гребені, щілини. Ці роботи проводять одночасно з підняттям зябу або пізно восени. Встановлено, що щілювання ґрунту на

глибину 50-60 см є ефективним протиерозійним заходом при мінімізації обробки ґрунту, зокрема при заміні оранки поверхневим обробітком. Використовують щілювачі ЩН-2-140, ЩП-000, ЩП-3-70. Для підтримання високої поглинальної здатності ґрунту на схилових землях необхідно зменшити кількість обробок важкими сільськогосподарськими машинами, які призводять до більшого ущільнення по коліях проходів.

Основний вид догляду за просапними культурами – культивуація міжрядь впоперек схилу. Найбільш ефективним є щілювання ґрунту в міжряддях й переривчасте їх борознування (Справочник..., 1990).

В цілях боротьби з іригаційною ерозією ґрунтів, на зрошуваних землях слід застосовувати також наступні заходи (Рекомендации..., 1964):

- на полях з ухилом більше  $1^\circ$  треба проводити ретельне планування зрошуваних земель;

- для борозенчастого поливу на ухилах більше  $1^\circ$  слід застосовувати спеціальну протиерозійну техніку зрошення, за якої трасування тимчасової мережі і всі її елементи (ухил, довжина та поперечний перетин борозен) та витрати струменю мають підбиратись для конкретних умов таким чином, щоб швидкості не перевищували критичних, а скид був мінімальним;

- використовувати закриті трубопроводи, залізобетонні лотки, кам'яне облицювання каналів (Рекомендации..., 1964).

Приблизна система протиерозійного обробітку ґрунту в сівозміні на зрошуваних дощуванням схилових землях крутизною до  $3^\circ$  наводиться у додатку Ж.

Тут також слід зазначити, що на масивах зрошення можна виділити дві складові водної ерозії: ерозію від поливів та ерозію від талих і дощових вод. Причому, оскільки обидві ці складові проявляються в межах однієї території, то протиерозійні заходи, що спрямовані на попередження змиву від штучних поливів мають бути в максимальній мірі взаємопов'язаними та взаємодоповнюючими з протиерозійними заходами, спрямованими на попередження змиву від талих і дощових вод. Звідси, на масивах зрошення

захист ґрунтів від ерозії має бути подібним до захисту ґрунтів від ерозії на незрошуваних масивах, з тією лише різницею, що у випадку зрушуваних ґрунтів необхідно враховувати їх особливості – підвищену вологість, збільшену протиерозійну стійкість, більшу продуктивність.

Основи ґрунтозахисного садівництва, основи створення та використання суходільних сіножатей і пасовищ на схилах, основи механізації робіт та основи боротьби з бур'янами на ерозійно небезпечних землях наведено і докладно розкрито у роботах (Захист ґрунтів..., 1986; Рекомендации по защите..., 1970; Рекомендации..., 1984; Эрозии – заслон, 1979).

#### **4.7. Заходи із захисту земель від яружної ерозії**

Заходи із захисту земель від яружної ерозії можна поділити на такі групи:

- заходи із затримання стоку та відведення стоку від ярів;
- заходи із перехоплення стоку та пом'якшення його дії на днища та схили ярів;
- заходи із закріплення ґрунту в межах ярів;
- фітомеліоративні заходи;
- меліоративні заходи з ліквідації ярів.

*Заходи із затримання стоку та відведення стоку від ярів* полягають в облаштуванні прияружних лісосмуг, водоутримуючих валів, гідротехнічних споруд для скидання надлишкового стоку (див. підрозділи 4.2, 4.3 даної роботи) біля вершин ярів, а також в такій організації території, яка унеможлиблює концентрацію стоку (див. підрозділ 4.1 даної роботи) на небезпечних щодо яружної ерозії ділянках. Ці заходи проводять таким чином, щоб стік припинив руйнувати ґрунт і яр припинив зростати.

*Заходи із перехоплення стоку та пом'якшення його дії на днища та схили ярів* полягають у встановленні поперечних стінок (або донних загат), підпорних стінок, висячих перепадів-лійок (див. підрозділ 4.3 даної роботи) та інших інженерних споруд у днищах (руслах) ярів. Ці заходи проводять таким чином, щоб стік припинив руйнувати днище та схили яру.

Для поточного припинення яружної ерозії в період, коли треба тимчасово закріпити яр до проведення повноцінних гідротехнічних та лісомеліоративних заходів, застосовують тимчасові споруди для боротьби з яружною ерозією: дротові валики, перемички з дротової сітки, перемички з хворосту, деревна гребля, цегляна гребля (Гудзон, 1974). Основною вимогою до тимчасових протияружних споруд є можливість їх легкого та швидкого спорудження з дешевих та доступних матеріалів.

Дротові валики є простим і ефективним протияружним заходом за наявності каменів. Дротову сітку шириною 2 м та більше з товстого оцинкованого дроту розстелюють впоперек русла яру. Камені розміщують на половині ширини сітки, після чого їх закривають іншою половиною сітки. Кінцівки сітки сплітають. Камені опиняються в оболонці з дротової сітки. З таких дротових фашин можуть споруджуватись надзвичайно міцні споруди (Гудзон, 1974).

Перемички з дротової сітки зазвичай встановлюють у голові ярів. У дно яру забивають дерев'яні кілки, потім до них прикріплюють дротову сітку, що утворює перешкоду впоперек яру. Висота сітки над поверхнею ґрунту має сягати біля 0,5 м. Нижній край сітки закопують у землю. Перед сіткою укладають соломку або дрібні гілки, які уповільнюють рух води і сприяють відкладенню наносів з боку верхнього б'єфу (Гудзон, 1974).

Перемички з хворосту застосовують у лісових регіонах та біля них. Гілки діаметром до 3 см привантажують з гори палками або зв'язують дротом. Дуже важливим тут є щільне укладання гілок та добре їх закріплення. За дотримання цих умов перемичка з гілок може слугувати кілька років (Гудзон, 1974).

Деревна гребля є подібною до перемички з хворосту, але відрізняється більшою міцністю. Два ряди вертикальних стояків забивають в русло яру та по його схилам за межами урізу водного потоку. Між стояками розміщують колоди. Вертикальні стояки мають бути не менше 10 см у діаметрі і довжиною 2 м. Відстань між стояками в ряду 1 м, а відстань між рядами 0,5 м. При широких мілких потоках рекомендується забивати стояки у ґрунт так, щоб їх

висота над поверхнею ґрунту була однаковою (приблизно 0,5 м) по всьому поперечному профілю русла. Якщо ж схил має круті схили, доцільно передбачати прямокутний водозлив у центрі, розміри якого мають бути достатніми для пропускання усього стоку. Звичайна помилка полягає у тому, що водозливний фронт виконують занадто вузьким і стокові води переливаються крізь гребень греблі.

Вертикальні стояки з кожного боку водозливу сприймають навантаження, що створюється потоком та предметами, які переміщуються у воді (колодами, валунами тощо). Тому ці стояки мають бути достатньо міцними і забивати їх слід глибше, ніж інші стояки. Якщо між рядами стояків укладають колоди, то нижні колоди повинні знаходитись нижче поверхні землі, щоб попередити фільтрацію води і підмив споруди. Всі укладені колоди слід утримувати на місці міцними дротами між вертикальними стояками.

Найпростіша споруда складається з одного суцільного ряду вертикальних стояків, що утворює дерев'яну стіну впоперек яру. Стояки можна забивати так, щоб лінія, яка проходить по їх верхніх кінцівках, співпадала з профілем поперечного перерізу, але можна також передбачати водозливний фронт в середині стінки. Стійкість усієї споруди залежить від глибини забивки стояків у ґрунт дна та схилів яру. Підвищена жорсткість конструкції досягається за кріплення до вертикальних стояків болтами або накладками декількох поперечин (Гудзон, 1974).

Цегляна гребля застосовується у місцях, де в наявності є матеріал для виробництва цегли. Якщо у руслі яру є чистий промитий пісок, його треба використовувати для виготовлення піщано-цементних цеглин. Робота пришвидшується за використання металічних форм. Порожні блоки дозволяють скоротити витрати матеріалу і вагу блоків. Суміш може складатись з 15 частин піску і 1 частини цементу за дотримання таких умов, як додавання мінімальної кількості води, щільна укладка суміші у форми і повільна сушка. За швидкої сушки на сонці блоки часто розтріскуються і мають порівняно невелику міцність. Тому форми з блоками або цеглинами слід покривати старими

мішками, папером або травою, які весь час повинні знаходитись у вологому стані.

У районах традиційного виробництва глиняної цегли, останню можна використовувати для будівництва протиерозійних споруд. Обпалена цегла достатньо стійка до дії води, в той самий час, цеглу, що висохла на сонці, слід використовувати лише тому випадку, якщо вода проходить яром нечасто. Нестандартна цегла, яка непридатна до будівництва будинків, цілком придатна для спорудження протияружних споруд.

Найкращим відношенням міцності до ваги характеризується арочна гребля з цегляної кладки грубизною в одну цеглину, висотою 1-1,5 м за довжини по кривій більше 2 м. Гребля прямолінійного обрису в плані за таких же розмірів для однакової міцності має бути у 4 рази грубішою. Арочна гребля передає навантаження на контрфорси, розміщені на її кінцівках, тому потребує міцних опор на відкосах яру (перевагу слід віддавати виходам твердих порід).

Порівняно легка цегляна стінка не потребує великого фундаменту. За оголення скельної основи впоперек русла яру рекомендується влаштовувати міцну масивну стінку з окремих секцій. Ширина за основою стінки має приблизно дорівнювати її максимальній висоті. Найбільш сприятливий переріз цегляної кладки має вигляд рівнобедреного трикутника. Однак верхову грань греблі частіше за все роблять прямовисною, а низовій грані надають відкіс. Такий переріз виправдовується лише за будівництва крупних гребель, що протистоять великому тиску води.

Оскільки цегляна кладка має незначну міцність на розтягнення, прямолінійна в плані цегляна гребля чинить слабкий опір згинальному моменту тиску води. Згинальний момент залежить від довжини стінки та навантаження на одиницю її довжини. Ймовірність перевертання стінки пропорційна квадрату її довжини. Контрфорс всередині прямолінійної стінки зменшує її ефективну довжину удвічі, а згинальний момент – в 4 рази. Тому облаштування контрфорса є доцільним, якщо дозволяють місцеві умови (Гудзон, 1974).

У більшості випадків проблема яружної ерозії може бути вирішена тільки завдяки споруджуванню постійних споруд. Як правило, їх доводиться будувати на бідному нестійкому ґрунті, у віддалених важкодоступних регіонах, де проведення ремонтних робіт є дуже складною справою. Споруди мають зберігати ефективність під час накопичення великої кількості зливових вод. Ці споруди мають функціонувати велику кількість років.

Серед постійних протияружних споруд для перехоплення стоку та пом'якшення його дії на днища та схили ярів можна назвати наступні: муловловлюючі греблі, греблі у вершинах ярів, перепади, габіони (Гудзон, 1974).

Муловловлюючі греблі призначено для швидкого припинення руху наносів, з метою недопущення замулення водоймищ або водотоків. Регулюючі греблі застосовують для акумулювання зливого стоку з подальшим випусканням його малими витратами. Греблю зазвичай будують у верхній частині долини з розрахунком акумулювання стоку від однієї зливи. На греблі передбачається водовипуск у вигляді постійно відкритої труби діаметром 15-20 см. За 1-2 дні вода з акумулюючого водосховища через трубу уходить у нижній б'єф. Таким чином, витрати наносів, що проходять по яру, скорочуються до мінімуму, який визначається пропускною здатністю труби. Водоспускну трубу забезпечують вхідним оголовком, який розміщують вище підшови греблі, щоб труба не замулювалась. Випускання води з труби у нижньому б'єфі здійснюється у водобійний колодезь (Гудзон, 1974).

Греблі й вершинах ярів споруджують у тих випадках, коли яр зростає вгору і представляє загрозу шляхам, мостам та іншим господарським об'єктам. Ефективний спосіб полягає в облаштуванні греблі дещо нижче вершини яру, таким чином, щоб вершина яру постійно знаходилась під шаром води. Енергія стоку, що поступає в яр, гаситься у басейні води, який утворився завдяки греблі.

Небезпека зростання яру з'являється знову під час спорощення басейну та переливу води через поріг у вершині яру. За чергування вологих та сухих



періодів відмічається деякий рух вершини яру нагору. Тому необхідно створювати значний запас води над вершиною яру і вживати заходів, що уповільнюють руйнування ґрунту у вершині яру.

Перепади застосовують для укріплення вершини яру. Перепади можуть бути цегляні, кам'яні або бетонні. Пропускна здатність перепаду (мається на увазі перепад класичного типу) визначається шириною на вході прямокутного водозливу; витрати, що пропускаються, пропорційні довжині водозливу.

Довжина водозливу може бути збільшена за рахунок облаштування вхідного оголовка типу винесеного уперед порогу. Такий вхідний оголовок за невеликих додаткових затрат і без збільшення загальної ширини споруди значно збільшує пропускну здатність перепаду.

Перепади найчастіше виходять з ладу внаслідок підмиву водою. Тому, під час проектування та будівництва необхідно враховувати наступні положення.

1. Водозливний фронт має бути достатнім для пропуску максимальних витрат води. Якщо водозлив є малим, то витрати води проходять по всій споруді і утворює вимоїни з кожного її боку.

2. Для попередження руху води в обхід споруди, бокові стінки виконують у вигляді відкритків, які закріплюють у береги з кожного боку на відстань, що дорівнює половині висоти стінки. Простір біля стінок заповнюють водонепроникливим ґрунтом, який ретельно трамбуєть.

3. Стокові води падають через арки споруди на землю з великою силою, тому має бути передбачений відповідний захист від розмиву ґрунту на дні та біля стінок. На дно можна покласти валуни, які вода не спроможна зрушити з місця. Дрібні камені можна збирати у дротову сітку, яку заанкерують. Під час будівництва бетонних споруд передбачають плоский водобій і низький поріг з боку нижнього б'єфа, який утворює водобійний колодязь для гасіння енергії води. На ґрунтах, що еродуються, облаштовують також зуб з боку нижнього б'єфа біля краю водобою для попередження його підмиву.

4. Стокові води на виході зі споруди мають значну швидкість і турбулентність, тому схили яру безпосередньо біля нижнього б'єфа можуть

зазнавати більшої ерозії, ніж до побудови перепаду. Тому необхідним є інженерний (в тому числі, біологічний) захист берегів до ділянки, де рух води стає знову спокійним (Гудзон, 1974).

Габіони застосовують у випадках, коли є значна небезпека руйнування споруд з причини розтягуючих навантажень, які мають місце під час осідань споруд. Справа у тому, що жорсткі споруди не витримують змін, що виникають у ґрунті. Навіть вспучення та усадка ґрунту можуть викликати в споруді напруження, які призводять до руйнації. Бетон, кам'яна та цегляна кладки чинять добрий опір стисненню, але легко руйнуються під дією розтягуючих навантажень, що виникають під час осідань споруд. Спосіб будівництва, який вирішує дану проблему, являє собою більш складний варіант виготовлення валиків з дротової сітки і каменів. Попередньо виготовлені міцні сітчасті каркаси (габіони) заповнюють камінням на місці, після чого кришку кожного каркасу закріплюють дротом. Габіони зазвичай мають довжину біля 4 м і квадратний переріз (1×1 м). Їх укладають подібно до цеглин і будують споруди різної величини. Оцинкований дріт габіонів довгий час не піддається корозії (Гудзон, 1974).

Описані заходи із перехоплення стоку та пом'якшення його дії на днища та схили ярів пройшли широку апробацію у різних країнах світу і за умов доведення їх ефективності в природних умовах України можуть використовуватись і в нашій державі.

*Заходи із закріплення ґрунту в межах ярів* полягають в залісенні днищ та схилів ярів (див. підрозділ 4.2 даної роботи), а також в облаштуванні інженерних споруд для укріплення днищ і стінок ярів (див. підрозділ 4.3 даної роботи). Ці заходи проводять таким чином, щоб закріпити рухомі ґрунти (породи) днища та схилів ярів.

*Фітомеліоративні заходи* базуються на використанні захисної ролі рослинності для захисту ґрунтів (порід) днища, схилів та вершин ярів від ерозійної дії опадів та для облаштування водостоків (інформацію щодо особливостей проведення фітомеліоративних заходів подано у підрозділі 4.4

даної роботи). Ці заходи проводять таким чином, щоб днища, схили та вершини ярів, а також водостоки були надійно захищені рослинним покривом.

Під час підбирання рослин для фітомеліорації ярів пріоритет слід надавати місцевим видам рослин (Гудзон, 1974). Основна вимога до рослин, які використовують для фітомеліорації ярів полягає у тому, що вони мають добре розвиватися в поганих ґрунтових умовах і забезпечувати достатньо щільний покрив для захисту ґрунту. Повзучі рослини, що стелються, є кращими, ніж рослини зі стеблами, що ростуть вертикально. Дуже ефективним у цій справі є використання добрив як засіб прискореного росту і розвитку рослин, тому що ґрунт та підґрунтя на відкосах та днищах ярів як правило є неродючим.

Рослинність швидше закріплюється за посадки розсадою, яку вирощено в більш сприятливому середовищі. Розсаду зазвичай вирощують у циліндрах з тонкої темної поліетиленової плівки. Циліндри не мають дна, їх заповнюють високоякісним ґрунтом. Під час висадки розсади, у ґрунті ґрунтовим буром роблять свердловину, в яку поміщують циліндр з рослиною. Плівку залишають у ґрунті. З часом корені виходять за межі циліндра.

Для створення куртин трави в ярах, розсаду висаджують у прорізі мішків, які заповнені високоякісним ґрунтом. Мішки поміщають у мілкі траншеї, які вирито у днищі яру, таким чином, щоб вони не були розташовані вище рівня дна. Мішок оберігає ґрунт, який в ньому вміщено, та висаджені рослини від змиву водою першого ж стоку. Поступово мішок згниває і рослини добре закріплюються. Краще за все застосовувати старі джутові або дерюжні мішки, крізь які корені легко проростають, але можна використовувати достатньо міцні паперові мішки.

Для того, щоб посадки не були знищені водою до того, як рослинність укорениться, проводять поверхнєве мульчування соломною або іншими рослинними залишками. Для утримання мульчі та збереження посівів використовують низку штучних матеріалів. Так, застосовують сітки з крупними чарунками з джутового волокна, міцного паперу або тонкої деревної стружки. Сітку розташовують поверх мульчі і закріплюють її дротовими крючками, які

забивають у ґрунт. Доцільним є виготовлення сіток з місцевих матеріалів (Гудзон, 1974).

*Меліоративні заходи з ліквідації ярів* включають наступні роботи (Ерозии – заслон, 1979):

- планування рельєфу, зокрема повне засипання або виположування відкосів ярів до тракторопрохідних ухилів, а також часткове зрізання підвищень (невеликих горбів, бугрів, крутих уступів) на між'яружному просторі з попереднім зніманням родючого шару ґрунту та подальшим поверненням його на рекультивовану поверхню;
- землювання (за необхідності) сильно еродованих ділянок родючим ґрунтом.

Подальші роботи з обробітку ґрунту, внесенню добрив, вирощуванню сільськогосподарських культур на цих меліорованих землях треба проводити з обов'язковим дотриманням заходів з попередження повторного розмиву та утворення нових ярів.

Відповідно до економічних міркувань, засипати слід яри глибиною 3-5 м за поперечного перерізу не більше 25 м<sup>2</sup>. У ярів глибиною 5-8 м та поперечним перерізом до 100 м<sup>2</sup> доцільно виположувати відкоси до тракторопрохідних ухилів, що в подальшому дозволяє ефективно використовувати різноманітну сільськогосподарську техніку. Вершини більш крупних ярів слід закріплювати гідротехнічними спорудами в поєднанні із залісненням з метою подальшої їх саомеліорації.

Для засипання ярів використовують в основному місцевий ґрунт, який зрізують рівномірним шаром грубизною 15-25 см з прияружної смуги. За необхідності використовують привозний ґрунт або інші матеріали (продукти очищення русел річок, відходи металургійного виробництва, шахт, рудників тощо).

Проведенню робіт з рекультивації яружних площ передують рекогносцирувальне обстеження, за результатами якого встановлюють можливість, доцільність та спосіб ліквідації ярів. Одночасно вирішується питання про захист ділянки, що рекультивується, гідротехнічними спорудами.

Потім для розробки техно-робочих проектів здійснюються топографічні та ґрунтово-геологічні вишукування.

Найбільш ефективно знімання здійснюється за поперечниками. Для розробки проекту достатнім є масштаб зйомки 1:2000 та 1:5000. Перший поперечник прокладається від вершини яру на 20-30 м, другий – через бровку вершини, а наступні – в характерних місцях по всій довжині яру. У ствір поперечника включаються прияружні ділянки і власне яр. Довжина поперечника визначається параметрами ярів і приймається в межах 30-80 м. Одночасно встановлюються: причини утворення ярів, наявність зсувних явищ, потужність гумусованого горизонту на прияружній смузі, глибина залягання щільних порід за відслоненнями у відкосах ярів, категорії ґрунтів за складностями розробки та ін.

Для створення картограми глибини гумусованого шару закладаються розрізи з розрахунку один розріз на 0,5 га прияружної смуги. Глибина розрізів від 1,5 до 2,5 м. Для визначення глибини залягання твердих порід розрізи доводяться бурінням до глибини, що дорівнює глибині яру.

В подальшому визначаються проектні та розмічальні параметри і обсяги земляних порід. При цьому крутизна укосів (проектна) на виположених ярах не має значно відрізнятись від повздовжньої крутизни прилеглих до яру схилів. Максимальний кут виположування укосів ярів може бути прийнятим: в польовій сівозміні –  $4^\circ$ , ґрунтозахисній –  $10^\circ$ , при виконанні меліоративних робіт із покращення природних кормових угідь –  $12^\circ$ .

Процес засипання або виположування яру складається із зрізання та переміщення в нього певного обсягу ґрунту, що залежить від розмірів яру та заданого ухилу укосів, що виположуються.

Перед виконанням робіт безпосередньо в полі прияружна смуга по обидва боки яру розбивається на робочі ділянки довжиною 20-30 м. Робота починається з гирлової частини яру на першій робочій ділянці. Спочатку, за допомогою скрепера, гумусований шар ґрунту зрізується, перевозиться і складається біля вершини яру. Потім бульдозер зрізує шар корінного ґрунту і

переміщує у яр. Ця операція продовжується до тих пір, доки поверхню першої робочої ділянки не буде доведено до проектного ухилу.

Закінчивши роботу на одному боці першої робочої ділянки, бульдозер переїжджає на протилежний бік і продовжує роботу. Потім з другої ділянки бульдозером знімається гумусований шар ґрунту, переміщується і рівномірно розподіляється в межах першої виположеної ділянки, включаючи й площу яру. Принцип роботи бульдозера на інших робочих ділянках є аналогічним. Після виположування (засипання) яру на останній робочій ділянці, на ній розподіляється гумусований ґрунт, що було знято з першої ділянки.

Ті ж самі операції із засипання (виположування) ярів можуть бути виконаними і за іншою схемою, коли гумусований шар ґрунту зрізують бульдозером та складують за межами робочих ділянок, потім після переміщення в яр неродючого ґрунту, використовують його для покриття всій площі, що рекультивується.

Під час ліквідації ярів найбільш раціональним є виконання роботи одночасно трьома бульдозерами, два з яких зрізують і переміщують ґрунт, а третій розрівнює і ущільнює його.

Ущільнення ґрунту гусеницями бульдозеру виконують за кілька проходів. Під час кожного подальшого проходу бульдозер зміщується на ширину гусениці. Слід враховувати, що найбільш ефективно ущільнення ґрунтів спостерігається за оптимальної їх вологості (табл. 4.11). Сухий ґрунт треба зволожувати поливом, не допускаючи перезволоження.

Таблиця 4.11. Оптимальна вологість ґрунтів для ущільнення (Ерозии – заслон, 1979)

Найменування ґрунтів	Вологість, %
Піщаний	8-12
Супіщаний	9-15
Суглинковий	12-15
Важкосуглинковий	16-20
Пилуватий	16-22
Глинистий	19-23

На ділянках, де має місце кілька рядів ярів, доцільно здійснювати їх сумісну рекультивацію шляхом проведення загального планування поверхні. Підвищені місця (розміщені біля ярів), які можуть слугувати резервами для забору ґрунту, необхідно зрізати, а ґрунт використовувати для засипання ярів.

У господарствах України було апробовано таку технологію засипання та виположування ярів.

1. Розчищення прияружної смуги від чагарників, дерев, пнів і каменів, які падають на днище яру або використовуються для облаштування замка.

2. Будівництво захисних гідротехнічних споруд.

3. Облаштування заїздів у яр з ухилом не більше 10-12°. Для широких ярів заїзди облаштовують від вершин, для вузьких – з боків.

4. Спорудження замків через 30-40 м. Глибина траншеї під замок до 0,5 м.

5. Зрізання гумусованого шару за допомогою скрепера з першої робочої ділянки і переміщення його у тимчасовий кавальєр біля вершини яру. Зрізання гумусованого шару ґрунту з другої робочої ділянки, переміщення та розрівнювання на першій ділянці і т. д. Гумусований ґрунт для покриття останньої робочої ділянки беруть з кавальєру біля вершини яру.

6. Виположування відкосів і засипання яру з пошаровим ущільненням.

7. Розрівнювання гумусованого шару на робочій ділянці.

8. Культивація ґрунту з внесенням органо-мінеральних добрив і заправлінням їх у ґрунт.

9. Посів багаторічних трав для протиерозійного закріплення ґрунту. Рекультивована ділянка зберігається у задернованому стані до припинення усадки ґрунту.

10. Прикочування посівів.

Промоїни та невеличкі яри глибиною до 1 м ліквідуються кількома проходами звичайного орного агрегату. Цю ж роботу можна виконувати і за допомогою ярусного плугу. Під час спущення смуг уздовж яру на глибину 35-45 см верхній гумусований шар ґрунту полицею корпусу плугу укладається на дно борозни, менш родючий шар ґрунту вивертається на поверхню. Під час

засипання яру після переміщення верхнього шару бульдозером, гумусований шар ґрунту залишається на поверхні. Це дозволяє скоротити витрати праці в 1,5-1,8 разів у порівнянні із звичайною технологією.

У випадках, коли засипати або виположити яр не є раціональним, може бути вирішено питання про створення на його базі водоймища. Якщо за конфігурацією, формі та розмірам, ґрунтово-кліматичним умовам, властивостям ґрунтоутворних порід яр відповідає вимогам для будівництва водоймища, відкоси його виположують до крутизни, за якої вони не руйнуються, і засівають багаторічними травами. Потім будують одну або декілька дамб, висота яких розраховується з умов 100 % затримання талих і зливових вод за 2%-вої забезпеченості стоку. Будівництво водоймищ дає можливість накопичувати воду під час інтенсивних опадів (сніготанення) і раціонально її використовувати для поливу рослин, водопою худоби і т. п.

На сильноеродованих ділянках, а також у випадках, коли гумусованого шару ґрунту недостатньо для створення оптимальних умов рослинам на площах, які рекультивуються, слід проводити землювання родючим ґрунтом. З цією метою родючий ґрунт можна брати з днища балки. Родючий шар можна доставляти до місць покриття скреперами з одночасним рівномірним розподілом по поверхні. Можна використовувати автосамоскиди, тракторні причепа з подальшим розподілом ґрунту по поверхні бульдозером.

Грубизна покриття поверхонь не повинна бути менше 15-25 см.

Слід підкреслити, що перераховані вище заходи із покращення ярочно-балкових земель є ефективними на схилах до 10-12°. Схили крутизною більше 12° після ліквідації на них ярів і проведення інших заходів, що зменшують стік і змив, доцільно терасувати.

Мінеральні добрива сприяють підвищенню родючості відновлених земельних ділянок.

З причини нерівномірної усадки у перші роки після засипання ярів виникає деформація поверхні, втрата ґрунтового шару, у западинах знижується



ефективність мінеральних добрив, збільшується засміченість посівів. Тому через 2-3 роки проводять відновлювальні роботи (Эрозии – заслон, 1979).

#### **4.8. Зональні (регіональні) особливості застосування протиерозійних заходів**

Як вже було зазначено вище, Україна характеризується великим різноманіттям природних умов, різні поєднання яких по-різному впливають на ерозійні процеси. Тому шаблонний підхід до протиерозійного облаштування різних територій є неефективним і, навіть, шкідливим. Під час планування та впровадження заходів із захисту ґрунтів від ерозії треба враховувати зональні (регіональні) особливості природних ерозійних факторів. До того ж, у випадку планування агротехнічних протиерозійних заходів слід також по можливості враховувати прогноз погоди на рік, тому що ефективність цих заходів буде коливатись у залежності від кількості опадів.

У зонах (регіонах), які характеризуються підвищеним зволоженням (ГТК за Селяніновим 1,5 та більше) та у періоди з високим зволоженням, заходи, спрямовані на затримання стоку (гідротехнічні, лісомеліоративні, деякі агротехнічні) є неефективними, тому що вони можуть призводити до перезволоження ґрунтів з усіма негативними наслідками. При цьому, серед заходів, спрямованих на водозатримання, заходи, які сприяють кращому переводу води у глибокі шари ґрунту (наприклад, щілювання або глибокий обробіток) є в цих регіонах (у ці періоди) більш придатними у порівнянні з тими заходами, які сприяють зволоженню верхніх шарів ґрунту. Більш важливими заходами в цих регіонах є заходи, що спрямовані на безпечне відведення зайвого стоку.

У зонах (регіонах) нормального зволоження (ГТК за Селяніновим 0,9-1,5) ефективним є застосування усього комплексу протиерозійних заходів. Обмеження ефективності протиерозійних заходів можуть тут виникати

внаслідок коливань зволоженості в окремі періоди. Агротехнічні заходи слід планувати у залежності від прогнозу погоди на поточний рік.

У зонах (регіонах) недостатнього зволоження (ГТК за Селяніновим 0,8 та менше) та у періоди з недостатнім зволоженням, заходи, спрямовані на затримання стоку є найбільш придатними та необхідними. Важливими заходами тут, також, є заходи, що сприяють зменшенню непродуктивних втрат вологи. Заходи, які сприяють кращому переводу води у глибокі шари ґрунту є у таких зонах (в такі періоди) неефективними, тому що вони можуть призводити до пересушення ґрунтів на глибину (хоча це положення, на сьогоднішній день, є дискусійним).

Окрім зональних (регіональних) кліматичних особливостей, на ефективність протиерозійних заходів суттєвий вплив чинять геоморфологічні та геологічні особливості регіону. Наприклад, такий протиерозійний захід як терасування, у зсувонебезпечних регіонах проводити не можна, тому що на терасованих ділянках виникає небезпека прояву зсувів (Заславский, 1987).

В передгірських та гірських регіонах, які характеризуються високими ухилами, поперечний та контурний обробітки можуть бути неефективними (Швебс, 1981).

Важливим також є врахування власне ґрунтових особливостей для планування та проведення протиерозійних заходів. Наприклад, на ґрунтах з дуже низькою водопроникливістю, гідротехнічні заходи, спрямовані на затримання стоку можуть бути неефективними (вони можуть призводити до перезволоження ґрунтів), в той час як агротехнічні заходи, спрямовані на перенесення води у більш глибокі шари ґрунту (щільювання, глибокий обробіток) набувають тут найбільшого значення.

Таким чином, застосування протиерозійних заходів обов'язково має базуватись на інформації щодо зональних (регіональних) кліматичних, геоморфологічних, геологічних та ін. особливостей регіону, а також на інформації щодо погодних особливостей на певний період часу. Причому,

врахування зональних (регіональних) особливостей є пріоритетним по відношенню до часових особливостей.

Ефективність різних протиерозійних заходів у залежності від зональних (регіональних) та часових особливостей представлено у таблиці 4.12.

Таблиця 4.12. Ефективність різних протиерозійних заходів у залежності від зональних (регіональних) та часових особливостей

Зона (регіон, ділянка) або період часу	Протиерозійні заходи, що мають	
	високу ефективність	низьку ефективність
Зона (регіон, ділянка) підвищеного зволоження або період з підвищеним зволоженням	Гідротехнічні споруди для скидання надлишкового стоку, залуження водостоків, глибока оранка та оранка з ґрунтопоглибленням, щільювання та кротування ґрунту	Полезахисні лісосмуги, водорегулюючі (стокорегулюючі) лісосмуги, прибалкові лісосмуги, яружно-балкові лісові насадження, державні лісосмуги, водоутримуючі споруди, створення борозен, переривчастих борозен, валиків, лунок, мікролиманів
Зона (регіон, ділянка) недостатнього зволоження або період з недостатнім зволоженням	Полезахисні лісосмуги, водорегулюючі (стокорегулюючі) лісосмуги, прибалкові лісосмуги, яружно-балкові лісові насадження, державні лісосмуги, водоутримуючі споруди, безполицевий обробіток ґрунту зі збереженням стерні, плоскорізний, чизельний, мінімальний та нульовий обробіток ґрунту, створення борозен, переривчастих борозен, валиків, лунок, мікролиманів, обробіток упоперек схилу, контурний обробіток, снігозатримання та регулювання сніготанення	Глибока оранка та оранка з ґрунтопоглибленням, щільювання та кротування ґрунту*
Гірські та передгірські регіони з високими значеннями ухилів схилів	Терасування схилів	Обробіток упоперек схилу, контурний обробіток
Зсувонебезпечні регіони	-	Терасування схилів
*Питання ефективності глибокої оранки, оранки з ґрунтопоглибленням та щільювання ґрунтів в умовах нестійкої та недостатньої зволоженості є дискусійним, оскільки ці прийоми, з одного боку, сприяють водопоглиненню, а з іншого боку – призводять до пересушення ґрунтів на глибину		

При цьому, організаційно-господарські заходи, а також фітомеліоративні і агрохімічні (агротехнічні) протиерозійні заходи використовують повсюдно.

Вище було викладено загальні положення щодо зональних (регіональних) особливостей застосування протиерозійних заходів та подано загальну схему ефективності їх застосування у залежності від природних особливостей зон (регіонів). Окремо, для агротехнічних прийомів протиерозійного обробітку ґрунту, М.М. Заславським (Заславский, 1987) було розроблено більш детальну схему ефективності їх застосування, де в якості факторів, що обмежують ефективність цих заходів виступали зволоженість території, характер стоку, тип схилу, крутизна схилу, водопроникливість ґрунтів, а ефективність протиерозійних заходів оцінювалась за чотирибальною шкалою (табл. 4.13).

Таблиця 4.13. Ефективність застосування протиерозійних прийомів обробітку ґрунту на схилах (Заславский, 1987)

Прийоми протиерозійного обробітку ґрунту	Зволоженість території		Характер стоку		Тип схилу		Крутизна схилу		Водопроникливість ґрунтів	
	надлишкова та достатня	нестійка та недостатня	талі води	дощові води	простий односкатний	складний багатоскатний	до 5-8°	більше 5-8°	висока	низька
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Контурний обробіток ґрунтів на односкатних схилах	+(++)	+++	++	++	+	-	++	++	++	+++
Контурний обробіток ґрунтів на складних схилах	+(++)	+++	++	++	-	+	++	++	++	+++
Оранка під невеликим кутом до горизонталей	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+++
Більш глибока оранка	++	+++*	++	+	++	++	++	+++	++	+++
Оранка з ґрунтопоглибленням	++	+++*	++	+	++	++	++	+++	++	+++

Продовження таблиці 4.13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Безполицева система обробітку ґрунту	+	+	+	+	+	+	+	+++	+	+
Ступінчаста оранка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+++
Комбінована полицево-безполицева ступінчаста оранка	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+++
Звичайна комбінована полицево-безполицева оранка	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Оранка зябу з одночасним борознуванням та валкуванням	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+++
Оранка зябу з одночасним переривчастим борознуванням	-	+	+	-	+	+++	+	+	+	+++
Оранка зябу з одночасним утворенням мікроліманів	-	+	+	-	+	+++	+	+++	+	+++
Оранка зябу з одночасним лункуванням	-	+	+	-	+	+++	+	+	+	+++
Борознування та валкування зябу і пару	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+++
Переривчасте борознування зябу і пару	-	+	+	+	+	+++	+	+	+	+++
Утворення мікроліманів на зябу і на пару	-	+	+	+	+	+++	+	+++	+	+++
Лункування зябу і пару	-	+	+	+	+	+++	+	+	+	+++
<u>Нарізка</u> похилих <u>боріз</u> н для безпечного скидання води	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+++
Щілювання ґрунту	+	+	+	+	+	+	+	+++	+	+++
Смугове спушення ґрунту	+	+	+	+	+	+	+	+++	+	+++

Продовження таблиці 4.13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Кротування грунту	+++	+	+	+	+	+	+	+++	+	+++
Прикочування грунту з одночасним валкуванням	+	+++	-	++	+	+	+	+	+	+++
Прикочування грунту з одночасним щілюванням і валкуванням	+	+++	-	++	+	+	+++	+++	+	+++
Посів упоперек схилу	+	+++	+	+++	+	-	++	++	+	+
Перехресний посів	+	+++	+	+++	+	-	++	++	+	+
Контурний посів	+	+++	+	+++	-	+++	++	++	++	++
Посів з одночасним щілюванням грунту	-	+	+	+++	+	+++	+	+++	+	+++
Посів з одночасним прикочуванням, валкуванням і щілюванням	-	+	+	+++	+	+++	++	+++	+	+++
Посів стерньовими сівалками з одночасним формуванням переривчастих борізн	-	+	+	+++	+	+++	+	+	+	+++
Борозенчастий посів	-	+	+	+++	+	+	+	+	+	+
Осітнє щілювання грунту під посівами озимих культур	-	+	+	+	+	+	+	+++	+	+++
Веснянє щілювання грунту під посівами озимих і ярих культур	-	+	-	+	+	+	+	+++	+	+++

Продовження таблиці 4.13.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Щілювання ґрунту при обробітці міжрядь просапних культур	+	+++*	-	+	+	+	+	+++	+	+++
Переривчасте борознування ґрунту при обробітці міжрядь просапних культур	+	+++	-	+	+	+	++	+	+	+++
Щілювання та переривчасте борознування ґрунту при обробітці міжрядь просапних культур	+	+++*	-	+	+	+	+	+++	+	+++
<p>Умовні позначення: „-” – неможна застосовувати; „+” – можна застосовувати; „++” – необхідно застосовувати; „+++” – особливо ефективні заходи.</p> <p>* Питання ефективності глибокої оранки, оранки з ґрунтопоглибленням та щілювання ґрунтів в умовах нестійкої та недостатньої зволоженості є дискусійним, оскільки ці прийоми, з одного боку, сприяють водопоглиненню, а з іншого боку – призводять до пересушення ґрунтів на глибину (прим. авторів)</p>										

## 5. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ДЕФЛЯЦІЇ

### 5.1. Організаційно-господарські заходи з охорони ґрунтів від дефляції

Однією із найважливіших складових комплексу заходів з охорони ґрунтів від дефляції є організаційно-господарські заходи. Це базова група заходів, яка застосовується на території у першу чергу і від якості виконання якої залежить ефективність всіх інших груп протидефляційних заходів. Організаційно-господарські заходи створюють необхідні умови для застосування тих чи інших захисних і меліоративних заходів та створення організаційно-господарських передумов для їх здійснення (Смирнова, 1985). До організаційно-господарських заходів з охорони ґрунтів від дефляції відносяться наступні (Долгілевич, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Смирнова, 1985):

- диференційоване використання земель залежно від природних умов;
- раціональне розміщення земельних угідь різного призначення;
- оптимізація структури сільськогосподарських угідь;
- раціональне розміщення сівозмін різних типів;
- організація ґрунтозахисних сівозмін;
- науково обґрунтоване розміщення полів, робочих ділянок, лісомеліоративних та інших заходів;
- науково обґрунтований підбір сільськогосподарських культур;
- обмеження в ступені сільськогосподарського освоєння території;
- консервація земель.

*Диференційоване використання земель залежно від природних умов.*

Поділ земель на групи за використанням у дефляційно небезпечних регіонах здійснюється за дещо іншим принципом, ніж у ерозійно небезпечних регіонах (за умови відсутності значної водноерозійної небезпеки). Тут головним критерієм поділу земель є ступінь їх дефляційної небезпеки, що залежить від



геоморфологічних умов місцевості (позиції в рельєфі) та вітростійкості ґрунтів. До дефляційно небезпечних ділянок відносять вітроударні схили та підвищені навітряні ділянки, ділянки з легкими ґрунтами, ділянки з ґрунтами, які мають високий вміст карбонатів, ділянки з дефльованими ґрунтами. Ці ділянки мають бути використані під ґрунтозахисні сівозміни, а у разі дуже високої дефляційної небезпеки – під залуження (або заліснення). На інших ділянках (завітряні схили, пониження тощо) вводять польові сівозміни (за умови відсутності значної водноерозійної небезпеки).

Території, на яких взагалі неможливо попередити руйнування ґрунту вітром, слід виводити з інтенсивного обробітку (Смирнова, 1985).

Розподіл земельних угідь на землях, що охороняються від дефляції, має забезпечувати найкращі умови для охорони ґрунтів від дефляції та одночасно сприяти всебічному розвитку регіону, а також відповідати екологічним та естетичним вимогам суспільства.

*Раціональне розміщення земельних угідь різного призначення.* Під час відводів земель під той чи інший вид угідь, треба враховувати дефляційну небезпеку земель та можливість захисту земель від дефляції.

*Оптимізація структури сільськогосподарських угідь.* Це питання докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація в повній мірі підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

*Раціональне розміщення сівозмін різних типів.* Сівозміни різних типів (польові, кормові, ґрунтозахисні та інші) мають розміщуватись у залежності від ступеню дефляційної небезпеки земель (див. вище). Чим більший ступінь дефляційної небезпеки земель, тим більшу частку багаторічних трав та культур суцільної сівби повинні мати відповідні сівозміни.

Як вже було зазначено, під ґрунтозахисні сівозміни використовують вітроударні схили, підвищені навітряні ділянки, ділянки з легкими та висококарбонатними ґрунтами, ділянки з дефльованими ґрунтами. На інших ділянках (завітряні схили, пониження тощо) можна вводити польові сівозміни (за умови відсутності значної водноерозійної небезпеки).

*Організація ґрунтозахисних сівозмін.* Ґрунтозахисні сівозміни, які впроваджують з протидефляційною метою, мають попереджувати і припиняти (послаблювати) дефляційні процеси та, одночасно, забезпечувати (по можливості) вирощування основних сільськогосподарських культур. Ґрунтозахисні сівозміни повинні включати в себе велику частку площ під багаторічними травами та культурами суцільної сівби (особливо озимими та ранніми ярими зерновими) і малу (або відсутню) частку площ під просапними, пізніми ярими зерновими, технічними культурами та парами.

Слід зазначити, що загалом чисті пари у ґрунтозахисних сівозмінах не використовують, тому, що вони посилюють дефляцію. Але, зважаючи на те, що в посушливих районах чисті пари потрібні як попередник зернових, без них іноді не можна обійтися і в ґрунтозахисних сівозмінах. У таких випадках для захисту ґрунту від видування при літньому обробітку пару, смуги парового поля чергують із смугами зернових або однорічних трав. У парових полях застосовують також кулісні посіви.

На землях, що охороняються від дефляції чисті пари треба по можливості замінювати зайнятими, сидеральними та кулісними парами.

Додаткову інформацію з цього питання можна знайти у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація, за виключенням окремих положень та з певними коригуваннями, підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

*Науково обґрунтоване розміщення полів, робочих ділянок, лісомеліоративних та інших заходів.* Розміщення полів та робочих ділянок на землях, що охороняються від дефляції, треба здійснювати так, щоб ці поля були розташовані довгим боком перпендикулярно напрямку пануючих шкодочинних вітрів, окрім випадків, коли природні умови не дозволяють виконати цю вимогу. Розміщення лісомеліоративних насаджень також має здійснюватись перпендикулярно до напрямку пануючих шкодочинних вітрів.

Взагалі, організація території на землях, що охороняються від дефляції, має враховувати дефляційну небезпеку земель, особливості вітрового режиму і максимально сприяти ефективному проведенню заходів з охорони ґрунтів від

дефляції. Організація території має забезпечувати гармонійне поєднання всіх компонентів комплексу заходів з охорони ґрунтів від дефляції.

*Науково обґрунтований підбір сільськогосподарських культур.* У захисті ґрунтів від дефляції велике значення має рослинність, яка знижує швидкість вітру, затримує ґрунтові часточки, що переносяться вітром, збільшує вологоємність ґрунту, скріплює ґрунт своїми коренями і сприятливо впливає на структуру ґрунту (Извеков, Рыбалкин, 1975). Тому в дефляційно небезпечних регіонах підбір сільськогосподарських культур необхідно здійснювати так, щоб якомога більша частка земель в якомога більший проміжок часу була надійно закрита рослинним покривом (рослинними залишками).

Цим вимогам відповідають багаторічні трави та озимі зернові, які мають бути якомога ширше представлені у сівозмінах на дефляційно небезпечних землях (особливо на ділянках із високим ступенем дефляційної небезпеки).

Підбір сортів сільськогосподарських культур на землях, що охороняються від дефляції, має забезпечувати оптимальні врожаї та, одночасно, найкращий захист ґрунтів від дефляції.

*Обмеження в ступені сільськогосподарського освоєння території.* Це питання докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація у основних положеннях підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

*Консервація земель.* Якщо ґрунти на певних ділянках є сильнодефльованими, то їх необхідно виводити з сівозміни і використовувати під залуження або заліснення. Лише після встановлення в цих ґрунтах ознак відновлення агрономічно та екологічно важливих властивостей їх можна повертати до відповідної сівозміни.

На пасовищах в межах земель, що охороняються від дефляції, треба регулювати випас худоби. Сильно пошкоджені випасом худоби ділянки слід тимчасово вилучати з обігу і здійснювати їх корінне поліпшення.

Виведення ріллі з інтенсивного обробітку слід виконувати на основі спеціально складених проектів для кожного господарства.

Додаткову інформацію з цього питання можна знайти у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація, за виключенням окремих положень та з певними коригуваннями, підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

Під час планування та організації робіт з охорони ґрунтів від дефляції слід мати на увазі, що захисту ґрунтів від дефляції сприяє зрошення (Письменний, 2007, Рекомендации по защите..., 1970).

Додаткову інформацію про організаційно-господарські заходи з охорони ґрунтів від дефляції можна знайти в роботах (Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации, 1987; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Смирнова, 1985).

## **5.2. Лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від дефляції**

Важливою частиною комплексу протидефляційних заходів є лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від дефляції. Лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від дефляції спрямовані на зниження швидкості вітру в приземному шарі повітря, на покращення мікрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських рослин, на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур (Довідник агронома, 1985; Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Смирнова, 1985).

Застосування лісомеліоративних заходів з охорони ґрунтів від дефляції реалізується шляхом створення і підтримання в належному стані раціонально розміщених полезахисних лісосмуг правильного складу та оптимальної конструкції.

Проектування полезахисних лісосмуг має здійснюватись з урахуванням природних та господарських умов місцевості.

При проектуванні системи полезахисних лісосмуг треба дотримуватись такого правила: лісонасадження повинні займати мінімальну площу та створювати при цьому максимальний ґрунтозахисний ефект.

Конструкція полезахисних лісосмуг має забезпечувати найбільший вітрозахисний ефект та найдальшу вітрозахисну дію. Найбільший вітрозахисний ефект та найдальша вітрозахисна дія забезпечується лісосмугами продувної, ажурно-продувної та ажурної конструкцій.

Розміщення полезахисних лісосмуг має забезпечувати ефективну вітрозахисну дію лісонасаджень, створювати оптимальні умови для механізації сільськогосподарських робіт на міжсмугових полях та взаємоузгоджено поєднуватись з організацією території. Розміщення полезахисних насаджень є складовою частиною проекту внутрішньогосподарського землеустрою і має розробляти разом з ним. Полезахисні лісосмути розміщують на межах полів, садів, виноградників, кварталів, доріг, а також вздовж каналів і трубопроводів.

Основні (повздовжні) лісосмути треба розміщувати вздовж довгих боків полів перпендикулярно напрямку найбільш шкідливих для даної місцевості вітрів. Допускається відхилення від прийнятого розміщення лісосмуг в межах 30-45°. Допоміжні (поперечні) лісосмути треба розміщувати уздовж коротких боків полів перпендикулярно основним лісосмугам.

Відстань між полезахисними лісосмугами має забезпечувати найбільшу їх ґрунтозахисну ефективність та мінімізацію площ незахищених від вітру ділянок.

Рекомендовані відстані між полезахисними лісосмугами для різних ґрунтово-кліматичних зон наведено в таблиці 5.1.

Для повного досягнення системності і, відповідно, найбільшої ефективності полезахисних лісосмуг відстані між ними, згідно з деякими дослідженнями, мають бути зменшені (Гладун, 2005, 2006, 2007; Предварительные требования..., 1988). Слід підкреслити, що це стосується не лише відстаней між основними смугами, але і між допоміжними. Доцільно формувати в умовах багатокладності сільськогосподарського виробництва

площі полів в межах 20-90 га, оскільки площа полів тісним чином пов'язана з прибавкою врожаю від захисної дії лісових смуг. На полі площею 100 га вона складала 40%, 50 га досягає 50%, при 10 га – 120% по відношенню до врожаю 12 ц/га на незахищеному відкритому полі. При врожаї 20 ц/га прибавка урожаю складає на полях різної площі відповідно 20; 25 і 60% (Константинов, 1978).

Таблиця 5.1. Рекомендовані відстані між полезахисними смугами для різних ґрунтово-кліматичних зон (Довідник агронома, 1985)

Зони, ґрунти	Відстань між основними лісосмугами, м	Відстань між допоміжними лісосмугами, м
Суглинкові ґрунти		
Полісся	700	До 2000
Лісостеп	600	До 2000
Степ, чорноземи звичайні	500	До 2000
Степ, темно-каштанові ґрунти	400	До 2000
Степ, каштаново-солонцюваті ґрунти	300	До 2000
Супіщані ґрунти		
Полісся	400	До 1000
Лісостеп	400	До 1000
Степ	250-300	До 1000
Піщані ґрунти		
Полісся	400	До 1000
Лісостеп	350	До 1000
Степ	200	До 1000

Породний склад полезахисних лісосмуг має забезпечувати найбільшу їх ґрунтозахисну ефективність. Головними деревними породами для полезахисних лісосмуг слід використовувати породи, які в даних лісорослинних умовах відзначаються найбільшою висотою, довговічністю та стійкістю проти несприятливих умов. В якості супутніх порід слід використовувати породи, які сприяють кращому росту головних порід, поліпшують захисні властивості лісосмуг і підвищують стійкість насаджень. Чагарники в лісосмугах мають забезпечувати ґрунтозахисну дію і підвищувати стійкість насаджень.

Рекомендований склад головних, супутніх та чагарникових порід для полежахисних лісосмуг в різних ґрунтово-кліматичних зонах наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2. Головні, супутні та чагарникові породи для полежахисних лісосмуг (Довідник агронома, 1985)

<i>Ґрунти та ґрунтові комплекси</i>	<i>Головні деревні породи</i>	<i>Супутні деревні породи</i>	<i>Чагарники</i>	<i>Особливості застосування порід</i>
Комплекс каштаново-солонцюватих ґрунтів	Гледичія звичайна, лох вузьколистий	Айлант	Смородина золотиста, скумпія	У відносно кращих умовах створюють гледичієві смуги, у гірших – лохові
Темно-каштанові ґрунти	Гледичія звичайна, акація біла, дуб звичайний	Груша дика, софора японська	Смородина золотиста, кизильник блискучий, магонія, айва японська, вишня сіра	Дуб, як основну породу, використовують в Миколаївській та Одеській області України
Чорноземи південні	Дуб звичайний, акація біла	Груша дика, клен польовий	Кизильник блискучий, магонія падуболиста, айва японська, бирючина	Перевагу у більшості випадків віддають дубу. Акацію висаджують на солонцюватих ґрунтах та змитих ділянках
Чорноземи звичайні	Дуб звичайний, береза повисла, горіх чорний, тополі канадська та китайська	Клени гостролистий та польовий, груша дика, берека, граб звичайний, липа дрібнолиста	Бирючина, магонія падуболиста, скумпія, бруслина бородавчаста, городовина	Березові смуги створюють у більш зволжених місцях, тополеві – на ділянках з рівнем підґрунтових вод не більше 5 м
Чорноземи типові, темно-сірі опідзолені та сірі лісові ґрунти	Дуб звичайний, береза повисла, тополі канадська, бальзамічна та берлінська, модрина європейська та сибірська	Клен гостролистий, явір, липи дрібнолиста та крупнолиста, груша дика	Гордовина, бирючина, скумпія, бруслина бородавчаста, ірга	На більш сухих ділянках вирощують дуб і березу, на свіжих та вологих – тополі
Піщані й супіщані ґрунти	Сосна звичайна, сосна кримська, береза повисла	Береза пухнаста	Бузина чорна, смородина золотиста	В південній та центральній частинах Степу перевагу віддають сосні кримській, в інших зонах – сосні звичайній

Для створення вузьких вітроломів з швидкоростучих порід та для створення насаджень у специфічних лісорослинних умовах (бідні на поживні речовини ґрунти, заболочені місця тощо) треба закладати прості полезахисні смуги, які складаються з однієї деревної породи. В усіх інших випадках закладаються змішані лісосмуги, що складаються з головних порід, супутніх порід і чагарників.

В полезахисних лісосмугах співвідношення між деревами головних порід, супутніх порід та чагарниками, а також їх чергування в рядах мають забезпечувати найвищу стійкість насаджень та найбільший вітрозахисний ефект.

При проектуванні схем змішування лісосмуг треба дотримуватись наступних правил: 1) у змішаних насадженнях головна порода повинна займати не менше 50-60 % посадочних місць; 2) головні та супутні породи чергують, як правило, чистими рядами; 3) якщо в лісосмугу вводять чагарник, то його чергують через одне посадочне місце з супутньою породою; 4) в лісосмуги з наявністю ажурно-крупних порід (береза, горіх, акація біла, гледичія) додають залежно від лісорослинних умов певну щільнокронну супутню породу (Довідник агронома, 1985).

Для підготовки ґрунту під полезахисні лісосмуги треба використовувати системи обробітку, наведені в таблиці 5.3.

Терміни висаджування полезахисних лісосмуг мають забезпечувати оптимальні умови для зростання лісонасаджень. Висаджувати полезахисні лісосмуги слід ранньою весною, але у вологий ґрунт можна садити і восени, після закінчення вегетації дерев. При транспортуванні сіянців і саджанців слід обережати їхню кореневу систему від висушування. Ділянка для тимчасового прикопування сіянців і саджанців має бути розташована недалеко від місця садіння.

Ширина та будова полезахисних лісосмуг мають забезпечувати найбільший для даних ґрунтово-кліматичних умов вітрозахисний ефект та



найкращі умови для догляду за лісонасадженнями. Ширину та будову лісосмуг різного складу в різних ґрунтово-кліматичних зонах наведено в таблиці 5.4.

Для підтримання вітрозахисних характеристик полезахисних лісосмуг треба здійснювати систематичний та своєчасний догляд за ними та ґрунтом під ними. Догляд за ґрунтом під лісосмугами провадиться з часу закладання полезахисних смуг і до змикання крон дерев, а в посушливих зонах в окремих випадках продовжується в міжряддях зімкнутих культур. Склад і кількість обробітків ґрунту в лісосмугах мають забезпечувати найкращі умови для зростання лісонасаджень. Кількість обробітків ґрунту в лісосмугах наведено в таблиці 5.5.

Таблиця 5.3. Системи обробітку ґрунту під полезахисні лісосмуги (Довідник агронома, 1985)

<i>Ґрунти та ґрунтові комплекси</i>	<i>Система обробітку</i>	<i>Примітка</i>
Чорноземи типові, темно-сірі опідзолені та сірі лісові ґрунти	Дискування, осіння основна оранка на глибину 27-30 см, весняне боронування.	Площа не засмічена бур'янами
	Обробіток ґрунту за типом чорного пару з осінньою оранкою на 27-30 см, весняне боронування	Площа засмічена кореневищними та коренепаростковими бур'янами
Чорноземи звичайні	Обробіток ґрунту за типом чорного пару з основною оранкою на 27-30 см і поглибленням до 35-40 см, весняне боронування	При весняному садінні основну оранку провадять восени попереднього року, при осінньому – перед паруванням площі
Чорноземи південні, темно-каштанові ґрунти	Основна оранка на глибину 45-50 см (напівплантаж), весняне боронування	-
Комплекс каштаново-солонцюватих ґрунтів	Основна оранка – плантаж на 60 см, ґрунт утримується під чорним паром, а при вигортанні на поверхню солей застосовують дворічний пар	-
Піщані ґрунти Степу і Лісостепу	Безполицеве розпушення на глибину 60-70 см смугами шириною 90-100 см, з протиерозійною метою між ними залишають необроблені смуги з природною рослинністю. Під час догляду за сосною їх поступово звужують	-

Таблиця 5.4. Ширина та будова лісосмуг різного складу в різних ґрунтово-кліматичних зонах (Довідник агронома, 1985)

<i>Зона й ґрунтові умови</i>	<i>Склад смуги за деревостаном і тип змішування</i>	<i>Розміщення посадочних місць, кількість рядів, загальна ширина</i>
Полісся, піщані дерново-підзолисті ґрунти	Сосново-березовий змішаний	2,3-2,5×0,7 м; 5 рядів; 12,2-13 м
Полісся, глинисто-піщані й супіщані дерново-підзолисті ґрунти	Сосново-дубовий змішаний	2,3-2,5×0,7 м; 5 рядів; 12,2-13 м
Те саме	Модриново-дубовий змішаний	2,3-2,5×0,7 м; 5 рядів; 12,2-13 м
Лісостеп, чорноземи типові, темно-сірі опідзолені та сірі лісові ґрунти	Дубовий, змішаний	1,5-2,5×0,7 м; 5 рядів; 9-13 м
Те саме	Березовий, змішаний	2,5×1 м; 5 рядів; 13 м
Те саме	Тополевий, чистий	3 ×1 м; 2-3 ряди; 6-9 м
Степ, чорноземи звичайні	Дубовий, змішаний	2,5×0,7 м; 5 рядів; 13 м
Те саме	Березовий, змішаний	2,5×1 м; 5 рядів; 13 м
Те саме	Горіховий, змішаний	2,5×1,5 м; 5 рядів; 13 м
Степ, чорноземи південні	Дубовий, змішаний	2,5-3×1 м; 5 рядів; 13-15 м
Те саме	Білоакацієвий, змішаний	3 ×1 м; 4-5 рядів; 12-15 м
Степ, темно-каштанові ґрунти	Гледичієвий, змішаний	3 ×1-1,5 м; 4 ряди; 12 м
Те саме	Білоакацієвий, змішаний	3 ×1-1,5 м; 4 ряди; 12 м
Степ, комплекс каштаново-солонцюватих ґрунтів	Дубовий, змішаний	3 ×1 м; 5 рядів; 15 м
Те саме	Гледичієвий, змішаний	3 ×1,5 м; 4 ряди; 12 м
Те саме	Маслинковий, чистий	3 ×1 м; 3 ряди; 9 м
Степ, піщані і супіщані ґрунти	Сосновий, чистий	3 ×0,7 м; 5 рядів; 15 м

У перші роки догляд за ґрунтом у міжряддях і рядах здійснюється одночасно, а після зімкнення крон у рядах – продовжується у міжряддях і на закраїнах смуг.

Для запобігання механічним пошкодженням саджанців деревних порід між рядами і лінією ходу ґрунтообробних знарядь залишають захисну зону 20 см, глибину культивування міжрядь протягом весняно-літнього періоду зменшують від 10-12 до 6 см.

Таблиця 5.5. Рекомендована кількість обробітків ґрунту в лісосмугах  
(Довідник агронома, 1985)

Вік лісосмуги, років	Чорноземи типові та звичайні	Чорноземи південні, темно-каштанові ґрунти
1	4-5	6
2	3-4	4-5
3	2-3	3-4
4	2	3
5	1	2
6	1	1
7	-	1
8	-	1
Разом	13 і більше	21 і більше

Після розростання і зімкнення крон дерев і чагарників догляд за ґрунтом у лісосмугах припиняють. З цього часу в лісосмугах проводять рубки догляду.

Рубки догляду мають сприяти вирощуванню здорових та стійких насаджень з високими вітрозахисними властивостями, поліпшувати стан, ріст і конструкцію насаджень.

Систему рубок догляду приурочують до трьох основних періодів життя лісових смуг: повного зімкнення насаджень, інтенсивного їх росту і ослаблення фізіологічних процесів та зменшення приросту. Кожний період рубок догляду може включати один або декілька заходів: садіння чагарників на пень, проріджування деревостану, вирубування частини допоміжних порід, що пригнічують головні, обрізування нижніх гілок на стовбурах, видалення хворих, сухих і пошкоджених дерев та непотрібних паростків.

У перший період основним завданням рубок догляду є поліпшення умов росту головних порід, запобігання пригніченню їх допоміжними породами і чагарниками. Перше вирубування чагарників проводять восени на третьому році життя. За один раз вирубують усі чагарники. Наступні рубки чагарників проводять через 2-3 роки. Низькорослі чагарники й ті, що стеляться, вирубують рідше. У насадженнях віком від 5 до 10 років швидкорослі допоміжні породи вирубують або проріджують (зрізують гілки). Одночасно вирубують сухі і дуже

пошкоджені дерева усіх порід, на вилоподібних стовбурах – двійчатки і трійчатки.

У другий період основним завданням рубок догляду є вирощування стійких, високорослих і найбільш ефективних полезахисних насаджень продувної конструкції. Для створення смуг продувної конструкції проріджують деревостан, обрізають гілки на стовбурах дерев і омолоджують чагарниковий підлісок. Дерев, що затіняють головні породи і затримують їх ріст та розвиток, а також сухі, усихаючі та пошкоджені дерева повністю вирубують. Смуги проріджують за 2-3 рази. При цьому на стовбурах залишених дерев підрізують нижні гілки до висоти 1-1,5 м так, щоб ґрунт на лінії крайнього ряду стовбурів був затінений залишеними гілками протягом усього дня. Проріджуючи лісосмуги, треба слідкувати, щоб зімкнення положу крон після рубки було не менше 0,8.

У третій період основним завданням рубок догляду є підтримання необхідної конструкції та забезпечення активної життєдіяльності та довговічності насаджень. Для цього регулярно вирубують усі сухі, висихаючі та пошкоджені дерева, періодично проріджують нижній ярус положу, вирубують чагарниковий підлісок і паростки на пеньках. Одночасно видаляють дерева допоміжних порід, що заважають росту головних. Рубки догляду в смугах проводять в міру потреби, але не рідше ніж через 5 років.

Перед кожною рубкою догляду лісові смуги обстежують, визначають їх стан і види робіт.

Вирубувати дерева та обрізувати гілки треба доброякісно: пеньки залишати без розщепів, гілки обрізати нарівні зі стовбуром гладеньким зрізом і без задирок кори. Чагарники вирубують біля самої кореневої шийки.

Більш докладно про рубки догляду можна дізнатись у роботах (Довідник агронома, 1985; Милосердов и др., 1978).

Система полезахисних лісосмуг має бути ув'язана з системою лісосмуг іншого призначення (водорегулюючих, прияржних, прибалкових та інших).

Детальну інформацію про асортимент деревних і чагарникових порід для створення полезахисних лісових смуг наведено у додатку Г.

Додаткову інформацію про лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від дефляції можна знайти в роботах (Довідник з агролісомеліорації, 1988; Довідник агронома, 1985; Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Методические указания..., 1984; Милосердов и др., 1978; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Захисні лісові насадження..., 2005; Світличний, Чорний, 2007; Смирнова, 1985).

### **5.3. Агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від дефляції**

Важливим компонентом комплексу протидефляційних заходів є агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від дефляції. Агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від дефляції спрямовані на зниження швидкості вітру в приземному шарі повітря, на утворення вітростійкої поверхні ґрунтів, на збереження рослинних решток на поверхні ґрунтів, на накопичення та збереження вологи у орному шарі ґрунту, на підвищення продуктивності сільськогосподарських культур (Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Ревут и др., 1973; Смирнова, 1985).

Як і у випадку протиерозійних заходів, зональний склад агротехнічних протидефляційних заходів встановлюється залежно від природних і господарських умов, але майже скрізь використовуються такі основні групи (Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Ревут и др., 1973; Смирнова, 1985):

- фітомеліоративні агрономічні прийоми захисту ґрунтів від дефляції;

- прийоми протидефляційного обробітку ґрунтів;
- агрохімічні прийоми підвищення родючості ґрунтів і захисту їх від дефляції;

- агрофізичні прийоми підвищення протидефляційної стійкості ґрунтів.

Група *фітомеліоративних агротехнічних заходів* із захисту ґрунтів від дефляції призначена для забезпечення захисту ґрунту від дефляції та сприяння відновленню родючості видувих ґрунтів і підвищенню продуктивності всіх сільськогосподарських угідь, розташованих на дефляційно небезпечних землях. До цієї групи належать (Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Наукові основи..., 2004; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Ревут и др., 1973; Смирнова, 1985):

- застосування ґрунтозахисних сівозмін із зональним підбором складу культур та з розміщенням культур смугами;

- встановлення і застосування оптимальних норм висіву культур у сівозміні з урахуванням ступеня дефльованості ґрунтів, а також проведення в оптимальний термін усіх польових робіт з урахуванням експозиції схилу, стану ґрунту, його вологості та температури;

- поперечна та перехресна сівба культур;

- сівба буферних смуг;

- сівба куліс;

- застосування післяжнивних, післяукісних та підсівних проміжних культур, різних варіантів змішаних посівів і сидератів;

- залуження ділянок;

- застосування суцільного або смугового мульчування та залишення на поверхні рослинних решток;

- смугове розміщення культур;

- сівба у міжряддях багаторічних насаджень буферних смуг з багаторічних трав і однолітніх культур, черезрядне залуження міжрядь, мульчування міжрядь;

- черезсмугове освоєння малопродуктивних земель під посіви кормових культур.

*Застосування ґрунтозахисних сівозмін із зональним підбором складу культур та з розміщенням культур смугами. Приблизними схемами сівозмін для дефляційно небезпечних регіонів степової зони можуть бути такі:*

1. 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – ярі колосові культури, 4 – кукурудза на зелений корм (фаза волотей), 5 – пшениця озима, 6 – кукурудза на силос, 7 – ярі колосові, 8 – пар чорний, 9 – пшениця озима, 10 – просапні, 11 – пшениця озима, 12 – соняшник.

2. 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – просапні (кукурудза на зелений корм та інші), 4 – пшениця озима, 5 – ярі колосові, 6 – просапні (кукурудза на силос та інші), 7 – ярі колосові, 8 – кукурудза на зелений корм, 9 – пшениця озима, 10 – соняшник.

3. 1 – пар чорний, 2 – пшениця озима, 3 – просапні (кукурудза та інші), 4 – ярі колосові, 5 – пар зайнятий, 6 – пшениця озима, 7 – соняшник, кукурудза на зерно (Рекомендації..., 1967).

На ділянках з високим ступенем дефляційної небезпеки, у сівозмінах мають більш широко використовуватись багаторічні трави та озимі зернові.

*Встановлення і застосування оптимальних норм висіву культур у сівозміні з урахуванням ступеня дефльованості ґрунтів, а також проведення в оптимальний термін усіх польових робіт з урахуванням експозиції схилу, стану ґрунту, його вологості та температури.*

Цей захід має особливо велике значення з точки зору захисту ґрунтів від дефляції. Справа тут в тому, що для забезпечення дефляційної безпеки, поля у вітро-небезпечний період (зимово-весняний) мають бути покриті рослинним покривом. В той самий час, дуже часто взимку та навесні поля є не захищеними рослинністю, з тієї причини, що вона не встигає вирости до

певного „вітростійкого” рівня. В таких умовах дуже важливою вимогою стає дотримання оптимальних термінів проведення польових робіт та висіву сільськогосподарських культур. Ці терміни мають забезпечувати мінімальний ризик виникнення дефляційних процесів.

Озимі колосові культури грають важливу роль у захисті ґрунтів від видування. В зимовий та весняний періоди, які є періодами найбільшого прояву дефляції, вони мають надійно захищати ґрунт від впливу сильних вітрів. Цей захист тим надійніший, чим раніше та щільніше зімкнутий рослинний покрив озимих. В цьому велику роль грають терміни та способи сівби. Найбільш ефективними термінами сівби озимих є такі терміни, що забезпечують своєчасне (до дефляційно небезпечного періоду) розкущення та досягнення великого проективного покриття ґрунту рослинністю. Під час зимових та весняних пилових бур, поля з добре розкущеними рослинами не зазнають шкідливого впливу дефляційних процесів (Извеков, Рыбалкин, 1975).

В дефляційно небезпечних регіонах певну площу мають займати чорні пари як попередник озимої пшениці. На чорних парах, оброблених відповідним чином і в оптимальний термін, одержують нормальні сходи та осіннє кушення озимини, навіть при відсутності дощів. Такі озимі є ефективним засобом у зменшенні руйнуючої дії чорних бур (Рекомендації..., 1967).

Створення нових зимостійких сортів озимої пшениці з ранніми оптимальними термінами сівби дозволить отримувати ранні сходи і нормальний розвиток рослин восени, що забезпечить надійний захист ґрунту від сильних вітрів (Извеков, Рыбалкин, 1975).

Що ж стосується норм висіву, то у дефляційно небезпечних регіонах треба досягати рівномірного та щільного розподілу рослин по площі та швидшого змикання їх над поверхнею ґрунту.

*Поперечна та перехресна сівба культур.* Сівбу сільськогосподарських культур на землях, що охороняються від дефляції треба проводити впоперек напрямків пануючих шкідливих вітрів, окрім випадків, коли розміщення і конфігурація полів та робочих ділянок не дозволяють виконати цю вимогу.



Найбільш ефективним способом сівби озимих є перехресна сівба. Рослини при перехресній сівбі більш рівномірно розподіляються по площі та швидше зникають над поверхнею ґрунту, що забезпечує захист ґрунтів від дефляції (Извеков, Рыбалкин, 1975).

*Сівба буферних смуг.* Буферні смуги треба висівати перпендикулярно напрямку пануючих шкідливих вітрів, окрім випадків, коли розміщення і конфігурація полів та робочих ділянок не дозволяють виконати цю вимогу. Буферні смуги повинні мати ширину, встановлену з урахуванням ступеню дефляційної небезпеки ділянки. Розрахунковий метод встановлення цієї ширини наведено у роботі (Смирнова, 1985).

*Сівба куліс.* Куліси на землях, що охороняються від дефляції, мають бути розміщені перпендикулярно напрямку пануючих шкідливих вітрів, окрім випадків, коли розміщення і конфігурація полів та робочих ділянок не дозволяють виконати цю вимогу. Система куліс має бути створеною таким чином, щоб максимально знижувати приземну швидкість вітру та збільшувати снігозатримання при мінімально зайнятій кулісами площі поля. Відстань між кулісами має забезпечувати мінімізацію площ незахищених від вітру ділянок.

Куліси створюються шляхом посадки високостовбурних сільськогосподарських рослин (наприклад, кукурудза, топінамбур, гірчиця і інші), як на рівнинах, так і на схилових ґрунтах на відстані між ними у 12 висот (зона „затишку”).

У деяких випадках, куліси доцільно розташовувати у вигляді хвилястих смуг, с таким розрахунком, щоб „хвилі” поряд розташованих куліс умовно перекривали одна-одну, не створюючи прямого просвіту для вітрового „коридору”. Таке розташування куліс дозволяє захищати ґрунт від вітрів усіх напрямків (Тімченко, Діденко, 2004).

*Застосування післяжнивних, післяукісних та підсівних проміжних культур, різних варіантів змішаних посівів і сидератів.* Для охорони ґрунтів від дефляції дуже важливою умовою є мінімізація часу, в який поверхня ґрунту не захищається рослинним покривом (особливо це актуально у

дефляційно небезпечний період). Скорочення площі не захищених рослинним покривом полів є важливим заходом з попередження дефляції. Скоротити площі відкритих полів можливо шляхом розширення проміжних, пожнивних та післяукісних посівів, наприклад, озимих культур, що використовують на зелений корм. Висівають їх дещо раніше озимих, що призначені на зерно. Це дозволяє рослинам отримати нормальний розвиток восени і захищати ґрунт у дефляційно небезпечний період (Извеков, Рыбалкин, 1975).

*Залуження ділянок.* Це питання докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація в повній мірі підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

*Застосування суцільного або смугового мульчування та залишення на поверхні рослинних решток.* Мульчування на землях, що охороняються від дефляції, застосовують, коли кількість рослинності та рослинних решток на поверхні полів є недостатньою для надійного захисту ґрунтів від дефляції.

Оптимальна кількість рослинних решток, яка забезпечує надійний захист ґрунтів від дефляції становить 200-300 (і більше) штук стерні на 1 м<sup>2</sup>.

Обробіток та мульчування ґрунту на землях, що охороняються від дефляції треба проводити таким чином, щоб стерня та рослинні рештки знаходились на поверхні поля в горизонтальному (лежачому) положенні, тому що за одної кількості, стерня в горизонтальному положенні більш ефективно знижує швидкість вітру у приземному шарі повітря, ніж стерня у вертикальному положенні (Смирнова, 1985).

*Смугове розміщення культур.* Яким би великим не було протидефляційне значення рослинності, однак закрити нею усі площі не вдається. Особливо це важко зробити на парових та зяблевих полях. Вихід знайдено в розділенні полів на смуги певної ширини, з чергуванням на них культур, серед яких одна – з потужним рослинним покривом – захищає „свою” ділянку та сусідні (тобто усе поле). Окрім безпосереднього захисту ґрунту під ними, вони також є перешкодою для рухомих ґрунтових часток на самому початку виникнення дефляційних явищ (Извеков, Рыбалкин, 1975).

При застосуванні смугового вирощування сільськогосподарських культур, смуги треба висівати перпендикулярно напрямку пануючих шкідливих вітрів, окрім випадків, коли розміщення і конфігурація полів та робочих ділянок не дозволяють виконати цю вимогу.

При смуговому розміщенні сільськогосподарських культур, смуги з просапними, технічними та іншими, слабо захищаючими ґрунт від дефляції, культурами мають оброблюватись ґрунтозахисними видами обробітку.

Загалом на полях, що зазнають дефляції, ширину смуг встановлюють залежно від крутизни схилу та механічного складу ґрунту. При чергуванні багаторічних трав з однорічними ярими або озимими культурами ширина смуг коливається від 80-100 м при схилі  $1-3^\circ$  до 40-60 м при схилі  $5-7^\circ$ , при чергуванні однорічних культур з просапними відповідні рекомендації складають 60-80 і 20-40 м. Залежно від механічного складу ґрунту ширина смуг змінюється (за інших рівних умов) – до 50 м на легких і до 100-150 м на більш важких ґрунтах.

На дефляційно небезпечних ґрунтах смугове розміщення культур впроваджується таким чином: на ґрунтах важкого гранулометричного складу – смугове розміщення пару та просапних культур між смугами зернових культур, на ґрунтах легкого гранулометричного складу – смугове розміщення однолітніх культур і пару між смугами багаторічних трав (Смирнова, 1985).

Під чорний пар при внесенні гною доречно застосовувати смуговий обробіток ґрунту. При цьому поле поділяють впоперек напрямку вітру на смуги певної ширини (див. вище). На непарних смугах після збирання соняшнику поверхню дискують і в такому стані залишають до весни, а на парних вносять гній та заорюють відвальними плугами. Подальший догляд за паром проводиться водночас по всьому полю (Можейко, Семякин, 1989).

Смугове розміщення культур – доступний, легко впроваджуємий агротехнічний захід, що може відіграти значну роль у захисті ґрунтів від дефляції.

*Сівба у міжряддях багаторічних насаджень буферних смуг з багаторічних трав і однолітніх культур, черезрядне залуження міжрядь, мульчування міжрядь.* Це питання докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація з урахуванням дефляційної специфіки підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

*Черезсмугове освоєння малопродуктивних земель під посіви кормових культур.* Це питання докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація у основних положеннях підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

До прийомів ***протидефляційного обробітку ґрунту*** відносять (Долгілевіч, 1967; Захаров, 1965; Почвы Украины..., 1988; Смирнова, 1985):

- безполицевий обробіток ґрунту зі збереженням стерні;
- плоскорізний, чизельний, мінімальний та нульовий обробіток ґрунту;
- луцення стерні та дискування ґрунту;
- комбіновану полицево-безполицеву оранку;
- сівба стерньовими сівалками;
- застосування раннього пару;
- снігозатримання та регулювання сніготанення.

*Безполицевий обробіток ґрунту зі збереженням стерні.* Цей захід є одним із найбільш ефективних з точки зору захисту ґрунтів від дефляції. Його протидефляційна дія проявляється у захисному ефекті стерні та рослинних решток (залишених після обробітку), які захищають поверхню ґрунту від руйнуючої дії вітру та сприяють зменшенню витрат вологи. Також за використання безполицевого обробітку зменшується руйнування структури (в тому числі і вітростійкої структури) ґрунту.

Застосування безполицевого обробітку знижує витрати на обробіток ґрунту та збільшує продуктивність сільськогосподарських культур у дефляційно небезпечних регіонах.

Безполицевий обробіток стерньових фонів ефективно захищає ґрунт від видування у осінньо-зимовий період. На таких фонах до початку весняних

польових робіт зберігається до 200 шт. умовних стернин на 1 га (Захист ґрунтів..., 1986).

Безплатну технологію основного обробітку ґрунту із зменшенням кількості весняних операцій до однієї передпосівної культивуації доцільно застосувати під певні культури, проте її необхідно доповнювати внесенням гербіцидів або обприскування ними посівів для зниження забур'яненості.

Однак, слід мати на увазі, що за певних умов (наприклад, у зоні степового Криму) ефективність безполицевого обробітку може бути невисокою, а врожайність сільськогосподарських культур за такого обробітку не підвищується. У цілому ж, враховуючи ґрунтозахисну роль безплатного обробітку, підвищення продуктивності праці, скорочення затрат, його необхідно застосовувати під озимі та ярі культури.

Важливими є питання можливості довгострокового, систематичного застосування безполицевого обробітку і впливу його на показники родючості ґрунту, доцільність його поєднання з оранкою тощо.

Безполицевий обробіток слід періодично чергувати з оранкою – 1-2 рази за ротацію (для загортання органічних та мінеральних добрив, вирівнювання орного шару, боротьби з бур'янами, шкідниками тощо). Оранку в сівозміні можна здійснювати таким чином, щоб її застосування не знижувало ґрунтозахисної ефективності всієї системи обробітку в сівозміні – наприклад, у чистому ранньому пару, під озимі культури після стерньових попередників та **261ик**. В цілому ґрунтозахисна система в сівозміні повинна бути комбінованою і поєднувати різноглибинний обробіток як плоскорізними, так і іншими знаряддями (Захист ґрунтів..., 1986).

Особливості застосування безполицевого обробітку ґрунту докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи.

*Плоскорізний, чизельний, мінімальний та нульовий обробіток ґрунту.* У дефляційно небезпечних регіонах необхідно, по можливості, відмовитись від оранки полів плугами, від обробки зубовими та дисковими лушпильниками і, в більшості випадків, від застосування звичайних культиваторів. Для захисту

ґрунтів від дефляції необхідно зберегти максимально можливу кількість стерні та інших рослинних залишків на поверхні ґрунтів, що сприяє кращому зволоженню ґрунту та зниженню швидкості вітру в приземному шарі повітря (Смирнова..., 1985). Таким вимогам відповідає плоскорізний обробіток ґрунтів.

З протидефляційною метою використовують плоскорізи-глибокородушувачі КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45), КПГ-2-150 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) [для глибокого обробітку], культиватори-плоскорізи КПП-2,2, КПШ-9, КПЕ-3,8 (для мілкового обробітку), борону голчасту БГ-3 (для **пожнивного** мілкового розпушування та весняного закриття вологи). Після обробітку ґрунту цими знаряддями на поверхні залишається до 85 % стерні та інших рослинних залишків, що забезпечує захист ґрунтів від шкідливої дії вітру. При обробітку ґрунту цими знаряддями в дефляційно небезпечних регіонах Степу, врожайність сільськогосподарських культур зростає (Смирнова..., 1985).

Проведення поверхневих плоскорізних обробок під озиму пшеницю після непарових попередників забезпечує отримання дружніх сходів й добрий розвиток рослин в осінній період. Такі посіви самі себе захищають від дефляції в зимовий і весняний періоди.

Глибокий плоскорізний обробіток після стерньових колосових застосовують, як правило, під просапні культури (кукурудза, соняшник) й чорний пар після соняшника.

Плоскорізний обробіток під ярі колосові після просапних культур не забезпечує надійної вітростійкої поверхні ґрунту. Однак наявність на поверхні 6-8 залишків кукурудзи або соняшника на 1 м<sup>2</sup> значно знижує **дефлюємість** ґрунту. Таку кількість рослинних решток можна мати, якщо посіви кукурудзи на зерно або соняшнику збирати на максимальній висоті, а слідом пускати косарку на низькому зрізі й усі залишки розкидати по поверхні поля.

Після зернобобових, кормових коренеплодів на поверхні поля практично не залишається рослинних решток, тому тут плоскорізний обробіток застосовують не як протиерозійний, а як агротехнічний прийом, який сприяє

підвищенню врожайності культур й зниженню затрат на їх вирощування (Можейко, Семякин, 1989).

В районах із середньою стійкістю ґрунтів до дефляції слід застосовувати поверхневий плоскорізний обробіток під озимі й ярові колосові. Глибокий плоскорізний обробіток після колосових культур проводять під просапні (кукурудзу, соняшник), переважно на вітроударних позиціях, „вітрових коридорах” й на легких по гранулометричному складу ґрунтах (Можейко, Семякин, 1989).

У Степу плоскорізний обробіток на зяб є найбільш ефективним на ґрунтах з легким та середнім гранулометричним складом, які потребують посиленого захисту від дефляції.

Впровадження плоскорізного обробітку ґрунту має здійснюватись з обов'язковим дотриманням вимог із захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Чизельний обробіток дозволяє забезпечити зберігання до 60 % рослинних решток, що сприяє захисту ґрунтів від дефляції. Більш докладно про використання чизельного обробітку викладено у розділі 4 даної роботи.

Мінімальний обробіток дозволяє зменшити шкідливе розпилення ґрунту та створити сприятливі умови для росту рослин. Мінімальний обробіток ґрунту забезпечує високий протидефляційний і економічний ефект, особливо у зонах недостатнього та нестійкого зволоження, якими є Південний та Сухий Степ України (Извеков, Рыбалкин, 1975). Більш докладно про використання мінімального обробітку викладено у розділі 4 даної роботи.

Нульовий обробіток дозволяє забезпечити надійний захист ґрунтів від вітру рослинним покривом та звести до мінімуму механічний вплив на ґрунти, що сприяє захисту ґрунтів від дефляції.

Більш докладно про використання нульового обробітку викладено у розділі 4 даної роботи.

Обробіток ґрунту з обертанням скиби, на землях, що охороняються від дефляції, доцільно застосовувати лише в якості оперативного заходу,

спрямованого на тимчасове збільшення протидефляційної стійкості ґрунтів (за рахунок вивертання на поверхню вологого та грудкуватого ґрунтового матеріалу), якщо на момент виникнення дефляційно небезпечної ситуації поверхня ґрунтів не є захищеною рослинністю та рослинними рештками.

Ґрунтозахисні види обробітку ґрунту, які застосовують на землях, що охороняються від дефляції мають чинити мінімальний механічний вплив на ґрунти, забезпечувати оптимальні для даної зони врожаї сільськогосподарських культур, сприяти снігозатриманню та збереженню вологи у ґрунті, створювати та зберігати грудкувату вітростійку поверхню ґрунтів та забезпечувати зберігання на поверхні полів стерні та рослинних решток (якщо сільськогосподарські культури є стерньовими та залишають після себе рослинні рештки). Впровадження ґрунтозахисного обробітку має здійснюватись з обов'язковим дотриманням вимог із захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Особливості застосування плоскорізного, чизельного, мінімального та нульового обробітків ґрунту більш докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи.

*Лущення стерні та дискування ґрунту.* Захист ґрунту від видування має починатись одразу ж після збирання врожаю, лущенням стерні на глибину 5-6 см (Можейко, Семякин, 1989). Найкращими знаряддями для цього є широкозахватні дискові луцильники.

На полях, засмічених осотом та іншими коренепаростковими бур'янами, обробляти слід луцильниками (краще лемішними) на глибину 8-10 см і більше.

Разом з тим, на супіщаних, малозв'язних ґрунтах, де дефляція спостерігається майже щороку (окремі райони Полісся та Нижньодніпров'я), неприпустиме літньо-осіннє лущення стерні, бо воно сприяє розпиленню ґрунту. Тут рекомендується проведення безпосередньо зяблевої оранки, притому безполицевими знаряддями, з метою залишення стерні на поверхні ґрунту (Можейко, Семякин, 1989).



*Комбінована полицево-безполицева оранка* Це питання докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація з урахуванням дефляційної специфіки підходить і до охорони ґрунтів від дефляції).

*Сівба стерньовими сівалками.* Сівба спеціальними стерньовими сівалками СЗС-9 та СЗС-2,1 (сучасні знаряддя-аналоги – СЗС-6, СЗС-8, СЗС-12, СЗС-14, **Grate Plains, Gerrardi**), які можуть працювати за будь-якої кількості стерні, дозволяє зберегти на поверхні до 40 % рослинних залишків (Смирнова, 1985). Стерньові сівалки заробляють насіння на глибину 5-6 см від дна борозни, як правило у вологий ґрунт, навіть якщо поверхневий шар просох на 7-8 см. Вслід за кожним висівним органом сівалки йде важкий коточок. Коткування створює добрий контакт насіння з вологим ґрунтом, що забезпечує дружні сходи. Для озимих культур розміщення рослин на дні борозни грає важливу позитивну роль під час перезимівлі.

Шляхом застосування стерньових сівалок (і сівалок з анкерними сошниками) досягають кращої якості посіву озимих в умовах Степу.

Однак за деяких умов (наприклад, степовий Крим) сівба стерньовими сівалками порівняно із звичайними зерновими сівалками (СЗ-3,6, СЗП-3,6) не підвищує, а іноді навіть знижує врожайність.

*Застосування раннього пару.* Це найбільш радикальний захід попередження дефляції ґрунту взимку та навесні (Наукові основи..., 2004). Порівняно з чорним паром ґрунт на ранніх парах не зазнає дефляції при швидкості вітру в приземному шарі на відкритому просторі понад 20 м/с.

Особливості застосування раннього пару докладно висвітлено у розділі 4 даної роботи.

*Снігозатримання та регулювання сніготанення.* Цей захід має велике значення у зимово-весняний період, який є дефляційно небезпечним в умовах України. Застосування цього методу може створити умови для захисту ґрунту від вітру, шляхом додаткового накопичення снігового покриву, а також шляхом збільшення періоду, коли поверхневий шар ґрунтів є вологонасиченим. Про

особливості застосування даного прийому більш докладно викладено у розділі 4 даної роботи.

**Протидефляційна агротехніка основних культур** (Рекомендації..., 1967):

Озима пшениця. Густі, добре розвинуті посіви озимої пшениці є одним з найважливіших засобів зберігання від руйнуючої сили вітрів як самої пшениці, так і сусідніх інших культур, а також ґрунтів.

Найбільшу протидефляційну ефективність мають озимі, висіяні по чорному пару. Пшениця, висіяна по цьому попереднику, встигає ще з осені добре розкущитись, вкрити землю листям і пагонами, і тому є надійним захистом ґрунту від видування.

При розміщенні озимої пшениці по зайнятих парах їх треба засівати швидкостиглими культурами – горохом, житом на зелений корм або кукурудзою, збираючи її не пізніше фази викидання волотей. При збиранні кукурудзи в фазі молочно-воскової стиглості зерна ґрунт вже настільки висушується, що не забезпечується своєчасне з'явлення сходів озимої пшениці і задовільний розвиток її з осені.

Догляд за просапними в зайнятому пару має бути особливо ретельним, щоб запобігти переорюванню площ під озимі після збирання просапних. При переорюванні утворюються брили, які не піддаються обробітку, а це перешкоджає загортанню насіння на відповідну глибину, не забезпечує дружних сходів пшениці.

Обробіток зайнятого пару після збирання просапних складається з дискування на глибину 8-10 см і – за потреби додаткової культивації – боронування перед сівбою озимих на глибину загортання насіння.

В зайнятому пару не рекомендується випасати худобу після збирання просапних культур, оскільки це призводить до ущільнення ґрунту і перешкоджає проведенню поверхневого обробітку ґрунту під озимі.

При розміщенні озимих на площах, що були зайняті ранніми культурами (горох, жито на зелений корм), орати рекомендується на глибину 18-20 см, притому не пізніше як за 30 днів до сівби озимини.

Сіяти озиму пшеницю по непарових попередниках рекомендується перехресним способом, при якому завдяки рівномірному розміщенню рослин, ґрунт краще захищається від видування весняними вітрами навіть при недостатньому куштинні рослин. Глибина загортання насіння має бути 6-7 см.

При відсутності вологи в ґрунті на глибині загортання насіння озимих рекомендується ущільнення ґрунту кільчастими котками.

У дефляційно небезпечних регіонах треба уникати раннього весняного боронування недостатньо розвинутих озимих. Боронувати такі посіви можна тільки після того, як вони зміцніють і мине небезпека пошкодження їх вітрами.

Кращий попередник озимої пшениці – чистий пар. Ефективною системою обробітку чистих парів після стерньових попередників є комбінований обробіток по типу раннього пару. Ця система обробітку складається з післязбирального дворазового плоскорізного обробітку ґрунту на глибину 10-12 см із збереженням стерні, весняної оранки на 20-22 см з боронуванням чи коткуванням (у квітні-травні, коли мине небезпека пилових бур) для загортання мінеральних і органічних добрив та наступних культивацій пару влітку. Можна застосовувати і плоскорізну технологію обробітку по типу чорного пару (1-2 рази плоскорізами на глибину 10-12 см у післязбиральний період і один раз на глибину 22-25 см плоскорізом-глибокорозпушувачем восени). Проте при такій системі основного обробітку пару, де вносять гній та фосфорні добрива, їх загортають у ґрунт дисковими боронами і добрива знаходяться лише у верхній частині орного шару, значна частина стерні знищується, що знижує ґрунтозахисний ефект.

При розміщенні чистого пару після соняшнику також доцільний обробіток за типом раннього пару. Поле після збирання соняшнику восени краще задискувати, оскільки більша кількість подрібнених стебел знаходиться на поверхні і краще захищає ґрунт від дефляції. Отже, по таких парах замість

оранки восени краще провести післязбиральне дискування або безплужний обробіток на глибину 20-22 см, навесні – луцення на 10-12 см з наступними культиваціями пару в міру проростання бур'янів.

При вирощуванні озимої пшениці після зайнятих парів, озимої пшениці, озимого ячменю та озимих бобово-злакових сумішок на корм після непарових попередників основна роль належить поверхневому обробітку ґрунту, при якому збереження післяжнивних решток на поверхні ґрунту не обов'язкове. Першочергове значення має створення сприятливих умов для росту і розвитку рослин з осені, які виконують ґрунтозахисну функцію в зимово-весняний період. Тому при застосуванні системи обробітку слід досягати якісної розробки посівного шару ґрунту, створення вирівняного насінневого ложа, поліпшення вологозабезпечення, відсутності бур'янів. Для поверхневого обробітку можна застосувати різні ґрунтообробні знаряддя – дискові та голчасті борони, лемішні луцильники, плоскорізи, котки, комбіновані агрегати. За один прохід окремих ґрунтообробних знарядь якісно підготувати ґрунт для сівби озимих культур практично неможливо. При післязбиральному обробітку дисковими знаряддями для вирівнювання насінневого ложа, підрізання сходів бур'янів необхідно проводити культивації, плоскорізи агрегатувати з голчастими боровами та котками.

Просапні культури. При розміщенні у сівозмінах просапних культур, особливо тих, що висіваються пізно (кукурудза, баштанні, широкорядне просо), слід брати до уваги, що площі, зорані з осені плугами з полицями, весною є своєрідними вогнищами дефляції. Тому під такі культури рекомендується орати на зяб плугами без полиць із залишенням стерні. До сівби стерня завдяки дворазовій культивації подрібнюється і не перешкоджає загортанню насіння просапних.

Певне значення в зменшенні руйнівної сили вітрів на площах, зайнятих просапними культурами, має післяпосівне коткування ґрунту кільчастими котками. Використання гладких котків не рекомендується.

Ярі зернові культури. Агротехніка вирощування цих культур має бути спрямована на швидке з'явлення сходів для вкриття ґрунту рослинами. Тому одразу після просихання зябу потрібно зробити боронування і культивацію.

Сіяти рекомендується перехресним або вузькорядним способами, при яких рослини рівномірно вкривають ґрунт і добре захищають його від видування.

Глибина загортання насіння колосових культур повинна бути не меншою 5-6 см. Після сівби рекомендується провести коткування кільчастими котками.

Під ярі зернові, які розміщують після стерньових попередників та соняшнику, замість лушення стерні та зяблевої оранки доцільний мілкий дво-, триразовий безплужний обробіток на глибину 12-14 і навіть 10-12 см (після соняшнику — одноразовий з попередніми дискуваннями).

Важливе значення має ґрунтозахисний обробіток під такі культури як соняшник, кукурудза та ін. Їх розміщують переважно після стерньових попередників, тому безплужний обробіток, забезпечуючи збереження стерні, запобігає дефляції (Захист ґрунтів..., 1986).

Багаторічні трави. Багаторічні трави мають велике значення в боротьбі з дефляцією. Міцна коренева система добре скріплює ґрунт, а надземні частини рослин та рослинні рештки перешкоджають руйнуючій силі вітрів.

Запроваджувати багаторічні трави треба не в польових, а в кормових сівозмінах та у вивідних полях, в першу чергу на крутих схилах і підвищених місцях, які найбільше потерпають від руйнуючої дії вітрів.

З багаторічних трав краще вирощувати бобові – люцерну, еспарцет, які мають не тільки протидефляційне, а й кормове значення, як цінні білкові культури.

Висівати трави краще весною по добре обробленому зябу, де до цього не було багаторічних бур'янів.

При сівбі трав з **покровними** культурами краще застосовувати ячмінь або просо з пониженою на 50 % нормою висіву.

Добрі наслідки в окремі роки (за наявності дощів у липні-серпні), дають літні посіви трав по чорному пару (Рекомендації..., 1967).

**Соняшник.** Дослідженнями встановлена ефективність ґрунтозахисного енергозберігаючого обробітку під соняшник. При заміні системи, яка включає одне-два лушення та оранку на 28-30 см, ранньовесняне боронування зябу та дві допосівні культивації, технологія з плоскорізними та безполицевими обробітками (на 10-12 і 20-22 см) та лише однією передпосівною культивацією запобігає дефляції, скорочуються затрати коштів, витрати паливно-мастильних матеріалів при однаковій або вищій врожайності.

Встановлено, що можна зменшувати глибину безплужного основного обробітку під соняшник на чорноземах до 12-14, 10-12 см.

**Зяблева оранка.** Правильна система осіннього обробітку ґрунту включає зяблеву оранку з попереднім лушенням стерні та чергування глибини оранки у сівозміні.

Найкращі результати дає оранка під **шар** на глибину 30-32 см, а під просапні культури на глибину 27-30 см.

В сівозміні глибоку оранку рекомендується проводити тільки два-три рази за ротацію, притому під такі культури, як кукурудза, коренеплоди, коноплі. В інших полях сівозміни – під озиму пшеницю по непарових попередниках, ярі колосові, однорічні трави – орють на 20-22 см.

Щорічна оранка у всіх полях сівозміни на однакову глибину – 25-27 см сприяє видуванню ґрунту вітрами, виникненню дефляції.

Зяблева оранка площ, виділених під чорні пари, повинна провадитись плугами без полиць, які забезпечують залишення стерні на поверхні ґрунту. Є дані, які показують, що наявність навіть 100-150 стернин на 1 м<sup>2</sup> добре захищає ґрунт від видування вітрами.

Безполицевий глибокий обробіток доцільно чергувати через рік з більш мілким обробітком на другий рік – на глибину 12-14 см.

Безполицевий обробіток зябу під чорні пари проводиться глибокорозпушувачем КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45). При обробітку таким

розпушувачем на поверхні ґрунту зберігається до 80 % стерні, ґрунт не розпилюється.

Слід відзначити, що розпушувач КПГ-250 (ГР-2,5-45, ГР-3,4-45) – знаряддя комбіноване і може бути використане як культиватор-плоскоріз для поверхневого обробітку ґрунту на глибину від 8 до 16 см. Для цього на раму замість двох розпушувальних лап ставлять одну плоскорізну із захватом 2,5 метра.

Для закриття вологи ранньою весною по зябу із залишеною стернею використовують дискові луцильники ЛД-10 або луцильники з плоскими дисками ЛД-15М, які залишають значну кількість стерні на поверхні.

Протягом літа чорні пари рекомендується обробляти на різну глибину, починаючи з 10-12 см весною і закінчуючи 7-8 см перед сівбою озимини.

При обробітку парів слід уникати дискових знарядь, застосовуючи лемішні культиватори або корпусні луцильники, а також культиватори-плоскорізи.

У зв'язку з тим, що до цього часу основним обробітком є зяблева оранка плугами без полиць, для зменшення видування ґрунту весною рекомендується утворювати смуги шляхом культивації зябу на глибину 10-12 см. Ширина цих смуг дорівнює одному захвату знарядь, розташовують смуги впоперек пануючих вітрів на відстані 5-10 м одна від одної.

На супіщаних ґрунтах весняний обробіток зябу в разі їх ущільнення провадять корпусними луцильниками, лемішними культиваторами або плоскорізами.

Із машинами і знаряддями для протидефляційного обробітку ґрунту більш докладно можна ознайомитись у розділі 4 даної роботи (викладена там інформація про машини і знаряддя стосується і сфери охорони ґрунтів від дефляції).

*До агрохімічних прийомів підвищення родючості дефльованих ґрунтів і захисту ґрунтів від дефляції належать:*

- збільшення внесення доз гною та інших органічних добрив залежно від ступеня дефльованості ґрунтів;
- застосування оптимальних норм мінеральних добрив з урахуванням ступеня дефльованості ґрунтів;
- внесення в дефльовані ґрунти мікродобрив;
- застосування бактеріальних препаратів;
- вапнування кислих дефльованих ґрунтів і гіпсування осолонцьованих дефльованих ґрунтів.

Застосування перелічених вище агрохімічних заходів має бути спрямовано на покращення вітростійкості ґрунтів (мова йде, перш за все, про збільшення грудкуватості та зв'язності ґрунту) та збільшення врожайності сільськогосподарських культур у дефляційно небезпечних регіонах, а також на відновлення родючості дефльованих ґрунтів. Основні особливості та вимоги до застосування агрохімічних заходів з охорони ґрунтів від дефляції є такими самими, як і у випадку застосування агрохімічних заходів з охорони ґрунтів від ерозії (див. розділ 4 даної роботи).

Підвищення грудкуватості та взагалі протидефляційної стійкості ґрунту досягається завдяки *агрофізичним прийомам* – обробітку ґрунтів полімерами-структуроутворювачами, латексами, внесенню в ґрунт інших препаратів, які підвищують протидефляційну стійкість ґрунтів. Збільшення грудкуватості та зв'язності ґрунтів, що має місце в результаті застосування вище зазначених препаратів, позитивно впливає на протидефляційну стійкість ґрунтів.

Спеціальні хімічні структуроутворюючі та плівкоутворюючі сполуки застосовують на землях, що охороняються від дефляції, у випадку, коли треба негайно збільшити вітростійкість ґрунту, який є розпиленим та слабо захищеним рослинністю і рослинними рештками.

Про особливості ґрунтозахисного застосування спеціальних хімічних структуроутворювальних та плівкоутворювальних сполук більш докладно



викладено у розділі 4 даної роботи (даний там матеріал в повній мірі підходить до охорони ґрунтів від дефляції).

Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур у дефляційно небезпечних регіонах представлено у додатку Д та в роботі (Захист ґрунтів..., 1986).

Додаткову інформацію про агротехнічні заходи з охорони ґрунтів від дефляції можна знайти в роботах (Довідник агронома, 1985; Долгілевіч, 1967; Дубинский, Бураков, 1985; Захаров, 1965; Методические рекомендации..., 1987; Определение податливости..., 1980; Почвы Украины..., 1988; Прогноз возможных потерь..., 1993; Рекомендації..., 2002; Смирнова, 1985).

Особливості охорони ґрунтів від дефляції у садах та виноградниках докладно наведено у роботі (Рекомендації..., 1967).

#### **5.4. Особливості застосування протиерозійних заходів у регіонах із сумісним проявом водної ерозії та дефляції**

В деяких регіонах України значна частина орних ґрунтів страждає одночасно від водної ерозії і дефляції. Тому для ефективного господарювання слід передбачати інтегровані заходи по захисту від водної ерозії і дефляції.

В загальному випадку, перевагу слід надавати саме захисту від водної ерозії, тому що водноерозійні процеси є більш небезпечними та відбуваються в одному напрямку (Предварительные требования..., 1988).

Але, на кожній конкретній ділянці можуть бути різні ґрунтозахисні пріоритети в залежності від ступеню прояву того чи іншого виду деградації. На ділянках, де має місце сумісний прояв водної ерозії та дефляції, відповідні ґрунтоохоронні заходи мають здійснюватись у такий спосіб: у випадку, коли ступінь дефляційної небезпеки значно перевищує ступінь водноерозійної небезпеки – пріоритет надається протидефляційним заходам і ґрунтоохоронні заходи планують та здійснюють згідно вимог до планування та проведення відповідних протидефляційних заходів; у випадку, коли ступінь водноерозійної

небезпеки перевищує ступінь дефляційної небезпеки – пріоритет надається водноерозійним заходам і ґрунтоохоронні заходи планують та здійснюють згідно вимог до планування та проведення відповідних протиерозійних заходів; у випадку, коли ступені дефляційної та водноерозійної небезпеки є рівними (або близькими) – пріоритет надається водноерозійним заходам і ґрунтоохоронні заходи планують та здійснюють згідно вимог до планування та проведення відповідних протиерозійних заходів.

Під час планування та проведення ґрунтоохоронних заходів на землях із сумісним інтенсивним проявом як водної ерозії, так і дефляції, слід знаходити оптимальні ґрунтозахисні заходи та поєднання цих заходів у відповідні системи, які забезпечать максимальне збереження ґрунту від обох деградаційних процесів.

## **6. ФОРМУВАННЯ ЕКОЛОГІЧНО СТІЙКИХ АГРОЛАНДШАФТІВ У ЕРОЗІЙНО НЕБЕЗПЕЧНИХ РЕГІОНАХ**

Вище було розглянуто окремі протиерозійні та протидефляційні заходи. Але найкращий ґрунтоохоронний (та, взагалі, природоохоронний) ефект досягається у випадку застосування не окремих протиерозійних (протидефляційних) заходів, а їх взаємопов'язаних та взаємоузгоджених комплексів. Саме шляхом створення і функціонування ефективних комплексів протиерозійних (протидефляційних) заходів і досягається забезпечення екологічної стійкості агроландшафтів у ерозійно небезпечних регіонах. В природних і господарських умовах України комплекси протиерозійних (протидефляційних) заходів найповнішим і найефективнішим чином були реалізовані в рамках таких підходів: ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території (Захист ґрунтів..., 1986; Тарарико, 1990; Швєбс, 1985; Шелякин и др., 1990) та ґрунтозахисно-меліоративного облаштування агроландшафтів за концепцією ННЦ ІГА (Бураков, 1997; Предварительные требования..., 1988). Крім того, окремо для степової зони України було розроблено і частково впроваджено комплекс заходів із захисту ґрунтів від ерозії в еколого-ландшафтних системах у степовій зоні в рамках формування ґрунтоводоохоронних агроландшафтів за концепцією Луганського інституту АПВ (Белоліпський, 2006; Джос и др., 2000).

### **6.1. Основні принципи ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території**

Ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території розроблена з метою подолання негативних наслідків ведення сільськогосподарської діяльності при високій потенційній небезпеці земель і призначена для системного вирішення проблеми захисту ґрунтів від

ерозії і деградації, підвищення продуктивності агроєкосистем, а також охорони природного середовища.

Основні принципи і ланки цієї системи землеробства складаються з:

- диференційованого використання орних земель з урахуванням ґрунтово-ландшафтних факторів. Це положення реалізується шляхом розподілу орних земель на „підсистеми ерозійної геосистеми” (Швебс, 1981, 1985) або еколого-технологічні групи (Захист ґрунтів..., 1986; Тарарико, 1990; Тарарико, Вергунов, 1999);

- застосування адаптованої до ґрунтово-ландшафтних факторів структури посівних площ і сівозмін;

- заміни традиційної технології обробітку ґрунту, яка базується на оранці, на ґрунтозахисні технології, адаптовані до кожної еколого-технологічної групи земель і зональних особливостей;

- виведення із складу ріллі середньо- та сильноеродованих земель під консервацію з подальшим залуженням або залісненням;

- застосування технологій досягнення бездефіцитного балансу гумусу і основних біогенних елементів;

- впровадження контурної організації території, включаючи орні землі, багаторічні насадження та природні кормові угіддя смугової структури ландшафту;

- проектування і застосування протиерозійних заходів постійної дії (водорегулюючих валів і терас різних типів, лісосмуг, буферних смуг із багаторічних трав, залужованих водотоків), а також використання існуючих елементів польової гідрографічної мережі для зарегулювання і накопичення вологи на схилових ділянках та безпечного відводу надлишку талих і дощових вод в гідрографічну мережу.

Контурно-смугова система землекористування передбачає систему взаємопов'язаних протиерозійних заходів щодо зарегулювання поверхневого стоку талих і дощових вод або безпечного відведення його надлишку в гідрографічну мережу з урахуванням рельєфу місцевості і особливостей

ландшафту на суміжних територіях. Система протиерозійних заходів проектується і здійснюється на всій водозбірній площі від плато водозбору (вододілу) до днища балок чи заплав річок, забезпечуючи, поряд із зарегулюванням поверхневого стоку, безпечне скидання у польову гідрографічну мережу надлишку талих і дощових (особливо зливових) вод. В зоні сумісної дії водної ерозії і дефляції ця система землеробства передбачає захист ґрунтів від обох деградаційних процесів.

*Диференційоване використання орних земель.* Диференціація використання орних земель реалізується шляхом їх поділу на типи, що характеризуються спільністю ґрунтово-мікрокліматичних умов і певним характером й інтенсивністю прояву ерозійних процесів, але у різних варіантах ґрунтозахисної системи контурно-меліоративного землеробства ця диференціація виконується за різними принципами.

В основі диференціації орних земель, розробленої в Одеському державному (пізніше – національному) університеті ім. І.І. Мечникова лежить поняття ерозійної геосистеми (Швебс, 1981, 1985; Светличный и др., 2004) – цілісної множини природних і антропогенних компонентів ландшафту, що виділяється на основі однотипності і односпрямованості функціонування водно-наносного потоку. В межах ерозійної геосистеми (ЕГС) виділяються чотири підсистеми, для кожної з яких притаманний певний тип оптимізації землекористування:

I (плакорна, привододільна) підсистема об'єднує частини ЕГС, які не піддаються інтенсивній ерозії і культурний ґрунтоутворюючий процес в яких в значній мірі компенсує ерозійне руйнування ґрунту. Включає землі вододільних плато і верхніх частин привододільних схилів з незмитими і, частково, слабозмитими ґрунтами. Підсистема підлягає оптимізації за принципом „мінімум складності, мінімум біомаси при максимумі продукції”;

II (схилова) підсистема об'єднує частини ЕГС, де поверхневий змив ґрунту призводить до негативної трансформації ландшафту. Основний прояв цієї трансформації – зменшення гумусового горизонту ґрунту і його родючості.

Включає землі схилів із слабо- і середньозмитими ґрунтами. Підсистема підлягає оптимізації за принципом „максимум ефективності при забезпеченні неперевикнення допустимого змиву ґрунту” (для слабозмитих ґрунтів) або „оптимального ґрунтовідновлення” (для середньозмитих ґрунтів);

III (прибалочна) підсистема – деградовані ділянки ЕГС з повністю змитим гумусовим горизонтом, „гофровані” струменевою ерозією. За розташуванням в рельєфі підсистема поділяється на два рівні: перший знаходиться на підступах до таких парагенетичних ландшафтних комплексів, як яри і балки, другий – охоплює їх верхів'я; ґрунти – середньо- і сильнозмиті. Принцип оптимізації „максимум складності і максимум біомаси” з метою повного запобігання ерозійного руйнування ґрунтів;

IV підсистема (гідрографічної мережі) охоплює долини (перш за все заплави і русла) стародавньої гідрографічної мережі. Оптимізація здійснюється на основі принципу забезпечення стійкості до розмиву ґрунту концентрованими водними потоками.

Межі підсистем ерозійної геосистеми у конкретних умовах уточнюються на основі розрахунків з використанням моделі раціонального використання ґрунтових ресурсів ерозійно-небезпечних земель і логіко-математичної моделі змиву-акумуляції (Швебс, 1981; Каштанов и др., 1994; Светличный и др., 2004; Світличний, Чорний, 2007).

У варіантах ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства, розробленої установами Української академії аграрних наук диференційоване використання земель реалізується шляхом розподілу орних земель на чотири (Захист ґрунтів..., 1986; Шелякин и др., 1990) або три еколого-технологічні групи (ЕТГ) [Тарарико, 1990; Тарарико, Вергунов, 1999].

До I ЕТГ відносяться землі з повнопрофільними і слабонеродованими ґрунтами, розташованими на рівнинах і схилах до 3 градусів. Характер рельєфу і стан ґрунтового покриву на цих землях дозволяє вирощувати всі культури, включаючи і просапні (цукровий буряк, соняшник, кукурудзу).

В сівозмінах I ЕТГ розміщують інтенсивні сівозміни при необхідності з максимальним екологічно допустимим насиченням просапними культурами. Вирощування всіх культур в сівозмінах передбачається здійснювати по ґрунтозахисним технологіям за бездефіцитного або позитивного балансу гумусу, азоту, фосфору і калію в сівозміні.

До II ЕТГ відносяться землі, розміщені на схилах 3-7 градусів, із слабо- і середньозмитими ґрунтами. Тут запроваджуються ґрунтозахисні зерно-трав'яні і трав'яно-зернові сівозміни, що мають високу ґрунтозахисну здатність. Розміщення парів і просапних культур на землях II ЕТГ забороняється. Відтворення родючості та підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів досягається за рахунок насичення сівозмін багаторічними травами (до 50 і більше відсотків), запровадження ґрунтозахисних технологій обробітку ґрунту та застосування підтримуючих доз добрив.

До земель III ЕТГ відносяться схили крутизною понад 7 градусів, з середньо- та сильноеродованими ґрунтами, площі з слабоеродованими ґрунтами на елювії твердих та піщаних порід, а також із слабоеродованими, але низькопродуктивними ґрунтами. Їх виводять з обробітку і зі складу орних земель, під консервацію з подальшим залуженням (включаючи і природне) або залісненням.

*Контурно-смугова організація території.* Найбільш ефективно забезпечення захисту земель від водної ерозії і дефляції досягається при введенні і дотриманні контурно-смугової організації території землекористувань. Контурно-смугова організація території реалізується в межах землекористування з урахуванням організації території прилеглих землекористувань, які мають суміжні єдині водозбірні площі в басейні малих річок, балок і малих водозборів і максимально враховує наявні існуючі рубежі, які суттєво впливають на перерозподіл поверхневого стоку талих і зливових вод на водозбірних площах.

Основою її є диференційоване розмежування земельних угідь в залежності від ґрунтово-ландшафтних умов і способів їх використання.

Диференціація або групування земель по типу використання проводиться в залежності від величини водозбірної площі, крутизни і довжини схилів і є базисною основою контурної організації території. Відповідно виділених еколого-технологічних груп земель розміщуються масиви і поля сівозмін, ділянки постійного залуження або заліснення, площі під багаторічні насадження і природні кормові угіддя.

Лінійні рубежі контурно-смугової організації території розміщуються по межах ЕТГ впоперек схилів у напрямку, наближеному до горизонталей місцевості. Контурні рубежі фіксуються на місцевості різними заходами постійного упорядкування території (валами різних типів, лісосмугами, буферними смугами із багаторічних трав). При цьому враховується існуюча гідрографічна мережа, яка виконує функції водотоків по безпечному скиданню надлишку талих і зливових вод (залужені улоговини, днища балок, річки, ставки, водоймища, озера).

Контурно-смугова організація території є одним з найважливіших протиерозійних заходів постійної дії, яка дозволяє зменшити інтенсивність ерозійних процесів до безпечного рівня, здійснювати всі технологічні операції поперек схилу або по контуру, виділяти частину угідь під природні угіддя, що покращує структуру і природоохоронну спрямованість агроландшафтів.

*Структура посівних площ і сівозміни.* Всі сівозміни в контурно-меліоративній системі землеробства базуються на принципах підвищення ґрунтозахисної їх ефективності, що реалізується через оптимальний набір і чергування сільськогосподарських культур з урахуванням їх протиерозійної здатності, розміщення по оптимальних попередниках, додержання допустимих періодів повернення культур на попереднє місце вирощування з метою підтримання оптимального фітосанітарного стану ґрунту. Загальним принципом формування системи сівозмін з забезпеченням високої продуктивності всіх культур є спроможність їх попереджувати ерозійні процеси, ефективно використовувати вологу, відновлювати родючість ґрунту, зокрема підтримувати бездефіцитний баланс гумусу та забезпечувати



оптимальні його водно-фізичні властивості при відносно невисоких витратах хіміко-техногенних ресурсів.

На землях I ЕТГ розміщуються інтенсивні сівозміни, насичені, при необхідності, такими просапними культурами, як цукровий буряк, соняшник, кукурудза. Таким чином інтенсивне землеробство локалізується в агроландшафтах на повнопрофільних і слабозмитих високородючих ґрунтах плато і схилових ділянках до 3 градусів, першої ЕТГ. В цих сівозмінах з найменшим екологічним ризиком допускається застосування засобів хімізації, високих доз органічних і мінеральних добрив.

На землях II ЕТГ із слабо- і середньеродованими ґрунтами використовуються зерно-трав'яні сівозміни з насиченням багаторічними травами, в залежності від складності рельєфу, до 40-60% та культурами суцільного висіву – однорічними травами, зерновими колосовими. Землеробство на цих землях базується на біологічних принципах з невисокими дозами добрив і засобів захисту рослин, а відтворення родючості ґрунту досягається за рахунок посівів багаторічних трав, сидеральних та післяжнивних культур, рослинних решток, в т.ч. соломи, як органічного добрива.

На землях III ЕТГ сільськогосподарська діяльність зводиться до мінімуму, шляхом їх консервації з подальшим залуженням або залісненням.

*Протиерозійні ґрунтозахисні технології вирощування різних культур.* Ґрунтозахисні технології повинні забезпечувати підвищення протиерозійної стійкості поверхні ґрунту, накопичення і збереження вологи, боротьбу з бур'янами, захист від шкідливої дії води і вітру на протязі всього року. Для реалізації цих положень використовуються зональні ґрунтозахисні технології вирощування різних культур. Без застосування таких технологій на еродованих (дефльованих) і ерозійно (дефляційно) небезпечних землях всі інші елементи системи землекористування будуть малоефективними.

На схилових землях всі види обробітку ґрунту, сівби чи посадки необхідно проводити лише поперек схилу, а при складному рельєфу по контуру, як це визначається розміщенням контурних меж полів, кварталів садів,

робочих ділянок, лісопосадок, що дає можливість на 30-40% зменшити стік талих і дощових вод, змив ґрунту, втрати поживних речовин, підвищити накопичення продуктивної вологи в ґрунті, захистити річки та ставки в агроландшафтах від замулення.

Ґрунтозахисні технології обробітку ґрунту передбачають застосування протиерозійної техніки і знарядь, які забезпечують попередження переущільнення ґрунту, руйнування і розпилення ґрунтових агрегатів, а також сприяють накопиченню на поверхні поля рослинних решток, поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту, що забезпечує підвищення його протиерозійної стійкості та водопроникливості, накопичення вологи, поліпшення водно-повітряного режиму та підвищення продуктивності культур, що вирощуються.

Для підвищення ґрунтозахисної ефективності агрофонів сівба здійснюється поперек схилу або контурно, що забезпечує зменшення швидкості стоку талих і дощових вод і сприяє збільшенню поглинання вологи ґрунтом та зменшенню його змиву.

Основний обробіток на терасованих полях проводять полицевими і безполицевими знаряддями, виходячи з доцільності їх застосування. При цьому безполицевий і поверхневий обробіток майже не руйнують вали. Полицева оранка в більший мірі руйнує вал, якщо вона проводиться під кутом до нього. При оранці всклад по гребню, навпаки, висота валу збільшується, що дозволяє з її допомогою підтримувати поперечний розріз і висоту валу, очищати виїмки від продуктів наміву. Тому полиневу оранку всклад доцільно проводити один раз в 2-3 роки як профілактичний захід.

На схилах, де переважає водна ерозія, ліпше застосовувати гладку оранку, за якої на полі не залишається ні звальних гребенів, ні роз'ємних борозен. Для такої оранки використовують оборотні плуги з двома секціями корпусів, які відвалюють скибу праворуч і ліворуч. Відсутність гребенів і борозен при гладкій оранці обумовлює рівномірний розподіл води на поверхні поля.

Із прийомів основного обробітку ґрунту вимогам контурно-меліоративного землеробства найбільш повно відповідає консервуючий, який проводять чизелями за технологією вузькосмугового розпушення на глибину від 8 до 32 см через кожні 45-50 см. Таке чизелювання забезпечує повне регулювання стоку талих вод (до 200-350 м<sup>3</sup>/га) і повністю запобігає змиву ґрунту на схилах до 5°.

На схилах 2° вплив контурності на стокорегулюючу ефективність безполицевого обробітку втрачається внаслідок вирівняності поверхні. До переваг чизельного обробітку в контурному землеробстві належить і те, що завдяки вузьким робочим органам та їх коротким горизонтальним лезам, чизель на відміну від плуга і плоскоріза, практично не потребує додаткових зусиль на роботу по контуру. Не погіршується якість кришення скиби і не відмічається буксування коліс при агрегуванні чизелів типу „Консертил” з трактором К-701 навіть при загині горизонталей з радіусом криволінійності 40 м.

При застосуванні чизельного обробітку можна використовувати човниковий спосіб руху і не розбивати поля на загінки.

При використанні чизельних знарядь на полі, витримується задана глибина розпушення і однакова ступінь кришення скиби незалежно від напрямку руху агрегату.

Сівбу сільськогосподарських культур на терасованих полях проводять на кожній ділянці між валами. Починають сівбу від гребеня, при цьому одне колесо рухається по гребеню або близько від нього, а друге – по укусу.

Застосування технології вирощування сільськогосподарських культур по контурах підвищує водозатримуючу місткість системи борозен і валиків, що створюються при обробітку і сівбі порівняно з прямолінійними технологіями впоперек основного схилу. Завдяки цьому тут в 3-5 разів зменшується швидкість руху води вздовж борозен і на стільки ж довше вона вбирається ґрунтом.

Водорегулююча дія контурних посівів просапних культур незначна весною після боронування і різко зростає після міжрядного обробітку.

Контурний обробіток в пару забезпечує додаткове нагромадження вологи від 120 до 250 м<sup>3</sup>/га на рік і дає змогу суттєво захистити ґрунт від змиву. Він особливо ефективний при поєднанні його з мульчуванням. Контурна агротехніка, як захід підвищення протиерозійної та агротехнічної ефективності окремих прийомів (обробіток, сівба) має практичне значення в полях, де радіус злому контуру менше 320 м.

При більшому спрямленні горизонталей, обробіток і сівба відрізняються мало від поперечного і практично не впливають на підвищення вологозабезпеченості і врожаю вирощуваних культур.

Відносно технічних засобів застосування технології вирощування сільськогосподарських культур, треба сказати, що при контурному нарізуванні полів найбільш ускладнюється догляд за посівами і збирання просапних культур. Якість робіт, наприклад, при вирощуванні кукурудзи достатня тільки, коли радіус кривизни горизонталей перевищує: на сівбі 60 м, при догляді за посівами 90 м, на збиранні врожаю 90-120 м. При використанні причіпних машин, на гонах із зворотом контуру усередину і при збільшенні крутизни схилу радіус повороту значно збільшується.

У першій еколого-технологічній групі земель контурне розміщення полів найбільш технологічне з паралельними границями і радіусом звороту їх не менше 120 м. При більш крутих зломах границь вирощування по контуру просапних культур з використанням серійних машин обумовлює великі втрати врожаю, а при проведенні сівби впоперек схилів зводить нанівець протиерозійні переваги КМЗ.

*Смугове розміщення агрофонів* – це розміщення в полях сівозмін та в міжряддях садів різних культур з низькою спроможністю до захисту ґрунтів з чергуванням їх із культурами високої захисної здатності. Смугове розміщення посівів і посадок застосовується з метою забезпечення захисту ґрунтів від водної ерозії та дефляції. Застосовується воно в полях сівозмін на схилах протяжністю понад 150-200 м і крутизною більше 2° впоперек схилу або

контурно. Протидефляційні смуги розміщуються перпендикулярно до пануючих вітрів.

Смуги підрозділяються на:

а) протиерозійні (проти водної ерозії), які розміщуються перпендикулярно основному напрямку переміщення по схилу рідкого стоку або з допустимим відхиленням від напрямку горизонталей;

б) протидефляційні (противітрові), які розміщуються перпендикулярно або з відхиленням до 30-35° до напрямку пануючих вітрів, що викликають пилові бурі. При сумісній дії водної ерозії та дефляції проводиться контурно-смугове розміщення посівів і посадок з залуженням улоговин.

*Смугове розміщення посівів і посадок проводиться в двох модифікаціях:*

- смуги однорічних трав або кормових культур чергуються із смугами багаторічних трав;

- смуги із густопокривних культур чергуються з ерозійно нестійкими агрофонами або з посівами культур, які слабо захищають ґрунт від ерозії.

Ширина смуг коригується з урахуванням крутизни схилу, агрофону, типу ґрунту і кратності проходу посівних агрегатів. На схилах до 3° ширина смуг в розрізі агрофонів складає при чергуванні багаторічних трав з просапними не більше 60-70 м, яровими зерновими не більше 60-70 м, озимими зерновими не більше 140-150 м. При чергуванні озимих і ярих зернових колосових культур з просапними, ширина смуг, як правило, не повинна перевищувати 60-70 м.

*Буферні смуги в полях сівозмін та кварталах садів* створюються шляхом постійного залуження багаторічними травами вузьких смуг, розташованих контурно вздовж напрямку горизонталей. Між буферними смугами розміщують основну культуру, яка передбачена в сівозміні на даному полі (кварталах садів). Такий прийом дозволяє суттєво знизити швидкість потоку води і частково затримати твердий стік, що зменшує втрати дрібнозему від ерозії та попереджує його надходження в гідрографічну мережу. Ґрунтозахисна роль буферних смуг, створених із багаторічних трав, є ефективною лише тоді, коли вони

поєднуються з іншими заходами із захисту ґрунтів, такими як протиерозійний обробіток з мульчуванням поверхні пожнивними рештками та щілюванням.

Ширина буферних смуг на схилах до 3° з суглинковими ґрунтами повинна бути не меншою 11-12 м, а на супіщаних ґрунтах – 14-16 м. Їх ширина може коригуватись шириною захвату (від 1-2 до 3-4-х проходів) посівного агрегату. Не можна проводити будь-які роботи на буферних смугах, окрім знищення бур'янів, а також необхідно слідкувати, щоб не завдати шкоди корисним ентомофагам та птахам.

Розміщення буферних смуг може змінюватись на схилах, але відсоток вкритої ними площі схилу має бути постійним (5-10 %). У розрахунках протиерозійного ефекту буферних смуг виходять з того, що 1 % площі схилу вкритої смугами з багаторічних трав оберігає 10 % площі, яка знаходиться під основною культурою.

*Захисна роль рослинності.* Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства передбачає максимальне використання захисної ролі рослинності на протязі всього календарного року:

- в сівозмінах, в залежності від природних умов (рельєфу місцевості, кількості і характеру опадів, напрямку і швидкості вітрів), що сприяють розвитку ерозійних процесів, передбачається оптимізація насичення сівозмін культурами з високою протиерозійною стійкістю, з вилученням на ерозійно небезпечних ділянках (з ухилом понад 3°) просапних культур і парів;

- на парових площах, в залежності від зональних природно-кліматичних умов, використовуються сидеральні пари замість чорних;

- на чорних парах застосовуються буферні смуги із багаторічних трав і куліси із високостеблових культур;

- в періоди року без рослинності, після збирання врожаю до сівби і розвитку наступної культури, застосовуються пожнивні, післяукісні і проміжні посіви, що забезпечує підвищення ґрунтозахисної ефективності агрофонів;

- залишення на поверхні полів стерні і рослинних решток, що значно підвищує протиерозійну здатність поверхні ґрунту.

*Захисна роль рослинних решток.* На орних землях, залишення на поверхні поля рослинних решток є ефективним заходом захисту ґрунтів від ерозії в осінньо-весняний період.

Рослинні рештки захищають поверхню ґрунту від водної ерозії під час сніготанення та під час зимових пилових бур. При випаданні дощів вони амортизують кінетичну енергію крапель і відокремлення частинок ґрунту. Наявність рослинних решток запобігає замулюванню ґрунтових капілярів, в наслідок чого зберігається на належному рівні водопроникливість ґрунту, зменшується поверхневий стік. Створені із рослинних решток невеликі перепони для поверхневого стоку сприяють зменшенню швидкості води і втрат ґрунтових часток.

У період вегетації рослин збережені рештки попередника сприяють зменшенню втрат вологи на фізичне випаровування, а зимою затримують додаткову кількість снігу, що в цілому забезпечує покращення водного режиму ґрунту. Крім того, взимку рослинні рештки зменшують глибину промерзання ґрунту, а влітку оберігають від високих температур і не продуктивних втрат вологи.

Використання захисної ролі рослинних решток в системі заходів по захисту ґрунтів від водної ерозії та дефляції дає можливість забезпечувати зниження ерозійних процесів до допустимих параметрів на протязі всього року. Для максимального збереження рослинних решток, бажано проводити скорочення механічного обробітку ґрунту і виключити технологічні операції, без яких можливо обійтися. Необхідно прагнути до того, щоб після сівби, поверхня поля була покрита рослинними рештками не менше ніж на 30 %. Контроль і ефективне управління рослинними рештками є ключовим моментом для зменшення ерозії ґрунтів у осінньо-весняний період.

*Залуження поворотних смуг по краях полів.* Дуже часто, на складних, наприклад, поперечно-опуклих схилах, які обмежуються сусідніми елементами гідрографічної мережі, при поперечному або контурному обробітку таких схилів на краях полів утворюються розворотні смуги, розміщенні від вододілу

схилу до його основи. Їх доводиться, після обробітку основної частини поля, обробляти вздовж схилу для усунення огріхів у обробітку, а це призводить до прискорення швидкості водних потоків та підсилення ерозійних процесів з можливим утворенням промоїн і, навіть, ярів. Для запобігання дії ерозійних процесів на краях полів, їх необхідно залуговувати (див. розділ 4).

*Залуговування середньо- та сильноеродованих (деградованих) і дефляційно небезпечних земель.* Для залуговування угідь на схилових землях, які відводяться під консервацію в Лісостепу і Поліссі, із злакових компонентів використовують стоколос безостий, кострицю лучну, райграс високий, в зоні Степу пирій безкореневищний та найбільш посухостійкі – стоколос прямий, пирій сизий, житняк вузьколистий. Із бобових для залуговування схилів використовують еспарцет піщаний і люцерну синьогібридну, а в південних районах – люцерну жовту і жовтогібридну, на засолених ґрунтах – буркун білий та жовтий. В Степовий зоні потрібно диференційовано підходити до підбору і розміщення трав на різних схилах в залежності від крутизни і експозицій.

*Польова гідрографічна мережа* – це система природних та штучно створених заходів в полях сівозмін, по безпечному відведенню, скиданню та утриманню стоку талих і дощових вод. Польова гідрографічна мережа передбачає проектування і створення на орних землях, на масивах багаторічних насаджень та кормових угідь, водорегулюючих земляних валів різних типів, системи полезахисних лісових смуг та інших захисних лісових насаджень, комплексу гідротехнічних протиерозійних споруд, включаючи залужені улоговини, струмки по днищах балок, річки та інші природні водні джерела, що є складовими гідрографічної мережі.

Протиерозійні гідротехнічні споруди у вигляді різних типів земельних валів надійно закріплюють у просторі границі земель (технологічних груп) з різною інтенсивністю використання. Вони є границею між польовими і ґрунтозахисними сівозмінами, спрямовуючим напрямком при виконанні окремих технологічних операцій по контуру. Це так звані рубежі першого порядку.



Вони регулюють стік талої і зливової води, попереджують змив ґрунту, забезпечують додаткове накопичення і збереження вологи, безпечний відвід незатриманої агротехнічними заходами частини стокової води зі всієї водозбірної площі першої технологічної групи земель на залужені водостоки. Вони виконують і меліоративну роль шляхом вирівнювання мікрорельєфу у поперечному та повздовжньому напрямках при будівництві і виположуванні полів-смуг між валами у процесі їх експлуатації.

До числа рубежів першого порядку можна віднести також вали, суміщені з технологічними дорогами.

Якщо на довгих схилах в межах технологічних груп земель, швидкість стікання води в середині полів сівозміни перевищує допустимі межі, проектується рубежі другого порядку. Перевага надається наораним оброблюваним валам.

На землях другої технологічної групи при необхідності можуть проектуватись більш складні земляні споруди.

На землях третьої технологічної групи крім водозатримуючих і водоспрямуючих валів, для припинення розмиву земель широко використовують водоскидні та донні споруди.

Контурно-меліоративна система землеробства передбачає також засипку і виположування ярів, терасування крутосхилів, будівництво протиерозійних ставків, відновлення природних і створення штучних водостоків.

Для захисту ґрунту від ерозії на ріллі застосовують гідротехнічні протиерозійні споруди: вали-тераси, вали-дороги і мікролимани, а також водорегулюючі лісові смуги, підсилені канавами і валами.

Перераховані споруди облаштовують на ріллі, коли агротехнічні заходи не в повній мірі забезпечують надійний захист від ерозії, а також на схилах, гідрографічна мережа яких сильно пошкоджена ярами, на ділянках земель з невеликою крутизною, але в значній мірі порізаних крупними промоїнами і мілкими ярами.

Гідротехнічні споруди на ріллі розділяють довгі схили з великими природними водозборами на ряд коротких відрізків з малими водозборами; вони максимально затримують стікаючу воду, а при необхідності, її залишки можуть безпечно відводитись на дно гідрографічної мережі. Ці споруди забезпечують регулювання стоку як талих, так і зливових вод.

Будівництво земляних гідротехнічних споруд на ріллі здійснюється за рахунок часткового переміщення родючого шару ґрунту із виїмки в основу вала-тераси, що призводить до утворення деякої неоднорідності ґрунту за родючістю на площі до 8-10 %.

Терасування схилів, шляхом спорудження наораних валів на ріллі, призводить до формування просторово неоднорідних за родючістю ділянок поля, із зміненими агрохімічними і водно-фізичними властивостями ґрунту.

Так, вміст гумусу, як найбільш стабільний показник ґрунтової родючості, в орному шарі ставкової зони і виїмки зі сторони сухого відкосу зменшується в порівнянні з контрольними ділянками (між валами) на 12,1-16,8%, а на терасі (за рахунок переміщення біогенних ґрунтових горизонтів) – навпаки, збільшується в 1,2 рази.

Подібну різницю виявлено і для більш лабільних показників родючості ґрунту, таких як наявність легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору і обмінного калію.

Суттєві відміни у спрямованості стоково-ерозійних процесів на терасованих полях обумовлюють також нестабільність і напруженість водного режиму ґрунту.

Формування вологозапасів по елементах схилу відрізняється нерівномірністю. У вологі роки в ставковій смузі відмічається застій талої і дощової води, що веде до нерівномірного дозрівання ріллі, затримки проведення весняно-польових робіт, вимокання озимини.

Просторова неоднорідність за родючістю, напруженість стоково-ерозійних процесів, нестабільність водного режиму ґрунту і погіршення якісних показників роботи машин і знарядь, обумовили різкі коливання продуктивності

культур по елементах терасованого схилу. Порівняно з міжтерасними ділянками, урожайність зерна озимої пшениці по трасі наораного валу знижувалась на 5,5-46,7 %, ярого ячменю – на 11,4-15,1 %, кукурудзи на силос – на 11,5 %, зеленої маси люцерни – на 10,6-43,6 %. В залежності від технологічних схем формування параметрів гідроспоруд і відстані між ними, останні можуть займати площу поля рівну 10-50 %, що в значній мірі може негативно впливати на рівень урожайності сільськогосподарських культур.

*Лісомеліоративні насадження* відносяться до протиерозійних заходів постійної дії з тривалим строком окупності, які послаблюють силу вітрів і покращують мікроклімат полів, сприяють снігозатриманню і перешкоджають здуванню снігу у гідрографічну мережу, затримують і регулюють стік талих і зливових вод, покращують гідрологічний режим території, захищають ґрунти від змиву і розмиву та дефляції, створюють стійкі агроландшафти. Комплекс протиерозійних лісових насаджень утворюють вітроломні та водорегулюючі позахисні лісові смуги, розташовані з урахуванням рельєфу місцевості та основного напрямку пануючих вітрів; прибалкові, приружні та прибережні лісові смуги; суцільні та куртинні лісові насадження на сильноеродованих, сильнодегерованих та інших непридатних для сільськогосподарського виробництва землях.

Враховуючи необхідність створення лісосмуг одночасно високої позахисної й водорегулюючої дії (поряд з посиленою гідротехнікою), їх роблять ажурної конструкції в нижній частині схилу і продувної або ажурно-продувної в середній.

Цим вимогам задовольняють 4-5 рядні лісові смуги. На схилах більше 4° кількість рядів може бути збільшено без зміни загальної ширини за рахунок звуження міжрядь до 1,5-2,0 м.

В умовах контурно-смугової організації території, лісові смуги розміщують в комплексі з водозатримуючими валами і водопоглинаючими канавами. Це сприяє взаємному підсиленню водорегулюючої ролі цих елементів протиерозійної системи.

В системі заходів по захисту ґрунтів від ерозії комплекс лісомеліоративних насаджень займає чільне місце по екологічнобезпечному формуванню території водозбірних басейнів агроландшафтів та захисту ґрунтового покриву від змиву, розмиву і видування. Місце розміщення лісомеліоративних насаджень визначається проектами землеустрою з контурно-меліоративною організацією території.

Створення системи захисних лісових насаджень завжди позитивно впливає на структуру агроландшафту та його екологічний стан. На залісених територіях створюються кращі умови для життєдіяльності дикої флори і фауни та безпечного проживання диких птахів і тварин.

*Забезпечення фільтрації стоків талих і дощових вод для запобігання замулення і забруднення річок і водойм.* Для забезпечення фільтрації стоків і затримання твердих їх часток та звільнення від забруднюючих речовин, на прибережних водоохоронних земельних ділянках створюються кольматуючі лісові смуги або смуги із посівів багаторічних трав. Прибережні захисні смуги встановлюються по обидва береги річок та навколо водойм уздовж урізу води (у меженний період) шириною:

- для малих річок, струмків і потічок, а також ставків площею менше 3 гектарів – 25 метрів;
- для середніх річок, водойм, а також ставків площею понад 3 гектари – 50 метрів;
- для великих річок, водосховищ на них та озер – 100 метрів.

Якщо крутизна схилів перевищує 3 градуси, мінімальна ширина прибережної захисної смуги подвоюється.

Правовий режим використання земель прибережних захисних смуг визначений у Водному і Земельному кодексах України.

*Сприяння життєдіяльності дикої фауни.* Система заходів по захисту ґрунтів від водної ерозії грає позитивну роль у сприянні життєдіяльності дикої фауни. Полезахисні, прияружні, прибалкові та прибережні лісові смуги, суцільні і куртинні лісові насадження є місцями проживання, перебування,

гніздування і розмноження диких птахів і тварин. Введення у лісонасадження ягідних і плодових насаджень доповнюють їх кормову базу.

**Підходи до реалізації ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства.** На сьогодні запроєктовані, реалізовані та відпрацьовані у виробництві різні моделі ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства. Найважливішим фактором, який визначає вибір базової моделі для тих чи інших ґрунтово-кліматичних умов, є кількість опадів у твердому вигляді, тривалість і інтенсивність сніготанення. Інший фактор, який визначає лісомеліоративну складову організації території, пов'язаний з роллю дефляції в загальному ерозійному процесі. Зокрема, розташування лінійних рубежів і супутніх їм елементів залежить від особливостей агроландшафту і може бути обране з трьох основних варіантів: за горизонталями, за контурно-прямолінійним та контурно-паралельним розміщенням.

Головні якісні відмінності між лінійними рубежами полягають у різній ширині смугових структур ріллі на схилах, густоті і типі контурної мережі стокорегулювальних рубежів постійної дії по їх межах і всередині полів. В одних випадках це – система контурно-паралельних валів-каналів через 50 м (Захист ґрунтів..., 1986; Зубов, 2001), в інших – лісосмуги різної конструкції через 100-200 м і споруджені у середині полів гребеневі тераси (Щербаков и др., 1990). До того ж модель Інституту захисту ґрунтів від ерозії УААН враховує екстремальні умови прояву не тільки водної ерозії, але й дефляції (Зубов, 2001).

Лісосмуги, що сполучені з рубежами першого порядку, можуть виконувати такі функції:

- протиерозійну ;
- протиерозійну з частковим вологонакопиченням (зокрема, снігозатриманням);
- протиерозійну і протидефляційну;
- переважно протидефляційну.

Для посилення лісомеліоративного ефекту в Лісостепу і Північному Степу використовують одно-трирядні деревно-чагарникові смуги, розташовані через 10-15 висот або 200-250 м (за підходами Національного наукового центру „Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського”). У дефляційно небезпечних районах, при існуванні значної небезпеки вітрового руйнування ґрунтів на положистих схилах, перевага може бути віддана не контурному розташуванню лісосмуг, а розташуванню їх перпендикулярно до напрямку вітру.

Найбільш визнаною в Україні є модель контурно-меліоративного землеробства, науково-практичне обґрунтування якої було виконано Інститутом землеробства УААН (Тарарико, 1990). Вона передбачає диференційоване використання сільськогосподарських угідь залежно від крутизни схилів та стану еродованості ґрунтів, виділення та закріплення за цими ознаками в природі трьох еколого-технологічних груп земель (див. вище).

Зв'язок у системі еколого-технологічних груп земель здійснюється на основі добре зафіксованих контурних рубежів між групами земель, найчастіше за допомогою вологорегулювальних валів і лісосмуг. Виконуючи свою основну функцію безпечного відведення, не затриманої всередині полів агротехнічними заходами частки стікаючої води в залужені водостоки, вони є також напрямними лініями для контурного виконання окремих технологічних операцій, перш за все основного обробітку і сівби сільськогосподарських культур.

У різних варіантах контурно-меліоративного землеробства, для кожного агроландшафтного контуру потрібна безперервна корекція технологій вирощування сільськогосподарських культур. Справа в тому, що в межах агроландшафтного контуру формуються свій мікроклімат, водний режим, певне поєднання факторів росту і розвитку культурних рослин, специфічне поширення бур'янів, появи шкідників тощо.

**Алгоритм проектування системи ґрунтозахисного контурно-меліоративного землеробства.** При проектуванні ґрунтозахисних систем

контурно-меліоративного землеробства необхідне проведення детальних ґрунтових, гідрологічних, ландшафтних й інших досліджень, а також потрібні точні інженерні розрахунки величини ерозії, поверхневого стоку, припустимої або доцільно-припустимої норми ерозії. Для оптимального сполучення цих етапів необхідний такий порядок дій (Каштанов и др., 1994):

- вивчення ландшафтних особливостей території з картографуванням виявлених територіальних структур;

- складання карти існуючих агроландшафтних (АЛ) структур (АЛ-масивів та АЛ-контурів, а інколи АЛ-підмасивів);

- визначення додаткової інформації: показників і коефіцієнтів розрахункових формул ерозії, поверхневого стоку, припустимої норми ерозії тощо;

- визначення величин поверхневого стоку, поверхневого змиву, припустимої норми ерозії, небезпеки яружної ерозії, зсувів, підтоплення і т. д.;

- побудова карти ізоліній ерозійної небезпеки, фіксування інших видів деградації земель;

- визначення меж рубежів контурної організації території за допомогою моделей раціонального використання земель або шляхом порівняння ерозії з припустимою нормою ерозії;

- сполучення розрахованих інженерними методами меж з найближчими рубежами ландшафтних смуг;

- коригування ширини АЛ-контурів з урахуванням ширини захвата сільськогосподарської техніки, заокруглення радіуса в місцях вигину контурів і інших технологічних особливостей ведення землеробства.

Слід зазначити, що при існуючому в наш час підході, сівозміни та відносно однотипні технології вирощування сільськогосподарських рослин визначають лише за економічними критеріями і поширюють на великі групи АЛ-контурів, що знаходяться в різних ландшафтних смугах і навіть їхніх сполученнях – ярусах. Це знижує біологічну врожайність і погіршує екологічну ситуацію. При ландшафтно-екологічному обґрунтуванні внутрішньопольової

організації в умовах проектування контурно-меліоративної організації території оптимізуються форми і розміри АЛ-масивів, що прагнуть поділити її на однорідні частини з позицій ландшафтно-екологічної організації території (Каштанов и др., 1994).

Важливі екологічні елементи технології вирощування культур – норма і терміни внесення добрив, хімічних засобів захисту рослин, диференціація поливних норм у районах зрошення тощо – можуть правильно виконуватися лише в умовах однорідних АЛ-контурів. Таким чином, уся територія за допомогою контурно-меліоративної організації території повинна складати цілісну природно-господарську систему.

Це ж стосується і гідрографічної мережі. Наприклад, яри піддаються корінній меліорації (зарівнюванню), а балки можуть цілком вписуватись в утворену систему землекористування. Уздовж річок створюють водоохоронні зони, які повинні стати невід'ємним елементом ґрунтозахисної системи контурно-меліоративного землеробства. Існує й інше призначення цієї системи: при повному освоєнні контурно-меліоративного землеробства зростає кількість упорядкованих лінійних елементів, створюються багатоцільові об'єкти, збільшуються розмаїтість і стійкість агроландшафтів певної території (Каштанов и др., 1994).

Однак не слід забувати про труднощі впровадження контурно-меліоративного землеробства у виробництво. На частині земель обов'язково скоротиться використання сільськогосподарської авіації, для повного впровадження цієї системи землеробства потрібна спеціальна сільськогосподарська техніка. Крім того, необхідна психологічна перебудова самих працівників галузі.

Впровадження контурно-меліоративного землекористування не завершує, а лише починає новий етап розвитку землеробства. Успіх його залежить не тільки від правильної організації території, але й від технологічної „начинки” кожної робочої ділянки. Сучасні досягнення в контурно-меліоративній системі



землеробства – це лише початок, попереду ще великий кропіткий пошук оптимальних умов функціонування цієї системи.

Основи ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території більш докладно викладено у роботах (Тараріко, 1990; Тараріко, Вергунов, 1999).

## **6.2. Основні принципи побудови ґрунтозахисно-меліоративно впорядкованого агроландшафту в рамках агроландшафтної концепції ННЦ ІГА**

З метою надійного захисту ґрунтів від ерозії та дефляції, а також комплексного меліоративного впливу на гідрологічні та мікрокліматичні умови територій, ННЦ ІГА розробив агроландшафтну концепцію (В.І. Бураков та ін.), згідно з якою ґрунтозахисно впорядкований агроландшафт повинен представляти собою єднання ґрунтозахисно-меліоративної структури агроландшафту (контурно-смугова організація території, що закріплюється ландшафтно значущими системами протиерозійних заходів постійної дії) та ґрунтозахисної технології вирощування сільськогосподарських культур (комплексу ґрунтозахисних агротехнічних заходів).

Основні принципи і ланки ґрунтозахисно-меліоративно впорядкованого агроландшафту згідно агроландшафтної концепції ННЦ ІГА (у цьому підрозділі використано матеріал робіт [Бураков, 1997; Предварительные требования..., 1988]):

- на всій території агроландшафту створюється контурно розміщена система робочих ділянок та полів сівозмін, відокремлених між собою системою простих гідротехнічних лінійних споруд, суміщених з вузькими 1-3-рядними лісовими смугами на всіх елементах рельєфу. Останні є каркасом агроландшафту, що визначає напрямок обробки ґрунту, сівби сільськогосподарських культур та інших польових робіт. При цьому

витримується паралельність контурних рубежів, а якщо це неможливо, організуються системи коригуючих клинів;

- напрямком контурних рубежів (каркасу) створюється таким чином, щоб талі та зливі води повільно стікали уздовж схилу до рубежу, одночасно всмоктуючись у ґрунт, а надлишок їх безпечно відводився на фланги робочих ділянок у спеціально створену інфраструктуру стоку, у вигляді спеціально обладнаних водотоків, якими стік відводиться у систему малих ерозійних ставочків та гідрографічну мережу;

- ширина робочих ділянок, а значить і відстань між земляними гідроспорудами, суміщеними з лісосмугами, розраховується на 10-% забезпеченість змиву ґрунту і на 20-% забезпеченість втрат ґрунту від дефляції, за відповідними моделями;

- на ділянках, де крутість схилу дозволяє здійснювати обробку ґрунту, сівбу культур та їх збирання за напрямком контурних меж і де еродованість ґрунтів слабка, висіваються сільськогосподарські культури згідно сівозмін, а на більш крутих сильноеродованих схилах, виділені робочі ділянки підлягають постійному залуженню, або на них висіваються багаторічні трави. Використовуються ці ділянки як пасовища або сінокоси. Теж саме відноситься і до найбільш вітроударних місць;

- на всіх робочих контурно-смугових ділянках застосовується ґрунтозахисна система обробітку ґрунту, що базується на безполицевому обробітку із залишенням на поверхні ґрунту рослинних залишків, на застосуванні мульчування або на мінімальній системі обробітку ґрунту. Також використовуються щілювання та кротування ґрунтів та інші прийоми, що забезпечують максимально можливе всмоктування води у ґрунт.

Ґрунтозахисно-меліоративне впорядкування агроландшафту (АЛ) передбачає поділ території від вододілу до тальвегу на чотири ґрунтозахисно-меліоративних і організаційних мікрозони (термін „мікрозона” пов’язаний з терміном „схилова, вертикальна мікрозональність”):

Мікрозона А – відповідає власне плакорному підтипу місцевості, що представляє собою порівняно безпечні щодо ерозії привододільні землі, крутизною не більше ніж 0,5-1°;

Мікрозона Б – об'єднує плакорний польовий (ухил до 3°) і схиловий польовий (ухил до 5-6°) підтипи місцевості;

Мікрозона В – схиловий лукопасовищний підтип місцевості на крутіших схилах;

Мікрозона Г – заплашний тип місцевості (заплати, днища великих балок тощо).

### **Особливості використання земель залежно від мікрозони:**

Мікрозона А. На орних землях мікрозони можна зосередити просапні культури, доля яких у сівозмінах обмежується гранично допущеним застосуванням хімічних засобів та ущільненням ґрунту від інтенсивного вжитку засобів механізації. Якщо усунути ці негативні фактори, важко знайти аргументи проти чисто просапних сівозмін, особливо на основі кукурудзи, яку можна висівати кілька років беззмінно, а також за умов неухильного застосування парозаймаючих, проміжних, покривних культур, особливо багатокомпонентних, що допоможе зняти ґрунтовтому (Preuschen, 1984, 1985, 1991, 1992). Незалежно від проявів дефляції ґрунту, обов'язковою є система полезахисних лісосмуг, орієнтованих по можливості з урахуванням напрямів шкодочинних вітрів. Одна з ознак мікрозони А – відсутність та нерозвиненість улоговин стоку, але їхні водозбори, своїми морфологічно нечіткими верхів'ями можуть сягати цієї мікрозони. Тому площа мікрозони може бути трохи збільшена, а конфігурація спрощена, якщо по нижній межі обмежити її водозатримуючим валом.

Мікрозона Б. Потрібні: контурно-смугова структуризація земель, закріплена контурною системою лісосмуг і поглиблена протиерозійною стоковідвідною системою гребенястих терас – польовою поперекахиловою ланкою стоковідвідної інфраструктури, „підключеною” до її вздовжсхилових ланок. Саме повсюдні системи цих заходів постійної дії спаюють, в натурі, в

єдине агроландшафтне ціле мікрозони Б плакорний польовий і схиловий польовий підтипи місцевості. Від верху мікрозони до її низу звичайно наростає змитість і розмитість ґрунтів. На це слід реагувати складом сівозмін.

Мікрозона В. Схилові землі з похилом понад 5-6°, а також сильнозмиті та розмиті землі меншого похилу використовуються як кормові угіддя, бажано як квазіприродні. Такі угіддя мають істотну ґрунтозахисно-меліоративну перевагу – можливість створення і цілорічного збереження розвиненого рослинного покриву трав. Необхідність розділення пасовищ на загони пасовищезміни слід використати в ґрунтозахисно-меліоративних цілях і закріпити контурні смуги загонів дійсними системами живоплотів або полезахисних лісосмуг, здатних виконувати функції живоплотів. Надійне відмежування мікрозони В від розташованої вище польової мікрозони Б досягається створенням водовбираючої лісової смуги, непрохідної для тварин, що випасаються. У мікрозоні В потрібне суцільне залісення ярів, постійних розмивів, вздовжсхиливих ланок місцевої і транзитної стоковідвідної інфраструктури, яка з'єднує в агроландшафтне ціле мікрозони Б і В. Стабілізація форм лінійної ерозії полегшується контролем над поверхневим стоком із мікрозон А і Б.

Мікрозона Г. Землям річкових заплав (і першої надзаплавної тераси) та днищ великих балок притаманні складність морфологічної структури, комплексність і специфічність природних умов. Мікрозона Г вимагає конкретного, екологічно обґрунтованого наближення до меліорації земель з урахуванням вимог збереження, відновлення і охорони цінних природних і квазіприродних біотопів – лісових, надмірно зволжених тощо. Вибір земель для сільськогосподарського користування обумовлюється наявністю і ступенем заплавності, характером ґрунтів, розміром ділянки, придатної для сільського господарства, природоохоронною цінністю. Ерозія прилеглих схилів, особливо яружна, пошкодила екосистеми мікрозони внаслідок заносу грубим неродючим матеріалом земель, русел малих водотоків, джерел. Наочною є безгосподарна занехаяність мікрозони, створення в заплавах каскадів ставів, що наповнюються ерозійними відкладами. Повсюдне ґрунтозахисно-меліоративне

упорядкування агроландшафтів у басейнах великих і малих річок, на водозборах ярів та балок мінімізує раптове надходження до мікрозони паводкових вод та відкладів. У самій мікрозоні Г можуть бути застосовані системи заходів постійної дії:

а) по захисту від руслової і паводкової ерозії і захарашення алювієм;

б) по захисту від дефляції ґрунтів легкого гранулометричного складу (протидефляційні системи полезахисних лісосмуг);

в) загальномеліоративні системи полезахисних лісосмуг.

На контурно-смугових полях в межах ґрунтозахисно-меліоративно впорядкованого агроландшафту застосовують агротехнічні протиерозійні та протидефляційні заходи, які наведені у розділах 4 та 5 даної роботи.

**Проектування просторової структури агроландшафту: головні етапи та принципи.**

*1. Перший етап проектування: виділення земельних масивів.* Саме земельні масиви правлять за вихідну одиницю агроландшафтно-земельного проектування і підрозділяються на ґрунтозахисно-меліоративні (ГЗ-М) і організаційні зони, а в цих зонах виділяються порівняно однорідні робочі ділянки. Земельний масив (ЗМ) – це досить чітко відокремлена просторова сукупність земель, фактичне існування якої обумовлене спільністю природних (перш за все геоморфологічних) умов, стоко-ерозійних і вітродефляційних парадинамічних зв'язків. Саме на ослаблення та розрив цих зв'язків спрямоване створення систем заходів постійної дії, ґрунтозахисно-меліоративної просторової структури агроландшафту.

Межами земельних масивів виступають істотні природні та антропогенні рубежі. Істотні природні рубежі, що можуть бути межами ЗМ: долини, балки (суходоли, лощино-суходоли), великі довгі лощини і навіть улоговини стоку, особливо ті, що вклинюються верхів'ями близько до вододілів, лісові масиви, природоохоронні землі. Нарівні з природними рубежами враховуються істотні антропогенні рубежі – населені пункти, залізниці, шосе, різноманітні лінійні споруди тощо – що мають чимале гідрологічне і ерозійне значення.

В межах ЗМ орієнтовно оконтурюють ґрунтозахисно-меліоративні організаційні мікрозони (далі скорочено – мікрозони). Це суто допоміжна міжетапна стадія роботи, потрібна для того, щоб спроектувати нові робочі ділянки головним чином в межах мікрозон. В натурі матеріалізуються і за допомогою заходів постійної дії закріплюються межі саме робочих ділянок, а не мікрозон. Саме із робочих ділянок потім формуються поля сівозмін.

Практичне створення агроландшафту слід починати з мікрозони А. Логічно оконтурити на робочих планах і опрацювати насамперед мікрозону А, яка іноді, при великій площі може навіть виділятися в окремий земельний масив, і вже потім перейти до розробки схилових земель (плакорного польового, схилового польового, схилового пасовищного підтипів місцевості – мікрозон Б і В).

Якщо ж мікрозона А розвинена слабо і в складі ЗМ майже цілковито переважають схиліві землі, застосовується скорочена процедура розробки просторової структури агроландшафту всередині ЗМ і накладення на план меж робочих ділянок вгору і вниз від базисних ліній, контурних і безпечно стоковідвідних. На коротких схилах може вистачати однієї базисної лінії, за яку може правити межа мікрозон Б і В (орнопридатних і пасовищних земель).

*2. Другий етап проектування: упорядкування мікрозони А. Упорядкування мікрозони А при великій площі.* На площі власне плакорної мікрозони А проектується система смугових робочих ділянок (РД), межі яких, на відміну від меж контурно-смугових РД, не обов'язково наслідують рисунок горизонталей і часто можуть бути прямолінійними. Межі смугових РД закріплюються полезахисними смугами (ПЗС). Отже, проектування власне плакорних смугових РД тотожне створенню дійсної системи ПЗС.

Повний захист смугових РД за допомогою ПЗС можливий у Поліссі, Лісостепу, Північному Степу при ширині РД порядку 200 м, у Південному і Сухому Степу – 100 м, на легких ґрунтах – 50 м. Якщо прийняти ширину однорядної ПЗС-куліси (з узлісками) 5 м, відведення землі під ПЗС складе відповідно 2,5; 5; 10 %. Зауважимо, що відстань 100 м для Південного і Сухого

Степу чітко підтверджується дефляційними і агролісомеліоративними дослідженнями (Можейко, Семякин, 1984; Можейко, Тимченко, 1991).

В принципі можливо орієнтувати ПЗС впоперек переважного напрямку дефляційних, хуртовинних, суховійних вітрів. Але реалізація цієї можливості не завжди проста. Там, де дефляція не завдає регулярної шкоди, слід урахувати напрями всього комплексу шкідливих вітрів, без виключення невеликих величин швидкості: помірний вітер теж впливає на перерозподіл снігу, збільшує втрати ґрунтової вологи і витрачання вологи рослинами. Розміщення ПЗС на системних, незавищених відстанях одна від одної дозволить допускати відхилення їх від обчисленого напрямку, коли це потрібно (наприклад, для забезпечення достатньої довжини смугових РД).

Особливий інтерес становить обладнання нижньої межі мікрозони А. Довгі і короткі боки крайніх РД можуть бути криволінійними, бо жорстко визначаються конфігурацією розташованих нижче контурно-смугових РД. Іноді можливе спрямлення довгих боків крайніх РД. Але це не повинно погіршити відповідність рельєфу і стоковідвідному принципу згаданих розташованих нижче меж.

Можна закріпити водозатримуючим валом нижню межу мікрозони по всій довжині або на ділянках улоговин стоку, що наближаються до мікрозони верхів'ями, слабо виявленими морфологічно. Це дозволить трохи збільшити площу мікрозони за межу, яку встановлює проектувальний критерій недопущення надходження поверхневого стоку з мікрозони А на схиліві землі. З валом суміщається польова дорога, конче потрібна по периметру мікрозони для доступу до обох кінців кожної РД. ПЗС вздовж вала-дороги, яка виконує функції “допоміжної”, “поперечної” ПЗС (за традиційною термінологією агролісомеліораторів), повинна мати добре вітропроникливу конструкцію (без участі чагарників) без розривів, щоб не заміталася і не переміталася снігом. Це єдина ланка агроландшафтної системи польових доріг, потрібна в мікрозоні А, точніше, навіть не в самій мікрозоні, а по її межі. Понад “основними”, “поздовжніми” ПЗС, приуроченими до довгих боків РД (і смугових, і контурно-

смугових) дороги не влаштовують, забороняються і нерегулярні проїзди по цій присмужній зоні, найбільш зволоженій і врожаїстій. До речі, це найнесприятливіше місце для дороги: обминаючи намети, і після них перезволожені місця, дорогу накатують далеко від лісосмуги, погіршується ґрунт, нищяться посіви. О.Р. Константинов і Л.Р. Струзер (1974) пропонували розміщувати дорогу не попід ПЗС, а посередині міжсмужного простору. Але при системному, зближеному розміщенні ПЗС це неприйнятно. Цілком достатнім є і доступ до кожної РД з обох її коротких боків (флангів), без зайвих проїздів полем. До того ж, прокладання доріг майже виключно вздовж коротких боків РД мінімізує відведення землі під дороги.

***Відсутність другого етапу проектування у специфічних випадках малої площі мікрозони А.*** При вузьких гребенястих привододільних просторах („стрічковий плакор”) мікрозона А при проектуванні не відокремлюється і опрацьовується разом із землями мікрозони Б, без нарізки РД з „вітроорієнтованими” і прямолінійними межами. Вододільні горби й сідловини звичайно чергуються, і „стрічковий плакор” може виродитися в череду коригуючих клинів між блоками контурно-смугових РД схилів протилежних експозицій. Може здатися нерозважливим таке використання хоч би частини малих за площею вододільних земель. Але неможливо обмінити наявний рельєф на бажаний, і мінімізація площі клинів не повинна погіршувати відповідність горизонталям довгих меж контурно-смугових РД.

На великому плескатому горбі клин може виродитися в польову РД нерегулярної конфігурації, це цілком прийнято у господарчому аспекті і є підходящою платою за високу „якість” меж і конфігурації контурно-смугових РД на площі, у багато разів більшій.

***3. Третій етап проектування: поділ мікрозон Б і В на поздовжні (вздовжсхилові) сектори.***

### ***3.1. Відшукування і встановлення меж секторів***

Фланговими межами повздовжніх (вздовжсхилових) меж секторів мікрозон Б і В служать вздовжсхилові межі земельних масивів, інші природні і



антропогенні рубезжі. Серед них: улоговини стоку, короткі яри, лінії розділу різнозвернених експозицій схилу, дороги з твердим покриттям, інші цінні антропогенні об'єкти.

### *3.2. Обладнання вздовжсхилових рубезжів*

Гідрологічне (стоковідвідне) і протиерозійне обладнання вздовжсхилових флангових меж секторів, перетворення їх на ланки стоковідвідної інфраструктури АЛ – неодмінна умова стійкості АЛ як цілого. Технічне проектування цього гідрологічного виходу і системи АЛ (також протияружних заходів постійної дії, виположення і засипки ярів) – окремий розділ робіт, де дійсно потрібні гідрологічні розрахунки за апробованими методиками.

Паралельно вздовжсхиловим рубезжам прокладають польові дороги. Зрозуміло, їх слід обладнати в протиерозійному відношенні.

*4. Четвертий етап проектування: контурно-смугове структурування і меліорація земель у повздовжніх секторах мікрозони Б.* Поперечносхиловий поділ сектора мікрозони Б на контурно-смугові РД перетворює сектор на схиловий блок цих РД. Як і в мікрозоні А, проектувальні процеси виділення РД і розміщення ПЗС тотожні, але виконуються на базі контурно-стоковідвідного принципу.

#### *4.1. Ширина контурно-смугових робочих ділянок*

Як і ширина смугових РД мікрозони А, ширина РД мікрозони Б обумовлюється дальністю істотного ГЗ-М впливу лісосмуг, що закріплюють верхню та нижню межі кожної РД. Отже, система ПЗС у мікрозоні контурна. За “допоміжні”, “поперечні” ПЗС можуть правити насадження по вздовжсхилових каналах стоковідвідної інфраструктури; якщо такі не потрібні, вздовж каналу і польової дороги створюється продувна мало- або однорядна ПЗС. Ширина контурно-смугових РД на важких і середніх за гранулометричним складом ґрунтах Полісся, Лісостепу, Північного Степу має не перевищувати 200 м. На схилах зі складним мікрорельєфом, для точнішої стоковідвідної відповідності контурних рубезжів горизонталям може стати потрібним звуження РД. Зручно

прийняти „половинну” ширину 100 м. Але й тут контурні межі РД слід закріплювати лісосмугами.

#### *4.2. Узгодження структури суміжних блоків ділянок*

Бажано, щоб поперекихлові межі РД одного схилового блоку були уявним продовженням меж РД суміжного блоку. Цей принцип „можливості стикування” найвагоміший, коли поділ між блоками проектується на поперечно-протяжному схилі без істотного рубежу з огляду на обмеження довжини РД і стоковідвідних споруд. Бажано проектувати польову структуру й ЗПД у суміжних блоках так, щоб вони не потребували докорінної перебудови при об'єднанні блоків.

#### *4.3. Паралельність поперечносхилкових меж ділянок*

Механізоване орне використання РД спрощується, коли ширина РД, смугових чи контурно-смугових, однакова по всій довжині РД, а довгі межі (у контурно-смугових РД верхня й нижня) паралельні. Для уточнення копіювання рельєфу межами, між РД можуть розміщуватися коригуючі клини. В принципі, можна розмістити й закріпити клин і всередині РД, та це погіршує доступ до клина. Оптимальна доступність клинів – коли вони виведені до флангів схилового блоку, підвищена – при черезсмужному розміщенні культур, коли на суміжних РД культури різні. Вирішуючи, яка межа РД має точніше відповідати горизонталям, напевне, слід віддати перевагу нижній межі і відповідно виносити клин до верхньої межі РД.

Навіть такі РД зменшеної площі як клини не слід залишати без закріплення меж за допомогою ПЗС. Якщо ПЗС, що розмежовує РД, між якими „встановлено” клин, закріплює лише верхню або нижню межу клина, не усувається небезпека прилучення площі клина до РД, розташованої відповідно нижче або вище клина. Клин же буде приступний для агрегатів тільки з боку однієї РД і лише тоді, коли вона вільна від вегетуючої культури. Якщо ж у ПЗС влаштувати розрив для проходу агрегатів, він різко погіршить меліоративно-аеродинамічні властивості ПЗС на відріжку, у кілька разів більшому за ширину розриву. Запропоновано спосіб організаційно-господарського і ГЗ-М

закріплення меж клина. ПЗС, що розмежовує суміжні РД, біля кутів клина розщеплюється на дві віти, одна суміщається з верхньою межею клина, друга з нижньою. Віти не з'єднуються, і біля кожного кута створюються проходи для агрегатів. Клин стає приступним і з верхньої РД, і з нижньої. Таке розміщення проходів не призведе до збільшення швидкості вітру за проходом завдяки боковому тертю вітрового потоку о ПЗС і його розширенню відразу за проходом.

#### *4.4. Похил довгих меж контурно-смугових робочих ділянок*

У проектуванні контурно-смугових РД має переважати принцип похилого прокладання їхніх поперечносхилових меж. Безпідставний потяг до повного затримання вод на поверхні ґрунту унеможливорює агроландшафтну стабільність РД і ЗПД.

Втримати мінімізований стоковідвідний похил контурних рубежів не просто на міжбалкових (міжулоговинних) просторах з опуклим поперечним профілем схилу, де в напрямі до балок (улоговин) горизонталі зближуються. Щоб похил рубежів і тут не перевищував ерозійно безпечних меж, виникає необхідність коригуючих клинів у найрівнішій центральній частині блоку РД, і площа їх зростає зі зростанням опуклості поперечного профілю схилу. Взагалі великий клин зручніший для механізації. Мінімізація площі клинів можлива, якщо піти на виключення із загального правила проектування і передбачити РД з непаралельними верхньою і нижньою межами або РД, що звужуються до периферії. Тераси в таких РД будуються паралельно нижній межі РД, і робочі ходи агрегатів виходять, а стік відводиться не до флангової, а до верхньої межі РД, вздовж якої потрібний залужений водостік – елемент внутрішньоблокової системи квазіпоперечносхилових ланок стоковідвідної інфраструктури АЛ.

#### *4.5. Оснащення робочих ділянок терасами; специфіка агротехніки; меліорація мікрорельєфу*

Паралельність верхньої і нижньої меж РД дозволяє вписати в них серії терас без спеціального проектування, наприклад, простим поділом ширини РД (200 м) навпіл (при крутизні схилу до 0,5-1°) або на 4 частини за однією з двох

схем: ПЗС – 25 м – тераса – 50 м – тераса – 50 м – тераса – 50 м – тераса – 25 м – ПЗС (ця схема зручніша для загінного орання); ПЗС + тераса – 50 м – тераса – 50 м – тераса – 50 м – тераса – 50 м – ПЗС + тераса (ця схема полегшує „інтервенцію” агроландшафтної реорганізації в агротехнічну довільність величезних полів, але утруднений догляд за молодими деревами, зокрема, усунення сторонньої рослинності).

В деяких умовах потрібна обережність у застосуванні терас з мінімальним похилом, які здатні забезпечити вбирання ґрунтом основної частини води (Бураков, 1997). Це ґрунти малої потужності на масивних і щільних породах (до того ж тут наорювання валів-терас із широкою основою додатково зменшує потужність ґрунту на міжтерасному просторі); підґрунтя з несприятливими інфільтраційними або фізико-хімічними властивостями, що через наорювання наблизяться до поверхні; схили з небезпекою зсувів або виклинювання внутрішньоґрунтового стоку і утворення „мочарів”. Взагалі на таких землях інтенсивність обробітку має бути мінімальною. Багаторічні трави відмінно вичерпують вологозапаси ґрунту. Невеликі „мочари” – чудові природні резервати. Але і на таких землях можливо створювати системи похилих не наораних терас для прискореного, але безпечного відведення тимчасово надлишкових вод.

Організація простору для відведення стоку не скасовує, а підсилює нагальну необхідність відновлення і збільшення інфільтраційної здатності ґрунту. Особливо це потрібно в ставочках, стоковідвідних каналах терас.

Нерідко плавний мезорельєф, придатний для нарізки орних контурно-смугових РД простих обрисів, на рівні мікрорельєфу в нижніх частинах схилів ускладнений великою кількістю постійних розмивів, внаслідок заорювання перетворених на мікроулоговини. Ця гофрована поверхня ускладнює проектування і спорудження терас, яким потім доведеться діяти без стоковідвідної підтримки орного нанорельєфу – дія останнього паралізується мікроулоговинами.

Оскільки в умовах ГЗ-М просторової структури АЛ і раціональної виробничої технології досягається можливість невідновлення розмивів, стає можливою докорінна меліорація мікрорельєфу всередині РД – планування поверхні і зарівнювання мікроулоговин до спорудження терас. Важливо не поховати під матеріалом підґрунтя наявні незначні запаси гумусованого матеріалу. Істотна частина цих запасів буває тимчасово зосереджена саме в мікроулоговинах. Ці канали транзиту змитого ґрунту то заповнюються змитим дрібноземом після сильної ерозії міжулоговинного простору, то звільняються від нього, як надходить великий стік, недовантажений наносами. Розподіл гумусованого шару по площі слід оцінювати саме на час робіт.

Орієнтовна послідовність технологічних етапів меліорації мікрорельєфу окремої контурно-смугової РД з уніфікованими параметрами (ширина 200 м, відстань між терасами 50 м):

1. Винос у природу верхньої і нижньої меж РД. Обов'язкове створення стоковідвідних заходів постійної дії на РД, розташованій вище.
2. Поділ РД на 4 поздовжніх смуги по 50 м завширшки.
3. Зняття гумусованого шару ґрунту з першої згори поздовжньої смуги для нетривалого зберігання біля її верхньої і нижньої меж.
4. Планування поверхні поздовжньої смуги до повної ліквідації мікроулоговин.
5. Спорудження наораної тераси по середній лінії поздовжньої смуги.
6. Глибоке заорювання надвисоких доз органічних добрив.
7. Повернення рівномірним шаром гумусованого матеріалу на поверхню смуги, включаючи вал-терасу.
8. Виконання робіт, передбачених у пп. 3-7 на другій (третій, четвертій) згори поздовжній смузі.
9. Закріплення верхньої і нижньої меж РД поєднанням ПЗС і стоковідвідного ЗПД.

Подібна меліорація має перспективу навіть у тому випадку, коли гофрована ділянка схилу вилучається зі складу орних земель і перетворюється на високопродуктивне кормове угіддя.

5. *П'ятий етап проектування: розподіл польових робочих ділянок по сівозмінах, полях сівозмін, окремим землекористуванням.* В межах кожної смугової і контурно-смугової РД в АЛ однорідність умов, просторова синхронність їхньої часової динаміки мають забезпечуватися урахуванням експозиції схилу, додержанням схилової мікрональності, повсюдною істотною і рівномірною ГЗ-М дією ПЗС та інших ЗПД. Подальша гомогенізація природних умов буде пов'язана вже з меліорацією ґрунтового компонента АЛ. Це підвищення родючості змитих і дефльованих ґрунтів, ліквідація комплексності ґрунтового покриву, у тому числі розмивів, солонців тощо.

Якщо РД шириною 200 м мають довжину 300, 500, 750 і 1000 м, площа РД відповідно 6, 10, 15 і 20 га. Очевидно, РД подібної площі без утруднень можна скомбінувати в поля сівозмін будь-якої площі, в тому числі і рівновеликі. Може стати звичним черезсмужне розміщення полів сівозміни. Наприклад, поле № 1 може займати (як рахувати по черзі) 1-у, 3-ю, 5-у (і т. д.) смугову РД, поле № 2 – 2-у, 4-у, 6-у (і т. д.) РД. Це уповільнить поширення шкідників і хвороб, дозволить локалізувати боротьбу з ними, подібно до того, як ПЗС допомагають локалізувати інтенсивні заходи боротьби з бур'янами-знемохорами у присмужній зоні. Відповідно послабне хімічне отруєння агроєкосистем. Навіть загоряння стиглих хлібів стануть менш небезпечними.

Суміжні блоки контурно-смугових РД повинні належати до різних полів сівозміни. Це зменшить традиційну небезпеку руйнування залуження улоговин стоку при переїзді агрегатів (а на багатьох вздовжсхилових ланках стоковідвідної інфраструктури, особливо в їхніх верхів'ях, залуження буде достатнім заходом для протиерозійного облаштування, без спорудження каскадів ставків і без заліснення).

Коротко про основні агроландшафтні тенденції удосконалення сівозмін у оптимізованих умовах ґрунтозахисно й меліоративно впорядкованого АЛ, які

слід з'ясувати в багаторічних експериментах, в дослідних зразках АЛ (Бураков, 1989, 1991).

В АЛ поліпшуються умови для просапних культур – вологозабезпеченість, раннє весняне прогрівання ґрунту завдяки послабленню вітру, захист буряків від засікання весняними пиловими поземками тощо. Це зміцнить можливість створення просапних сівозмін, особливо на базі найціннішої культури кукурудзи, стійкої до повторних посівів. Під просапні сівозміни слід відводити смугові РД мікрозон А і Г, де найродючіші ґрунти краще забезпечені вологою, мала небезпека іригаційної ерозії, переважають прямолінійні гони. Додаткові площі просапних культур можна розмістити у верхніх контурно-смугових РД з найменшою кривизною меж (і робочих ходів агрегатів), з крутизною схилу до 3°, з не- і слабозмитими ґрунтами (перша еколого-технологічна група земель у концепції контурно-меліоративного землеробства). Раціональна виробнича технологія вирощування просапних культур в АЛ має мінімізувати механічні та хімічні впливи на ґрунт і посіви, включати агроеліоративні заходи (виведення час від часу окремих РД під багаторічні трави, багатокомпонентні проміжні посіви, надглибокий меліоративний обробіток ґрунту тощо), тільки зайнятий пар, і т. д.

При крутизні схилу більше 3° контурно-смугові РД включають до сівозмін без просапних культур. Частка багаторічних трав має зростати в міру збільшення похилу, ускладнення мікрорельєфу і конфігурації РД і сягати максимуму на землях із комплексом середньо- й сильнозмитих ґрунтів. В оптимізованих умовах АЛ економічна ефективність травосіяння може перевищити ефективність інших кормових культур – завдяки малій кількості потрібних агротехнічних операцій, можливості випасу худоби. Головне ж – може зрости у 2-3 рази (до 8-9 років) тривалість збереження продуктивного травостою (Павловский, Зыков, 1984).

Розподіл землі між індивідуальними землекористувачами має наслідувати її підрозділ на схиліві блоки контурно-смугових РД.

*6. Шостий етап проектування: пасовищна модифікація агроландшафтної реорганізації в мікрзоні В.* Мікрозона В включає пасовищні угіддя на схилах крутіших як 5-6° та меліоративний фонд сильнозмитих і розмитих земель.

Якщо мікрозона В розташована на повздовжньо-опуклому схилі нижче від мікрозони Б, поділ цих мікрозон на вздовжсхиліві сектори виконується спільно. Але деякі сектори можуть обмежуватися лише мікрозоною В, не заходячи (як і улоговини стоку, що їх розмежують) до мікрозони Б.

Контурно-смугова організація території полягає в поділі секторів на контурні заgonи пасовищезмін. Якщо виконуватиметься докорінне поліпшення пасовищ, створюваний контурний нанорельєф може мати деяке протиерозійне і ґрунтозахисне значення. Але для цього треба виконувати поліпшення вузькими контурними стоковідвідними смугами, по незасіяних краях яких збережеться нанорельєф, що на решті площі смуги буде знищений у процесі вирівнювання поверхні перед сівбою і коткуванням. Головний же шлях ГЗ-М дії контурно-загінної організації, закріплення поперечносхилівих меж загонів живоплотами, також деревно-чагарниковими кулісами, здатними виконувати роль і живоплотів, і ПЗС, їхні снігозатримні, мікрокліматичні, ґрунтозахисні функції.

На відміну від ріллі, інтенсивність обробітку ґрунту на пасовищах мала, а на ділянках, незручних для обробітку, він може бути епізодичним. Тому в мікрзоні немає потреби в паралельності верхньої і нижньої меж загону, живоплоти можуть досить точно наслідувати рисунок горизонталей, але також із додержанням стоковідвідного принципу. Тому контурно-смугове структурування по окремих міжулоговинних секторах може виконуватися з допомогою нівеліра навіть без спеціального проекту безпосередньо в полі (Бураков, Никитенко, 1994); те ж стосується і трасування стоковідвідних споруд.

В початковий період існування живоплотів контурні заgonи використовуються як сіножаті, а не пасовища.



7. *Сьомий етап проектування: польові землі мікрозони Г (днища балок, заплави).* Якщо в мікрозоні Г наявні значні площі, що втратили заплавність, а ґрунти придатні під рілля і немає необхідності в іншому, екологічно важливішому призначенні – такі землі організуються і використовуються цілком аналогічно землям мікрозони А. Орні землі належить надійно ізолювати від скотопрогонів і суміжних пасовищ за допомогою лісових смуг, непрохідних для тварин.

В межах ґрунтозахисно-меліоративно впорядкованого агроландшафту застосовують передові агротехнічні протиерозійні та протидефляційні заходи (див. підрозділи 4.4 та 5.3 даної роботи).

Агроландшафтну концепцію ННЦ ІГА та зміст ґрунтозахисно-меліоративного впорядкування агроландшафтів більш докладно викладено у роботах (Бураков, 1997; Предварительные требования..., 1988).

### **6.3. Основні засади захисту ґрунтів від ерозії в еколого-ландшафтних системах у степовій зоні в рамках формування ґрунтоводоохоронних агроландшафтів за концепцією Луганського інституту АПВ (на прикладі Луганської області України)**

**Загальні положення.** Пропонована концепція захисту ґрунтів від ерозії базується на засадах еколого-ландшафтної системи землеробства та включає наступні основні положення:

- розробка методологічної основи еколого-ландшафтної системи землеробства;
- адаптація компонентів системи землеробства (організаційних, агротехнічних, луго- та лісомеліоративних, гідротехнічних та інших заходів) до їх еколого-ландшафтної спрямованості у конкретних природно-географічних умовах;
- поетапне впровадження компонентів еколого-ландшафтної системи землеробства (ЕЛСЗ).

Основним принципом при сільськогосподарському освоєнні нових та використанні раніше освоєних територій повинно бути збереження та

відтворення природних елементів екологічної інфраструктури з тим, щоб у повній мірі використовувати та відновлювати притаманні природному ландшафту властивості саморегуляції та самоорганізації.

Першим, основним етапом захисту ґрунтів є формування просторової структури екологічно збалансованих АЛ. Досягнення цієї цілі має на увазі контурну організацію території, оптимізацію співвідношення угідь та категорій земель, оптимальне розміщення захисних лісових насаджень, гідротехнічних споруд та ділянок, які відведено під залуження. Цей етап включає відведення з активного сільськогосподарського обігу малопродуктивних деградованих сильноеродованих схилових земель, якщо вони не можуть бути поліпшені або захищені іншим шляхом.

На другому етапі формуються інші компоненти системи землеробства, адаптовані до створеної просторової структури агроландшафту. Вони передбачають питання оптимізації структури посівних площ та сівозмін, систем обробітку ґрунту, добрив та захисту рослин в залежності від виробничого потенціалу при відповідних екологічних обмеженнях. Вирішувані на даному етапі поставлені задачі повинні переслідувати питання розширеного відновлення ґрунтової родючості та базуватися на принципах екологізації та біологізації землеробства.

На третьому етапі в залежності від форм землекористування (державна, орендна, фермерська) визначається структура ґрунтоохоронного захисту та правові основи її застосування при землеустрої.

**Методологічні основи захисту ґрунтів від водної ерозії й дефляції у ґрунтоводоохоронних агроландшафтах. Вирішення проблеми охорони земель і ґрунтів від ерозії в зоні Степу України.** Різниця регіонів за природно-кліматичними факторами, ландшафтами, ґрунтовими умовами, екологічним станом, яка пов'язана з розвитком промислового виробництва, ступенем урбанізації та розвитком інфраструктури потребує принципово різних підходів до напрямків сільськогосподарського виробництва у цих регіонах, які відповідають їх спеціалізації з врахуванням перерахованих факторів. Так,

розвиток овочівництва відкритого ґрунту в зоні Донецького кряжу з розвиненою хімічною, нафтопереробною вугледобувною галузями з екологічної точки зору протиприродно. Розміщення зерно-просапних сівозмін на короткопрофільних ґрунтах в цій зоні екологічно неприпустиме та економічно недоцільно. У зв'язку з цим при районуванні необхідно враховувати екологічні, ерозійно-гідрологічні та інші особливості регіонів, які визначають заходи з формування АЛ та захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії.

Сільськогосподарських угідь в Степу 72,2% розорано, кормові угіддя займають тільки 26,1%, а полезахисна лісистість дорівнює 2,0%. Таке співвідношення угідь свідчить про серйозні зміни, які викликані антропогенним перетворенням природних ландшафтів. Середньобагаторічні втрати ґрунту з сільськогосподарських угідь, розташованих на схилах, складають 6,2-9,8 т/га за рік та знаходяться в тісному кореляційному зв'язку з коефіцієнтом одноманітності екосистем (КОЕ), який дорівнює відношенню площі екологічно стабільних екосистем (кормові угіддя, полезахисна лісистість) до площі ріллі. В сучасних агроландшафтах Луганської області КОЕ знаходиться на рівні 0,33, що вище показника в цілому по Степу (0,19) та менше, ніж у Поліссі (0,46-0,57).

Другим дестабілізуючим показником агроландшафту є еродованість ґрунтового покриву в залежності від геоморфологічної особливості території. Так, схили більше 3° еродовані на 90-98%, а втрати ґрунту на них досягають 10 т/га, а на ерозійно небезпечних фонах (чорний пар) втрати 30-40 т/га та більше. При цьому сучасна структура посівних площ на схилах крутизною до 5° не забезпечує повного поглинання опадів. Потенційний стік з сільськогосподарських угідь досягає 10 мм, а на окремих водозборах землекористувань господарств більше 25 мм.

Таким чином, ерозійно-гідрологічна ситуація в цілому характеризується, як кризова, а використання земельних ресурсів не є оптимальним. В екологічній ситуації, яка склалася в умовах переважання орендної форми

землекористування Луганська область не зможе виділити достатні капіталовкладення для компенсації втрат родючості ґрунту. Мова може йти тільки про попередження ерозії та деградації ґрунту на основі кардинальних заходів, спрямованих на екологізацію господарської діяльності.

Ґрунтоводоохоронний агроландшафт (АЛ) нами розглянутий, як функціональна система облаштованості природно-територіального комплексу, що забезпечує скорочення водно-ерозійних процесів у кризових ситуаціях до екологічно безпечних меж (Белоліпський, 1994; Булигін, 2002).

В наш час необхідно заново створювати АЛ, бо сучасні угіддя – це залишки природних ландшафтів, на яких ведеться землеробство, руйнівне за своїм характером. Реструктуризація землекористування – це підсилення цього процесу, при якому остаточно втрапляється родючість ґрунту, його здатність накопичувати вологу, а також протистояти посусі та опустелюванню. Для формування сталих АЛ необхідна еколого-ландшафтна система землеустрою.

В основу агроландшафтного землеустрою вкладені наступні принципи:

- екологічно збалансований ґрунтоводоохоронний устрій АЛ – це фундамент, на якому формується система землеробства незалежно від категорій землекористування та форм власності. Ці категорії ті, які надходять, а ландшафтний устрій території, як і сама природа, постійні, еволюційно вдосконалюються. Незалежно від землекористування, мають здійснюватися ґрунтоводоохоронні бар'єри негативним явищам природи (ерозія, посуха та 31бик. деградації).

- ґрунтозахисні сівоzmіни та технології внаслідок їх економічної спрямованості, а також неможливості своєчасного та постійного застосування, мають здійснюватися у екологічно строгих рамках ґрунтоводоохоронної структури АЛ. Ця просторова структура вирішується шляхом створення на місцевості функціональних, істинних систем лінійних ґрунтоводоохоронних заходів постійної дії (робочі ділянки, система лісосмуг, гідроспоруди).

Системність еколого-ландшафтного землеробства полягає у тому, що протиерозійні комплекси захищають усю водозбірну площу (від вододілу до

тальвегів балок) і в кінцевому результаті сприяють збільшенню врожайності на всій площі. На першому місці у керуванні еволюційними процесами у сільськогосподарської практиці мають бути поставлені природа у цілому, а не окремі її складові – ґрунт, ліс, вода та ін. Тільки взаємозв'язане керування усіма складовими природної середовища, всією екосистемою, а не відокремленими її елементами, у зв'язку із господарською доцільністю, дозволить створити екологічно стійкий АЛ, в якому природні процеси саморегуляції будуть раціонально сполучуватися з процесами антропогенного впливу.

Таким чином, еколого-ландшафтна система землеробства базується на двох основних складових:

- екологічно стійка ґрунтоводоохоронна структура АЛ, створювана на багато десятиліть (лісосмуги, гідротехнічні споруди та ін.);
- комплекс раціональних технологій – агротехнічний блок (структура посівних площ, сівозмін, система обробки ґрунту, система добрив та поліпшення родючості ґрунту), що здійснюється в умовах стабільного АЛ.

Підпорядкування організації території технологічному блоку землеробства (коли лісосмуги та інші рубежі здійснювалися епізодично по межах існуючих полів сівозмін) – є головним недоліком усіх утворених раніше концепцій землеробства. Особливістю концепції еколого-ландшафтною системи землеробства являється створення захисних лісових насаджень та інших постійно діючих стійких складових АЛ, які дозволяють пом'якшити посушливість клімату (за рахунок нівелювання стоку і гідрологічних умов) і коливання урожайності за роками. Ці складові надаються у діалектичній єдності і доповнюють один одного.

**Методичні принципи і розрахунково-нормативні дані побудови ґрунтоводоохоронних АЛ.** Для екологічної безпеки і раціонального використання земель удосконалено запропоновану раніше класифікацію земель за інтенсивністю сільськогосподарського використання, у якій виділяються агроекологічні групи земель (АЕГЗ) на основі даних щодо стоку і змиву ґрунту (табл. 6.1) [Белоліпський, 2006].

Таблиця 6.1. Класифікація земель за потенційним стоком і змивом ґрунту та інтенсивності сільськогосподарського використання

Класифікація водно-ерозійних процесів	Схил, град.	Рівень втрат			АЕГЗ	
		За В.О. Белоліпським (2006)		За М.М. Заславським (1983)	Рілля	Сіножаті, пасовища
		Води, мм	Ґрунту, т/га	Ґрунту, т/га		
Незначний	до 2	До 5	до 0,5	До 0,5	1 – інтенсивного використання (польові сівозміни)	–
Слабкий	2,1-3	5,1-8	0,5-1,5	0,5-1	II – помірного використання (польові сівозміни)	–
Помірний	3,1-4	8,1-15	1,6-4,5	1,1-5	III – обмеженого використання (ґрунтозахисні сівозміни)	–
Сильний	до 7	15,1-25	4,6-12	5,1-10	–	IV – консервація
Дуже сильний	>7	>25	>12	>10	–	V – крупні улоговини, яри, береги балок; (природні кормові угіддя)

АЕГЗ – це смугово-ландшафтна система, основою якої є ландшафтна смуга з однорідним мікрорельєфом і ґрунтовим покривом в однакових геологічних, літологічних і мікрокліматичних умовах. Ранжування проводиться за принципом посилення чинників, що обмежують обробіток польових культур і послідовного розширення групи кормових культур (як альтернативи). Цим досягається раціональне використання землі, за якого нівелюються ерозійні процеси, більш повно використовуються природні ресурси, а с.-г. культури займають свою екологічну нішу.

При цьому, запропонована класифікація АЕГЗ успадкована від концепції контурно-меліоративного землеробства (Тарарико, 1990). Однак, враховуючи фізичний вплив крутизни, що проявляється в прямо-пропорційному збільшенню стоку, та обмеженість відрізків довжини схилу на посівах зернових (до 150-200 м), поверхневих обробітків ґрунту (100-150 м), багаторічних трав (50 м) [Шелякин, Белолипский, Головченко, 1990] при довжині водозборів в Степовому регіоні до 800-1000 м, передбачається більш дробовий облік впливу крутизни схилу на ерозійно-гідрологічні показники. На топографічній карті М : 10 000 це розділення за закладенням горизонталей виконується легко.

При проектуванні ґрунтоводоохоронних заходів для конкретного водозбору агроекологічні групи земель диференціюються наступним чином:

I АЕГЗ: Землі придатні під зерно-паро-просапні сівозміни:

- плато, тераси і схили до  $1^\circ$  з повнопрофільними, напівгідроморфними ґрунтами суглинкового і глинистого гранулометричного складу;
- схили крутістю до  $2^\circ$  із слабоеродованими ґрунтами суглинкового і глинистого гранулометричного складу.

II АЕГЗ: Землі придатні під зерно-трав'яні сівозміни:

- плато і схили  $2-3^\circ$  з ґрунтами скороченого (30-50 см) профілю на щільних породах, слабо-щебенисто-кам'янисті;
- схили крутістю  $3-5^\circ$  з слабоеродованими ґрунтами на пухких породах суглинкового і глинистого гранулометричного складу;
- плато і схили до  $3^\circ$  з дефльованими ґрунтами супіщаного і легкоглинистого гранулометричного складу.

III АЕГЗ: Землі придатні під кормові та овочеві сівозміни:

- заплави високого рівня, широкі днища балок з намитими і лучно-чорноземними ґрунтами.

IV АЕГЗ: Землі сіножатно-пасовищного призначення:

- землі заплав низького і середнього рівня (заливні);
- схили крутістю більше  $5^\circ$  зі слабозмитими і намитими ґрунтами;

- схили крутістю 3-5° з середньо- і сильнозмитими ґрунтами на пухких породах суглинкового і глинистого гранулометричного складу;
- плато і схили до 3° з ґрунтами на щільних породах переважно середньощебенистими;
- рівнинні ділянки і схили до 3 з середнє і сильно солонцюватими ґрунтами, солонцями глибокими і мочаристими ґрунтами;
- землі з вторинно засоленими і підтопленими ґрунтами.

У АЕГЗ: Землі, які підлягають „консервації”:

- землі схилів більше 5° з середньо- і сильнозмитими ґрунтами на пухких породах;
- землі схилів більше 3° середньо- і сильнозмитими ґрунтами на щільних породах;
- землі з сильнощебенистими і кам’янистими ґрунтами;
- землі з піщаними ґрунтами, а також з супіщаними схилів більше 3° на пісках;
- розмиті, а також слабозмиті і намиті ґрунти схилів крутістю 12°;
- солонці мілкі і середні, сильнозасолені ґрунти і мочари;
- землі навколо водоймищ, вздовж річок (водоохоронна зона);
- порушені ґрунти.

У просторовій структурі АЛ виділені АЕГЗ є структурними одиницями постійної дії і закріплюються постійними лінійними рубежами (лісосмуги) із контурно-паралельним розташуванням на місцевості. На другому етапі оптимізації АЛ для досягнення критерію припустимого ґрунтоохоронного рівня після опрацювання структурного перетворення землекористування вся система доповнюється підсистемою ґрунтоводоохоронних заходів (додаток К).

Ця підсистема заходів спрямована на протиерозійну меліорацію земель і підвищення врожайності сільськогосподарських культур. При цьому, створивши АЛ із диференційованим розміщенням агрофонів на водозборі і посиливши агрофони вологонакопичуючими прийомами обробітку ґрунтів, можна скоротити ерозійні процеси на 40-60%. Але це ще не вирішення проблеми, тому що зародження ерозійних процесів, при інтенсивному



використанні земель 1-ї АЕГЗ із включенням „відкритих” агрофонів (просапні культури) створює серйозну ерозійну небезпеку для агрофонів, розташованих нижче.

Для виключення лавинного характеру формування стоку і змиву ґрунту контурно-паралельна організація території доповнюється гідротехнічними спорудами (валами-канавами, валами-терасами), що сполучаються з лісосмугами і, розподіляючи робочі ділянки на мікросмуги, слугують рубежами другого порядку. Місце розміщення гідротехнічних споруд визначається за потенційним об'ємом стоку ( $W_{cm}$ ) 10% забезпеченості за створами елементарних водозборів різноманітної довжини ( $L$ ) і шириною 1 м з автоматизацією розрахунків на персональному комп'ютері за генералізованою формулою:

$$W_{cm} = 10^{-3} \cdot Q \cdot L(1 - e^{-LK}) K_n \cdot K_a \cdot K_{mn} \cdot K_k, \quad (6.1)$$

де  $W_{cm}$  - потенційний об'єм стоку, м<sup>3</sup>;  $L$  - довжина водозбору, м;  $K_n$ ,  $K_a$ ,  $K_{mn}$  - поправочні коефіцієнти на підтип ґрунту, агрофони і протиерозійні прийоми;  $K$  - параметр, що показує зміну усмоктування від довжини схилу на заданому агрофоні: 0,0468 - для багаторічних трав і сіножатей; 0,02132 - для однорічних трав і ярих колосових; 0,01776 - для пару і поверхневих обробіток після колосових попередників;  $e$  - основа натурального логарифму;  $K_k$  - коефіцієнт концентрації водного потоку: для рівних схилів - 1, для улоговинних водозборів - відношення ширини водозбору до ширини прутка балок.

На плані землекористування М 1:10 000 виділяють елементарні водозбори з нанесенням ліній вододілів і ліній виражених водотоків, а також меж контурів із різноманітною крутістю схилів. Потім, починаючи від загального вододілу землекористування, вибудовують базисну лінію з навантаженням об'єму стоку, рівного 1 м<sup>3</sup>/пог.м, від якої униз по схилу на кожному елементарному водозборі площею 0,5-1 км<sup>2</sup> на 2-3 профілях уздовж загального ухилу місцевості визначають точки, що відповідають обраному збільшенню об'єму стоку ( $W_{cm}$ ) униз по схилу.

З'єднавши отримані точки з рівними значеннями об'єму стоку по всіх профілях на елементарних водозборах, одержуємо ізолінії об'єму стоку. Після нанесення ізоліній потенційного стоку коригують межі переходу від однієї АЕГЗ в іншу і, погоджуючи з ізолініями потенційного об'єму стоку, обкреслюють межі полів виділених сівозмінних масивів. По межах полів проектують, як правило, вузькі (2-3-х рядні) лісосмуги з валом-канавою і земляними перемичками в міжряддях.

Розрахунок фактичного об'єму стоку після коригування на різноманітні ґрунтові умови при проектуванні організації території і запланованих підсистемах ґрунтоводоохоронних заходів проводимо в такій послідовності:

- визначаємо зниження об'ємів стоку і його навантаження на одиницю ширини схилу в залежності від найбільш ерозійного агрофону: для I та II АЕГЗ пар, ярі колосові і стокорегулюючі прийоми – щілювання на глибину 45 см, кротування (Методические указания..., 1990);
- уводимо гідротехнічні споруди – вали-канави, гідрологічна спроможність яких дорівнює 0,4 і 0,8 м<sup>3</sup> на пог. м відповідно з заповненням і без заповнення їх органічним заповнювачем;
- розрахункову відстань ( $l_{pac}$ ) між гідротехнічними спорудами на відрізках схилу з різноманітною крутизною визначаємо за формулою:

$$l_{pac} = \frac{l \cdot V_{з.с.}}{\Delta W \cdot K_n \cdot K_{mn}} \quad (6.2)$$

де  $l_{pac}$  - розрахункова відстань між гідротехнічними спорудами, м;  $l$  - довжина схилу на плані, що забезпечує збільшення стоку, см;  $V_{з.с.}$  - об'єм водопоглинання 1 пог. м гідроспоруди, м<sup>3</sup>;  $\Delta W$  - об'єм збільшення стоку, м<sup>3</sup>/пог.м;  $K_n$  та  $K_{mn}$  - коефіцієнти стокорегулюючих агрофонів і протиерозійних заходів.

Система ґрунтоохоронних заходів розроблюється в конкретних проектах. При складанні проекту землеустрою по організації території з ландшафтно-екологічним облаштуванням необхідно дотримуватися наступних принципів (Белоліпський, Белослудцева, 2006):

1. Проектування необхідно проводити від загального до конкретного на основі еколого-ландшафтного облаштування: організація території сільської ради (господарства), ландшафтна смуга земельного наділу (паю).

2. До орнопридатних земель відносяться землі I, II, III АЕГЗ, в яких враховується екологічна однорідність територіальних одиниць АЛ, генетична потужність ґрунтів, ґрунтоутворюючі породи експозиція і форма схилів. Особливості ерозійних і гідротехнічних умов при цьому коригуватимуть технології вирощування с.-г. культур.

3. Обов'язково враховується рельєф. На схилах більше 1° земельні наділи (паї) розміщують вздовж контуру довгою стороною, а на перетинах поперечного профілю розміщують межі ділянок. Схили крутіше 3° (III АЕГЗ) диференціюються на три підгрупи з відповідною зміною с.-г. культур та введенням агроценозів, що збільшують ґрунтозахисний рівень АЛ.

4. В межах гідрографічної мережі схилів балок (IV АЕГЗ), які характеризуються підвищеною зволоженістю ґрунтів за рахунок скидання по них транзитного стоку, необхідним є застосування спеціальної протиерозійної меліорації (залуження), консервація ріллі, формування поліпшених кормових угідь. Окрім того, використання заходів: щілювання, кротування, створення простих гідротехнічних споруд (вали-канави, насипні тераси).

Концептуально-методологічна база захисту ґрунтів від ерозії і дефляції на основі формування еколого-ландшафтної системи землеробства є базою для розробки відповідних організаційних, агротехнічних, луко- та лісомеліоративних, гідротехнічних та ін. заходів при землевпорядному проектуванні.

**Оптимізація структури сільськогосподарських угідь.** Оптимізація структури сільськогосподарських угідь агроландшафтів є першим, найбільш важливим етапом освоєння еколого-ландшафтної системи землеробства, впровадження якої можливе в короткий строк. Вона здійснюється шляхом раціонального скорочення ріллі на схилах крутизною більше 5°, а в окремих випадках і 3-5°.

Еколого-економічне обґрунтування трансформації угідь здійснюється згідно агроекологічної класифікації придатності земель і концептуальних моделей ґрунтоохоронних агроландшафтів. При цьому виведення площ з ріллі на схилах крутизною 3-5° передбачається проводити диференційовано з метою відновлення структури ґрунту та її родючості природним шляхом.

**Структура посівних площ і сівозміни.** Раціональні сівозміни і оптимальна структура посівних площ, яка впливає з них, – головна умова виробництва максимально можливої кількості землеробської продукції з гектара ріллі, створення умов для збереження і підвищення ґрунтової родючості.

У системі землеробства всі сівозміни повинні бути ґрунтозахисними і проектуватися з урахуванням різних агроекологічних груп земель. Важливою економічною і організаційно-господарською вимогою до сівозміни має бути правильне розміщення посівів сільськогосподарських культур в агроландшафті, що дозволить раціонально використовувати землю і ефективно захищати ґрунт від водної і вітрової ерозії.

В умовах розвинутої економічної кризи базовою залишається концепція ведення рослинництва на принципах плодозміну, що забезпечує високу продуктивність сільськогосподарських культур. Віковий досвід показує, що продуктивність більшості культур в сівозмінах на 30-50 % вище, ніж в беззмінних посівах.

Сівозміни повинні проектуватися з урахуванням ґрунтово-екологічних умов (агроекологічних груп земель і агрокліматичних умов). При цьому, обов'язково враховується здатність сільськогосподарських культур захищати поверхню ґрунту від несприятливої дії повітряних потоків, дощових крапель і поверхневого стоку (коефіцієнт їх ґрунтозахисної ефективності), що коливається від нуля до 0,99 (чорний пар – 0, буряк, кукурудза на зерно і зелений корм, соняшник – 0,15, ярі зернові – 0,80, горох, вика – 0,75, озимина зернова – 0,94, багаторічні трави другого року користування – 0,99).

Найбільш оптимальним для I та II-ї агроекологічної групи земель (0-3°) є розміщення польових ґрунтозахисних сівозмін з максимальним насиченням їх просапними культурами. На даному етапі і в майбутньому, агротехнічною основою польових сівозмін є парове поле. При 10-15 % пару в раціональних сівозмінах їх загальна продуктивність не зменшується, а збір цінного продовольчого зерна та інших культур істотно збільшується. У протиерозійних цілях на парових полях висіваються контурні тимчасові буферні смуги з однорічних бобово-злакових сумішей на зелений корм і сіно.

Певна частина земель цієї групи використовуватиметься фермерськими господарствами. Але сама суть їх, як вузькоспеціалізованих, вносить істотні особливості до організації сівозмін. Перш за все, може виникнути необхідність мати пар, а в протиерозійних сівозмінах висівати соняшник. Частина чистого пару повинна коливатися, з урахуванням введення їх на схилах в межах 12-15%. У протиерозійних цілях рекомендується поєднувати їх із смуговим розміщенням культур, посівом буферних смуг.

Через різні причини в структурі посівних площ просапні можуть досягти 40% і більше. Тому у всіх випадках повинні враховуватися такі основні вимоги:

- оптимальне чергування сільськогосподарських культур;
- періодичність їх повернення на колишне місце;
- здатність рослин захищати поверхню ґрунту від дії води і вітру (проективне покриття має бути на схилах 0-3° не нижче 65 %, 3-7° – 75% і більше 7° – 85%);
- забезпеченість бездефіцитного балансу гумусу ґрунту, відтворення якого здійснюється як за рахунок рослинних (кореневих і пожнивних або поукісних) залишків, так і за рахунок внесення органічних добрив.

Істотно можна підвищити продуктивність ґрунтозахисних сівозмін в агроландшафті за рахунок контурно-смугового розміщення посівів сільськогосподарських культур, введення поукісних і проміжних посівів, оптимального вибору покривних культур для багаторічних трав і їх термінів посіву, а також залуження улоговин. Комплексне застосування цих прийомів підвищує екологічну ефективність сівозміни на 25-35 %.

Розробка структури посівних площ на вказаних принципах не вимагає значних матеріальних витрат, а землі схилів при цьому будуть захищені в ерозійно небезпечні періоди рослинним покривом.

**Грунтозахисні технології обробітку сільськогосподарських культур.** У системі протиерозійних заходів агротехнічний блок є одним з найбільш доступних, дешевих і таких, що швидко окупаються.

В умовах недостатнього і нестійкого зволоження при богарному землеробстві врожайність сільськогосподарських культур обмежена дефіцитом продуктивної вологи. Тому пріоритет належить грунтозахисним технологіям, в основу яких покладена мінімізація обробітку ґрунту, спрямована на заощадження, накопичення, економне витрачання вологи і зменшення її випаровування з поверхні.

Систематична різноглибинна обробка забезпечує збільшення продуктивності сівозмін і підвищення ефективності добрив. Під впливом тривалого освоєння грунтозахисних технологій поступово формується верхній біологічно активний шар ґрунту, йде диференціація всього ґрунтового профілю за типом цілинного аналога.

Для відновлення природної родючості і протиерозійної стійкості ґрунтів, особливо чорноземів, необхідне постійне відновлення їх структурності за рахунок внесення відходів тваринництва і рослинництва, комунального господарства, сапропелів, інших нетрадиційних органічних добрив (не менше 10 т/га). При цьому в цілях інтенсифікації гумусоутворення оптимальне співвідношення між органічними і мінеральними добривами повинне бути наступним: на 1 тону органіки 15 кг діючої речовини мінеральних добрив (Шикуча та ін., 1998). Розширеному відтворенню ґрунтової родючості сприяє і ефективне використання рослинних залишків.

Сільськогосподарська техніка повинна вписуватися в грунтозахисні технології, забезпечувати підвищення продуктивності, універсальність, дотримання принципів блоково-модульної побудови агрегатів, що дозволяє

суміщати різні операції. При цьому повинні дотримуватися вимоги екологічної доцільності.

Для підвищення ефективності використання зрошуваних земель необхідно:

- освоїти раціональну структуру посівних площ та мати в кормовій групі 70 відсотків багаторічних трав;
- щорічно виділяти засоби для ремонту колекторно-дренажної мережі та заміну дощувальних машин;
- освоїти прогресивні технології вирощування с.-г. культур, внесення хімічних меліорантів та добрив;
- виключити можливість розвитку іригаційної ерозії шляхом урахування та оцінки рельєфу зрошуваних земель та дотримання норм поливу при їх експлуатації.

### **Лісомеліорація, як просторово-часова основа агроландшафту.**

Лісомеліорація, як просторово-часова основа еколого-ландшафтних систем землеробства, повинна бути комплексною (охоплювати весь агроландшафт) і базуватися на водозбірному принципі проектування, в основі якого лежить гідродинамічна модель ерозії. Аеродинамічна (протидефляційна) модель має підлегле значення і застосовується в зоні розповсюдження ґрунтів легкого механічного складу.

Захисні лісонасадження є довготривалими, стійкими і такими, що постійно діють, елементами ландшафту, екологічний вплив яких на інші ценози і на весь агроландшафт надзвичайно різноманітний, з часом посилюється і набуває необоротного позитивного характеру. Співвідношення різних категорій захисних лісових насаджень в агроландшафті (полезахисні, стокорегулюючі, прияружно-прибалкові лісові смуги, насадження на мережі гідрографії, уздовж річок, навколо водоймищ, споруд і населених пунктів та ін.) визначається його екологічним станом, особливостями рельєфу і ґрунтово-кліматичними параметрами. Основні стокорегулюючі лісосмуги повинні бути підсилені на нижньому узліссі простими гідроспорудами.

Впровадження еколого-ландшафтної системи землеробства припускає значні об'єми створення стокорегулюючих лісових смуг і чагарникових куліс, а також насаджень куртин, що формують смугово-мозаїчну структуру агроландшафту. Параметри стокорегулюючих лісових смуг (ширина, склад, конструкція, схема і тип змішування) повинні бути різними для основних і допоміжних смуг і змінними на їх протязі залежно від умов рельєфу.

В міжсмуговому просторі стокорегулюючих лісових смуг через 100 м потрібно облаштовувати вузькі (1-2-рядні) чагарникові куліси, які поділяють поле на ландшафтно-екологічні смуги. Для підсилення протиерозійної ефективності їх треба посилювати простими гідротехнічними спорудами та посівами багаторічних трав.

Не менш важливу роль відіграють захисні лісонасадження на мережі (відтворення байрачних лісів) гідрографії і на землях, що підлягають консервації. Їх параметри повинні бути диференційовані з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, рельєфу, можливостей використання рекреаційних і санітарно-гігієнічних функцій, а також отримання продуктів побічного користування (дикорослі плоди і ягоди, лікарсько-технічна сировина, продукти бджільництва і т. д.).

В цілому, в залежності від ґрунтово-кліматичних умов та рельєфу, потрібно довести полезахисну лісистість до 4-6 %, лісистість сільгоспугідь до 7-10 %, загальну лісистість території до 17-20%).

**Лукомеліоративні заходи.** Лукомеліоративні заходи як елементи, що стабілізують агроландшафт, включають:

- створення сінокосів і пасовищезмін з чистих посівів і різночасодозріваючих сумішей багаторічних трав на землях, що виводяться з ріллі;
- залуження улоговин в цілях гасіння швидкості і фільтрації поверхневого стоку, запобігання яроутворенню;
- залуження узлісь уздовж захисних лісонасаджень і гідротехнічних споруд;
- залуження виположених ярів.



Диференційоване застосування цих заходів подано в моделях облаштування агроландшафтів.

**Прості гідротехнічні споруди.** Устрій простих гідротехнічних споруд (ГТС) є одним з важливих елементів внутрішньопольової організації території (виділення робочих ділянок всередині полів).

Гідротехнічні споруди (ГТС) розміщуються на такій відстані одна від одної, за якої розрахунковий середньобагаторічний змив ґрунту є меншим за гранично допустиме значення. Параметри споруд залежать від їх призначення: затримати стік заданої забезпеченості або відвести його в мережу гідрографії.

Вибір типу споруди, параметрів їх розміщення на схилі, розмірів виконується на підставі інструктивних матеріалів, що діють, у кожному конкретному випадку окремо.

Створення мережі ГТС слід починати з верхньої частини водозбору при взаємній ув'язці із залуженням улоговин і створенням захисних лісових насаджень. Одночасно з цим в нижній частині водозбору створюють перемички в улоговинах для затримання змитого ґрунту.

Найбільш простими і економічними з лінійних споруд є вали-канави, що створюються плантажним плугом. Вони є добрим способом закріплення поперечного напрямку обробітку поля. Іншим поширеним типом споруд є наорні вали з широкою основою, що створюються звичайними плугами. Їх висота в середньому дорівнює 0,6 м, в улоговинах – до 1 м, а на міжулоговинних вододілах може бути мінімальною.

**Капітальні гідротехнічні споруди.** Найбільш дорогі протиерозійні заходи – це капітальні гідротехнічні споруди. До них відносяться водоутримуючі вали, терасування крутих схилів, виположення ярів, протиерозійні ставочки і ставки, дамби-перемички на вершинах ярів, консольні перепади, швидкотоки, водобійні колодязі тощо. Ці споруди повинні облаштовуватися тільки в окремих випадках для захисту земель, цінних споруд від яружної ерозії, а також попередження замулювання річок і водоймищ по окремих проектах.

**Наукове забезпечення реалізації концепції Луганського інституту АПВ.** Існуючі рекомендації з проектування ґрунтозахисних систем землеробства з контурною організацією території вимагають доопрацювання з врахуванням методологічних підходів створення еколого-ландшафтних систем землеробства і накопиченого досвіду впровадження контурно-меліоративного землеробства (КМЗ).

Всебічний аналіз накопиченої науково-практичної інформації про взаємодію численних природних, антропогенних і соціально-економічних чинників в умовах застосування ґрунтоохоронних систем землеробства можливий сьогодні тільки на основі широкого застосування сучасних інформаційних технологій і комп'ютерної техніки. При цьому знімаються майже всі перешкоди по багатоваріантному моделюванню і знаходженню оптимальних варіантів ґрунтоводоохоронних систем землеробства, що забезпечують максимальний прибуток, розширене відновлення ґрунтової родючості і охорону навколишнього середовища. Для вирішення цих завдань, а також аналізу стану і використання земельних ресурсів, впровадження геоінформаційних технологій, необхідних для ефективного обліку, оцінки і контролю (земельний кадастр), доцільне створення при обласних управліннях земельних ресурсів відповідного інформаційно-аналітичного відділу.

Невід'ємним етапом впровадження систем еколого-ландшафтного землеробства є підготовка відповідних кадрів, як в учбових і проектних організаціях, так і в самих господарствах, а також пропаганда основних ідей і положень в засобах масової інформації і наукових виданнях. Можливі форми підготовки кадрів – лекції і семінари.

Важливим елементом підготовки кадрів стане створення еталонних зразків екологічно збалансованих агроландшафтів в базових господарствах області на основі високоякісних проектів, створених із залученням організацій, що спеціалізуються на даному напрямі. При виборі базових господарств необхідно враховувати як ґрунтово-кліматичні і природно-географічні

особливості, так і наявний досвід впровадження КМЗ, а також виробничу базу учбових закладів сільськогосподарського профілю.

Формування мережі стаціонарів і вивчення ґрунтоохоронних моделей АЛ потрібно почати з розробки кадастру антропогенного навантаження на землях с.-г. призначення (розораність, полезахисна лісистість, природні кормові угіддя, виведене з с.-г. обігу рілля); виявлення наявності об'єктів, які відповідають концептуальним ерозійно-екологічним вимогам і обґрунтування вдосконалення вибраних об'єктів з моделями ґрунтоводоохоронних АЛ, з врахуванням форми землекористування (державна, орендна, фермерська) і визначення об'єму роботи; визначення за регіонами відповідальних наукових підрозділів з відповідним матеріально-технічним забезпеченням, ступенем підготовки науково-технічного персоналу та наукового керівника і фінансування.

Обов'язковими елементами впровадження цих і подальших проєктів повинні стати ретельне дотримання наукових рекомендацій і технологій, авторський нагляд розробників, обов'язкове здійснення догляду за об'єктами в процесі експлуатації.

**Заключення.** Реалізація концепції впровадження системи еколого-ландшафтного землеробства дозволить вирішити наступні природоохоронні, екологічні і соціально-економічні питання:

1. Зменшити інтенсивність ерозії ґрунтів до екологічно безпечних розмірів (середньорічний змив не більше 2 т/га).

2. За рахунок виводу з ріллі певних площ (в основному це змиті ґрунти) зменшити еродованість земель і відновити родючість еродованих ґрунтів без особливих додаткових витрат природним шляхом.

3. Максимально використовувати потенціал природних ресурсів за рахунок скорочення на 25-30% втрат атмосферних опадів на стік і непродуктивне випаровування, зменшення негативної дії посухи і поліпшення гідротермічних умов обробітку сільськогосподарських культур.

4. Створити умови для припинення деградаційних процесів, стабілізації і підвищення родючості ґрунтів, екологізації і біологізації землеробства, що забезпечують властиві природним ландшафтам властивості саморегуляції.

5. Сформувати екологічно збалансовані і високопродуктивні агроландшафти із зменшенням ріллі до 50% від площі сільськогосподарських угідь і збільшенням частки стабілізуючих біологічних екосистем (полезахисна лісистість підвищиться до 4-6%, лісистість сільгоспугідь – до 7-10%, загальна лісистість території – до 17-20%, а площа сіножатей та пасовищ і лугової рослинності – до 25-28% площі сільгоспугідь), а також розширити мережу заповідних природних територій і екологічних коридорів.

6. Сформувати ґрунтоводоохоронну просторову структуру агроландшафтів (захисні лісові насадження, гідротехнічні споруди, ділянки постійного залуження за контурного їх розміщення), використовуючи басейновий (водозбірний) принцип проектування незалежно від форм власності і структури землекористування.

7. Адаптувати технологічні елементи системи землеробства до сформованої просторової структури агроландшафту, при цьому диференційовано використовувати земельні ресурси і тим самим забезпечити технологічність (цілеспрямоване застосування добрив, паливно-мастильних матеріалів, якість обробітку, підвищення врожайності) обробітку. При цьому, підвищиться врожайність сільськогосподарських культур на 25-30% (валовий вихід продукції збільшиться, не дивлячись на скорочення площі ріллі), а на залужених схилах буде отримано біля 35-40 ц/га повноцінного корму при загальному скороченні потреби в добривах на 25-30 % і в паливно-мастильних матеріалах на 35-40 %.

#### **6.4. Проектування комплексів протиерозійних заходів на розрахунковій основі**

У підрозділах 6.1, 6.2, 6.3 даної роботи представлено підходи до проектування і створення комплексів протиерозійних заходів, в основі яких лежить певний, чітко визначений „каркас” із заходів з наперед визначеними параметрами. Ці підходи було розроблено на основі результатів багаторічних досліджень, які було проведено на певних об’єктах з певними природно-антропогенними умовами. Крім того, ці підходи було реалізовано на певних територіальних об’єктах з добре вивченими заздалегідь природними та антропогенними умовами. До того ж, проектування, впровадження та експлуатація цих протиерозійних комплексів відбувались під „щільним” авторським контролем, який здійснювали провідні вчені та фахівці держави. Звідси, висока протиерозійна та економічна ефективність протиерозійних комплексів у представленому в даній роботі вигляді є доведеною саме для цих об’єктів. Але величезне різноманіття природних і антропогенних умов України та необхідність спрощеного опанування методики проектування протиерозійних комплексів великою кількістю фахівців вимагають більш гнучкого, розрахунково-нормативного підходу до проектування протиерозійних комплексів, який базується на спрощених розрахунках, що дозволяють технологічно та неупереджено врахувати особливості природно-антропогенних умов місцевості. Такий розрахунково-нормативний підхід дозволить уникнути шаблонного проектування протиерозійних комплексів під час широкого їх впровадження в межах України (вище ми зупинялись на шкідливості та недопустимості шаблонного підходу до захисту ґрунтів від ерозії).

Одним із найбільш апробованих розрахункових підходів до проектування протиерозійних комплексів є підхід Українського НДІ захисту ґрунтів від ерозії (нині Луганський інститут АПВ), який базується на розрахунках обсягів

водного стоку в межах певної територіальної одиниці. Цей підхід полягає у наступному (Захист ґрунтів..., 1986; Справочник..., 1990).

На основі наявних даних визначається поверхневий стік талих і дощових вод з кожної ділянки конкретного виду використання (Захист ґрунтів..., 1986). З врахуванням ерозійних вітрів і об'єму стоку на цих ділянках виконується комплекс агротехнічних протиерозійних заходів. Після цього необхідно розрахувати затриманий і остаточний стік. Залежно від величини остаточного стоку проектують водорегулюючі лісові смуги. Якщо і після цього стік не припиняється, надлишок стоку необхідно повністю затримати або безпечно скинути за допомогою гідротехнічних протиерозійних заходів.

Розробка комплексу протиерозійних заходів починається з польового обстеження території, обробки його результатів та ґрунтово-ерозійного картування. Під час ґрунтово-ерозійного картування проводять такі роботи:

- загальне маршрутне ознайомлення з обстежуваною територією;
- закладання розрізів (прикопок) і попереднє визначення ступеню еродованості ґрунтів;
- відбирання зразків для подальшого визначення кількісних показників ґрунту;
- збирання відомостей про використання земель і агровиробничі властивості ґрунтів;
- виділення контурів змитих ґрунтів та їх комплексів (за наявності матеріалів дистанційного зондування його роблять у передпольовий період, а в полі здійснюють уточнення);
- остаточне камеральне уточнення контурів змитих ґрунтів та їх комплексів за матеріалами дистанційного зондування;
- оформлення ґрунтової (ґрунтово-ерозійної) карти;
- здавання і приймання польових і картографічних робіт.

З метою підвищення точності, об'єктивності і економічності картографування еродованих ґрунтів слід використовувати методи дистанційного зондування (див. розділ 7 даної роботи).

Для розробки протиерозійного комплексу використовують планово-картографічні матеріали масштабу 1:10000 або 1:5000 з горизонталями, на які наносять ґрунтові контури та легенду до ґрунтової карти.

Потім на карту з ґрунтовими контурами наносять елементарні водозбори і в їх межах – важливу польову інформацію (місця закладання розрізів, прикопок і свердловин, траси закладання ґрунтово-геоморфологічних профілів і т. д.).

Далі розраховують шари та обсяги стоку талих і зливових вод 10%-вої забезпеченості з конкретних ділянок різного сільськогосподарського використання. Шар стоку за період весняної повені ймовірністю перевищення  $p=10\%$  (згідно з ВСН 04-77, 1979) обчислюють за формулою:

$$h_{p\%} = (C \cdot h_k - b) \delta_n \cdot k \cdot k_e, \quad (6.3)$$

де  $h_{p\%}$  - шар стоку за період весняної повені певної ймовірності перевищення, мм;  $h_k$  - шар стоку за період весняної повені ймовірністю перевищення  $p=1\%$ , мм (визначається за картою додатка 10 ВСН 04-77);  $C$ ,  $b$  – коефіцієнти переходу від шару стоку за період весняної повені ймовірністю перевищення  $p=1\%$  до шару стоку ймовірністю перевищення  $p=10\%$  (для лісової зони  $C=0,69$ ,  $b=10$ ; для лісостепової та степової зон –  $C=0,66$ ,  $b=15$ );  $\delta_n$  - коефіцієнт, що враховує зниження шару стоку за період весняної повені внаслідок залісення водозбору (див. нижче);  $k$  - коефіцієнт, що враховує вплив видів оранки на шар стоку за період весняної повені (за площ водозбору  $F \leq 0,05 \text{ км}^2$   $k$  дорівнює: для оранки впоперек схилу – 0,8, оранки уздовж схилу – 1,2, для спасуваного перелугу та цілини – 1,3; за площ водозбору  $F > 0,05 \text{ км}^2$  значення  $k$  береться рівним 1);  $k_e$  - коефіцієнт обчислення впливу експозиції схилів (визначається наближено за таблицею 6.2 і додатком 2 ВСН 04-77).

Коефіцієнт, що враховує зниження шару стоку за період весняної повені внаслідок залісення водозбору визначають наступним чином:

$$\delta_n = \frac{1}{1 + 0,01 \cdot f_n}, \quad (6.4)$$

де  $\delta_n$  - коефіцієнт, що враховує зниження шару стоку за період весняної повені внаслідок залісення водозбору;  $f_n$  - площа лісу на водозборі, %.

Таблиця 6.2. Визначення коефіцієнта обчислення впливу експозиції схилів (Захист ґрунтів..., 1986)

Номер району на карті додатка 2 ВСН 04-77	Експозиція схилів	$k_e$
I, II, III, IV, V, VI, VIII, XIII	Сх, ПдСх, ПнЗх	0,7-0,8
	Пн, ПнСх, Зх	0,9-1,0
	Пд, ПдЗх	1,2
VII, IX, X, XII, XVIII	Зх, ПдЗх, ПнСх	0,7-0,8
	Пн, ПнЗх, Сх	0,9-1,0
	Пд, ПдСх	1,2
IX, XV, XVI	Пд, ПдСх, ПнСх	0,7-0,8
	Пн, Зх, ПдСх	0,9-1,0
	Сх, ПнСх	1,2
XIV, XVII	Пд, ПдЗх, ПнЗх	0,7-0,8
	Пн, Зх, ПдСх	0,9-1,0
	Сх, ПнСх	1,2

Для замкнених водозборів, гирл балок, донних ярів і під час розрахунку шару стоку в цілому по господарству коефіцієнти  $k$  і  $k_e$  дорівнюють 1

Обсяг стоку весняної повені розраховують за формулою:

$$W_{10\%} = 1000 \cdot h_{10\%} \cdot F, \quad (6.5)$$

де  $W_{10\%}$  - обсяг стоку ймовірністю перевищення  $p=10\%$ , м<sup>3</sup>;  $h_{10\%}$  - шар стоку за період весняної повені ймовірністю перевищення  $p=10\%$ , мм;  $F$  - площа водозбору, км<sup>2</sup>.

Шар дощового паводкового стоку ймовірністю перевищення  $p=10\%$  на водозборах лісової зони площею  $F < 50$  км<sup>2</sup> і на водозборах лісостепової та степової зон площею  $1 < 50$  км<sup>2</sup>  $< F$  визначають за формулою:

$$h_{10\%} = H_{1\%} \varphi_1 \lambda'_{p\%}, \quad (6.6)$$

де  $h_{10\%}$  - шар дощового паводкового стоку ймовірністю перевищення  $p=10\%$ , мм;  $H_{1\%}$  - добовий шар опадів ймовірністю перевищення  $p=1\%$ , мм (визначається по карті у додатку 12 ВСН 04-77);  $\varphi_1$  - об'ємний коефіцієнт стоку (визначається по аналогії з вивченими водозборами, у разі відсутності аналогії



– за таблицею 6.3);  $\lambda'_{p\%}$  - перехідний коефіцієнт від ймовірності перевищення  $p=1\%$  до ймовірності перевищення  $p=10\%$  (таблиця 6.4).

Таблиця 6.3. Розрахунок об'ємного коефіцієнта стоку  $\varphi$  (Захист ґрунтів..., 1986)

Категорія ґрунтів	Ґрунти	Добовий шар опадів $H$ , мм	Об'ємний коефіцієнт стоку
III	Дерново-підзолисті і сірі лісові, суглинки, змиті суглинкові чорноземи	80	0,35
		100	0,37
		120	0,40
		140	0,43
		160	0,47
		180	0,51
		200	0,55
IV	Глибокі чорноземи звичайні й південні, світло-каштанові, лес, карбонатні, темно-каштанові	80	0,20
		100	0,24
		120	0,28
		140	0,33
		160	0,37
		180	0,42
		200	0,46
V	Супісок, бурі і сіро-бурі пустельно-степові, сіроземи супіщані й піщані	80	0,15
		100	0,19
		120	0,23
		140	0,27
		160	0,31
		180	0,34
		200	0,37
250	0,45		
За значного задерніння ґрунтів, тобто за товщини рослинного шару понад 20 см, III і V категорії ґрунтів переходять у IX категорію			

Таблиця 6.4. Розрахунок перехідного коефіцієнта  $\lambda'_{p\%}$  (Захист ґрунтів..., 1986)

Площа водозбору, км <sup>2</sup>	Коефіцієнт $\lambda'_{p\%}$ для переходу від ймовірності перевищення $p=1\%$ до ймовірності перевищення $p=10\%$
>100	0,40
50-100	0,34
10-50	0,26
1-10	0,23
<1	0,23

Шар дощового паводкового стоку ймовірністю перевищення  $p\%$  для річок степової та лісостепової зон за площі водозбору  $F \leq 1 \text{ км}^2$  слід обраховувати за формулою:

$$h_{p\%} = \psi_{\tau} \cdot H_{1\%} \varphi_1 \lambda'_{p\%}, \quad (6.7)$$

де  $h_{p\%}$  - шар дощового паводкового стоку ймовірністю перевищення  $p\%$ , мм;  $\psi_{\tau}$  - ордината кривої редукації шару опадів, відповідна часу  $\tau=150$  хв. (визначається за таблицею 6.5);  $H_{1\%}$  - добовий шар опадів ймовірністю перевищення  $p=1\%$ , мм (визначається по карті у додатку 12 ВСН 04-77);  $\varphi_1$  - об'ємний коефіцієнт стоку (визначається по аналогії з вивченими водозборами, у разі відсутності аналогії – за таблицею 6.3);  $\lambda'_{p\%}$  - перехідний коефіцієнт від ймовірності перевищення  $p=1\%$  до ймовірності перевищення  $p=10\%$  (таблиця 6.4).

Таблиця 6.5. Розрахунок ординати кривої редукації шару опадів (Захист ґрунтів..., 1986)

<i>Номер району по карті</i>	<i>Райони осереднених кривих редукації опадів</i>	<i>Ординати осереднених кривих редукації опадів за тривалості інтервалу <math>\tau = 150</math> хв</i>
3а	Рівнинні області України	0,70
4а	Схід України, Південний Крим	0,74

Обсяг дощового стоку ( $W_{10\%}$ ) слід визначати за формулою 6.5, у якій величина шару дощового стоку ( $h_{10\%}$ ) розраховується за формулами 6.6 або 6.7.

Розрахунок шару стоку з конкретних ділянок водозбору проводять за методикою ВНДІЗіЗГЕ.

Стік талих і дощових вод 10%-вої забезпеченості з кожної ділянки конкретного виду використання визначають за формулою:

$$h = \frac{h_{10\%} \cdot S \cdot K}{K_1 S_1 + K_2 S_2 + \dots + K_n S_n},$$

(6.8)

де  $h_{10\%}$  - стік 10%-вої забезпеченості з площі водозбору, мм;  $S$  – загальна площа водозбору, га ( $\text{км}^2$ );  $S_1, S_2, S_n$  - площі ділянок сільськогосподарських культур та інших угідь, розміщених на ґрунтах різного ступеня еродованості, га ( $\text{км}^2$ );  $K_1, K_2, K_n$  - коефіцієнти багатофакторної залежності стоку з конкретних ділянок, отримані перемноженням часткових коефіцієнтів залежності стоку від ступеня змитості ґрунтів, культури (угіддя) та генетичного типу ґрунту (коефіцієнти залежності стоку від змитості беруть [за Г.І. Швєбсом] такі: для незмитих ґрунтів – 1, слабозмитих – 1,20, середньозмитих – 1,35, сильнозмитих – 1,45; коефіцієнти залежності стоку від виду сільськогосподарських культур і угідь слід брати такі: для розрахунку стоку талих вод [за І.П. Сухаревим] – для зябу – 1, озимих культур суцільної сівби – 1,85, багаторічних трав – 1,50, лісосмуг та лісу – 0,37, природних кормових угідь – 1,36, для розрахунку стоку зливових вод [за В.О. Белоліпським] – для багаторічних трав – 1, озимих культур суцільної сівби – 1,30, ярих культур суцільної сівби – 1,50, просапних культур – 1,55; коефіцієнти залежності стоку від генетичного типу ґрунтів [за Б.В. Поляковим] слід приймати такі: для опідзолених ґрунтів – 0,80, чорноземів – в середньому 0,57, каштанових ґрунтів – 0,70).

Для ділянок під природними кормовими угіддями та лісом, якщо відсутні дані розподілу їх площ за генетичними типами ґрунтів, слід обчислювати середній коефіцієнт від поширених основних типів.

Крутість схилів та їх експозиція враховується через інтегральний показник – ступінь еродованості ґрунтів (Захист ґрунтів..., 1986).

За матеріалами гідрологічних розрахунків складають картограму поверхневого стоку і потенційного змиву ґрунтів (Справочник..., 1990). Для цього використовують топоплани (в масштабі 1:10000 з перерізом рельєфу 2,5 м), на яких проводять вододільні лінії між основними ланками гідрографічної мережі (річки, долини, лощини тощо). В їх межах виділяють елементарні

водозбори улоговин і інших водотоків, за якими визначають шар і обсяг поверхневого стоку за існуючого використання території та складають картограму об'ємів стоку на 1 пог. метр схилу.

Безпосереднє планування протиерозійного комплексу починається з планування агротехнічних заходів (Захист ґрунтів..., 1986). Спочатку розроблюють сівозміни, які мають відповідати двом основним вимогам: забезпечувати високу врожайність сільськогосподарських культур та попередження ерозійних (дефляційних) процесів. Особливості планування ґрунтозахисних сівозмін розкрито у розділах 4 і 5 даної роботи та в різних літературних джерелах, наприклад (Захист ґрунтів..., 1986). Далі плануються агротехнічні прийоми (спочатку найдешевші, потім більш коштовні), які сприяють механічній затримці стоку (створення протиерозійного мікрорельєфу), підвищують водопроникливість ґрунтів (щілювання, глибока оранка та оранка з ґрунтопоглибленням, снігозатримання, сівба поперек схилу тощо) та збільшують ерозійну стійкість ґрунтової поверхні (безполіцеві та плоскорізнні обробітки, буферні смуги, смугове розміщення культур, куліси тощо). Особливості застосування агротехнічних протиерозійних заходів наводяться у розділах 4 і 5 даної роботи.

На природних кормових угіддях виконують низку заходів з їх корінного і поверхневого поліпшення (див. розділ 4 даної роботи).

Потім визначають об'єм стоку, який затримується введеними агротехнічними заходами (табл. 6.6) [Справочник..., 1990].

Якщо після введення вище зазначених агротехнічних протиерозійних заходів залишається остаточний стік, то його треба зарегулювати лісомеліоративними протиерозійними заходами (особливості застосування лісомеліоративних протиерозійних заходів наводяться у розділах 4 і 5 даної роботи). На ділянках з високою ерозійною небезпекою лісомеліоративні заходи підсилюють простими гідротехнічними спорудами (на нижньому по схилу міжрядді прокладають каналу, а по нижньому краю лісосмуги – водозатримуючий вал).

Після цього, визначають об'єм стоку, який затримується введеними лісомеліоративними заходами. За даними І.Г. Зикова (за [Справочник..., 1990]) поглинання талих вод у водорегулюючих лісосмугах сягає на змитих сірих лісових ґрунтах 300-450 мм, а за підсилення їх гідроспорудами 2000-3000, на чорноземах вилугуваних – 400-450; типових і звичайних – 400-500, чорноземах південних – 350-400, на каштанових ґрунтах – 250-300, а за підсилення канавами – 800-1200, на світло-каштанових – 200-250, а за підсилення канавами – 600-1000 мм.

Таблиця 6.6. Зниження поверхневого стоку і змиву ґрунтів агротехнічними прийомами (середньобагаторічні дані В.Д. Іванова за [Справочник..., 1990])

<i>Агроприйом</i>	<i>Попереджений стік, мм</i>		<i>Попереджений змив, т/га</i>	
	<i>Чорноземи</i>	<i>Сірі лісові ґрунти</i>	<i>Чорноземи</i>	<i>Сірі лісові ґрунти</i>
Зяблева оранка впоперек схилу у порівнянні з оранкою уздовж схилу	8,5	8,0	5,9	10,9
Зяблева оранка з ґрунтопоглибленням на 10-15 см у порівнянні з оранкою впоперек схилу на 20-22 см	10,8	13,1	2,7	4,6
Осіньне щільювання зябу, озимих та багаторічних трав у порівнянні з нещільюваними варіантами	32,0	-	9,2	-
Комбінована полицево-безполицева зяблева оранка у порівнянні з полицевою	-	4,7	-	7,2
Обвалування зябу та гребінчаста оранка у порівнянні із звичайною оранкою впоперек схилу	8,3	13,1	6,8	6,3
Безполицевий зяблевий обробіток ґрунтів у порівнянні	11,5	19,5	7,4	10,2

із звичайним полицевим				
Снігозатримання і смугове ущільнення снігу	-	3,0	-	3,0

Якщо ж введення усіх вище перерахованих агротехнічних та лісомеліоративних заходів не забезпечує повне затримання стоку або безпечне скидання його надлишків, то протиерозійний комплекс слід доповнювати гідротехнічними заходами – валами-терасами, валами-канавами, лиманами, розпилувачами стоку, різноманітними водоутримуючими спорудами (особливості застосування гідротехнічних протиерозійних заходів наводяться у розділі 4 даної роботи). Залежно від інтенсивності прояву ерозійних процесів проектуються як окремі види споруд, так і різні їх поєднання (Захист ґрунтів..., 1986). Об'єми поверхневого стоку, який затримується гідротехнічними спорудами представлено в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7. Об'єм поверхневого стоку, який затримується 1 пог. м різних гідротехнічних споруд (дані М.М. Копистинського за [Справочник..., 1990])

Ухил схилу, °	Вал трикутної форми без канави					Вал-тераса з оброблюваними відкосами за ширини захвату сіялки 3,6 м	Вал-канави (висота валу і глибина канави – 0,5 м)	
	Об'єм води (м <sup>3</sup> ), що затримується, за висоти валу, м						Об'єм води, що затримується, м <sup>3</sup>	Довжина прудку, м
	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4			
1	7,2	16,5	22,7	37,0	55,7	-	4,7	22,4
2	3,2	7,7	10,2	17,6	25,9	-	2,4	11,0
3	2,0	4,7	6,2	10,9	16,2	-	1,6	7,2
4	1,4	3,3	4,2	7,4	11,4	-	1,2	5,2
5	1,0	2,4	3,1	5,4	8,4	-	1,0	4,1
6	0,7	1,9	2,4	4,2	6,6	1,77	0,9	3,3
7	0,6	1,5	1,9	3,4	5,3	-	0,8	2,8
8	0,5	1,2	1,5	2,7	4,3	1,64	0,7	2,4
9	0,3	1,0	1,2	2,3	3,6	-	0,6	2,1
10	0,3	0,8	1,1	1,9	3,0	1,56	0,5	1,8
12	-	-	-	-	-	1,51	-	-
14	-	-	-	-	-	1,07	-	-
16	-	-	-	-	-	0,99	-	-

18	-	-	-	-	-	0,54	-	-
----	---	---	---	---	---	------	---	---

Під час проектування протиерозійних комплексів слід мати на увазі, що протиерозійні заходи у зоні нестійкого та недостатнього зволоження мають забезпечувати максимальне затримання стоку, у зоні нормального зволоження – затримання стоку, його безпечне відведення та зберігання, у зоні надлишкового зволоження – максимально безпечне відведення та скидання стоку (Справочник..., 1990).

Слід зауважити, що викладений вище підхід до проектування протиерозійних комплексів на основі розрахунків стоку не є єдиним. Існують також підходи до проектування протиерозійних комплексів на основі розрахунків змиву ґрунту за певною моделлю ерозії (наприклад [Булыгин, 1988]).

## **7. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЮ ЕРОДОВАНOSTI (ДЕФЛЬОВАНOSTI) ҐРУНТІВ, ІНТЕНСИВНОСТІ ЕРОЗІЇ (ДЕФЛЯЦІЇ) ТА ПРОТИЕРОЗІЙНОЇ (ПРОТИДЕФЛЯЦІЙНОЇ) СТІЙКОСТІ ҐРУНТІВ**

Проектування протиерозійних (протидефляційних) заходів (комплексів заходів) та відслідковування їх ефективності повинні базуватися на точній інформації про еродованість (дефльованість) ґрунтів і земель, протиерозійну (протидефляційну) стійкість ґрунтів та поточну інтенсивність ерозійних (дефляційних) або стокових процесів. На основі цієї інформації визначають склад і характеристики протиерозійних (протидефляційних) заходів, які треба впроваджувати на певній території, а також коригують вже впроваджені заходи. Тому, важливою складовою захисту ґрунтів від ерозії є методи визначення ступеню еродованості (дефльованості) ґрунтів, інтенсивності ерозії (дефляції) та протиерозійної (протидефляційної) стійкості ґрунтів.

### **7.1. Методи визначення ступеню еродованості ґрунтів, інтенсивності ерозії та протиерозійної стійкості ґрунтів**

#### **7.1.1. Методи діагностики еродованості ґрунтів**

Важливою ланкою методичного забезпечення охорони ґрунтів від ерозії є діагностика та класифікація еродованих ґрунтів з метою визначення їх приналежності до того чи іншого таксону. Саме на основі визначення ступеню еродованості ґрунтів і приймаються рішення щодо подальшого їх використання та охорони.

*Основні підходи до діагностики і класифікації еродованості ґрунтів.* На сьогоднішній день, всі загально визнані схеми діагностики та класифікації еродованих (змитих) ґрунтів базуються на визначенні змін параметрів даного ґрунту в порівнянні з параметрами еталону, за який править нееродований



(незмитий) ґрунт, що знаходиться в аналогічних умовах (С.С. Соколов, С.В. Наумов, М.М. Заславський, Г.І. Швебс).

Однією із найпопулярніших класифікаційних схем еродованих ґрунтів є схема С.С. Соколова (табл. 7.1).

Таблиця 7.1. Класифікаційна схема змитих ґрунтів за С.С. Соколовим (Швебс, 1981)

Ступінь змитості	Ознаки еродованості за зовнішнім виглядом оранки	Типи ґрунту		
		чорнозем	сірий та бурий лісовий	дерново-підзолистий
Слабозмиті	Струмкові вимоїни на поверхні	Змитий не більш ніж на половину гумусовий горизонт <i>A</i> , розораний скорочений горизонт <i>A</i>	Змитий не більш ніж на половину горизонт <i>A</i> , розораний скорочений горизонт <i>A</i>	Змитий частково горизонт <i>A</i>
Середньозмиті	Буруватий відтінок	Змитий більш ніж на половину або повністю горизонт <i>A</i> , розораний або підорюється перехідний горизонт <i>B</i>	Змитий більш ніж на половину або повністю горизонт <i>A</i> , розорана верхня частина ущільненого горизонту <i>B</i>	Змитий частково або повністю підзолистий горизонт, розорана верхня частина ілювіального горизонту
Сильнозмиті	Бурий колір, брилистість та схильність до кіркоутворення	Змитий частково перехідний горизонт, розорана середня або нижня частина перехідного горизонту	Змитий частково ущільнений ілювіальний горизонт <i>B</i> , розорана середня або нижня частина ущільненого ілювіального горизонту <i>B</i>	Змитий частково ілювіальний горизонт, розорана середня або нижня частина ілювіального горизонту

За класифікаційною схемою еродованих ґрунтів С.В. Наумова (1955), в якості основного критерію змитості (еродованості) виступає зменшення вмісту гумусу у верхніх шарах ґрунтів (табл. 7.2).

Таблиця 7.2. Класифікаційна схема змитих ґрунтів за С.В. Наумовим (Швебс, 1981)

Категорія змитості	Оцінка категорії змитості, %		
	зменшення запасу гумусу		змитість усього ґрунтового профілю (A+B)
	у всьому ґрунтовому профілі (A+B)	у верхньому шарі (25 см)	
Слабозмиті	до 30	до 25	до 20
Середньозмиті	30-60	25-50	20-40
Сильнозмиті	60-80	50-75	40-60
Дуже сильнозмиті	80-100	75-100	60-100

Такий самий критерій використовував М.М. Заславський (1966) під час розробки своєї класифікаційної схеми еродованих ґрунтів (табл. 7.3).

Таблиця 7.3. Класифікаційна схема змитих чорноземів Молдови за М.М. Заславським (Швебс, 1981)

Категорія	Ступінь еродованості	Колір поверхневого шару ґрунту	Ступінь змитості генетичних горизонтів	Зменшення глибини шару ґрунту (із вмістом гумусу > 1%), % від глибини 346ико рис346346вно ю ґрунту	Зменшення запасу гумусу в шарі 0-50см, % від запасу в 346ико рис346346вно ю ґрунті
I	Слабка	Слабко освітлений	Не більше 50 % горизонту A	<30	<20
II	Середня	Освітлений	Більше 50 % або повністю горизонт A	30-60	20-50
III	Сильна	Світлий	Частково або повністю горизонт B	>60	>50

А узагальнена схема М.М. Заславського для всіх типів ґрунтів базується на використанні такого критерію як зменшення вмісту гумусу в ґрунті (в шарі 0-30 або 0-50 см) і має наступний вигляд (табл. 7.4).

Іншу класифікаційну схему еродованих ґрунтів, побудовану на основі визначення змін запасів гумусу по відношенню до еталону (табл. 7.5),

запропонував Г.І. Швєбс (1981). Цю схему деякі автори (Світличний, Чорний, 2007) вважають найбільш аргументованою серед існуючих.

Таблиця 7.4. Класифікація ґрунтів за ступенем змитості за М.М. Заславським (Заславский, 1979)

Категорії змитості ґрунтів	% зменшення вмісту гумусу у верхньому шарі (0-30 або 0-50 см) в порівнянні з незмитим ґрунтом
Слабозмиті	10-20
Середньозмиті	20-50
Сильнозмиті	Більше 50

Таблиця 7.5. Схематична класифікація ґрунтів за ступенем ерозійної трансформації (Швєбс, 1981)

Показник	Ступінь ерозійної трансформації ґрунту				
	Намитий	Незмитий	Слабозмитий	Середньозмитий	Сильнозмитий
$\frac{G - G_{em}}{G_{em}}$	> 0,0	0,0	0,0-(-0,3)	(-0,3)-(-0,5)	< -0,5
$\frac{G}{G_{em}}$	> 1,0	1,0	1,0-0,7	0,7-0,5	< 0,5
<i>G</i> - вміст гумусу в даному ґрунті; <i>G<sub>em</sub></i> - вміст гумусу в ґрунті, який прийнято за еталон					

Запропоновані класифікаційні схеми мають певні недоліки. По-перше, в сучасних умовах пошук еталонних (нееродованих) ґрунтів є справою дуже важкою, тому що в якості еталону можна використовувати лише такі ґрунти, які лежать в аналогічних (до того ґрунту, який ми класифікуємо) умовах і при цьому не зазнали впливу ерозії, а їх не завжди можливо знайти. По-друге, в певних ґрунтах (в тому числі і чорноземних) не завжди можливо чітко та однозначно виділити межі між горизонтами (які часто є розмитими). До того ж, справа ускладнюється тим, що по мірі змиву верхнього шару ґрунту до цього шару можуть поступово підорюватись нижні шари ґрунту або, навіть, породи (Швєбс, 1981). По-третє, дослідження деяких науковців (Світличний, Чорний, 2007), а також наші власні дослідження дозволяють стверджувати про наявність на певних схилах не просто змитих, а змито-намитих ґрунтів, з дуже

варіабельною у просторі глибиною гумусових горизонтів (за рахунок чергування у просторі зон ерозії та акумуляції). Причому, в залежності від режиму опадів, ці зони переважного змиву та переважної акумуляції можуть змінювати своє положення на схилі (Світличний, Чорний, 2007). Наявність таких ґрунтів зумовлює коливання у просторі і часі величин глибини гумусових горизонтів, що накладає певні обмеження на можливості використання вище викладених класифікаційних схем еродованих ґрунтів.

Принципово іншу систему діагностики і класифікації еродованих ґрунтів запропонували М.І. Полупан та ін. (Полупан, Соловей, Величко, 2005). В їх класифікації ґрунтів еродовані ґрунти запропоновано виділяти на рівні варіанту, причому не розділяючи їх за ступенем еродованості.

Недоліками такої системи діагностики та класифікації еродованих ґрунтів є відсутність поділу на ступені еродованості, що суттєво погіршує практичне застосування цього підходу, а також дуже низький таксономічний рівень (варіант), який відвели еродованим ґрунтам (хоча ерозійні впливи можуть призводити до суттєвих трансформацій ґрунту). До того ж, в межах даного підходу не зовсім чітко окреслено діагностичні ознаки еродованості.

*Використання допоміжних показників з метою діагностики ступеню еродованості ґрунтів.* Одним із напрямків подальшого удосконалення діагностики та класифікації еродованих ґрунтів є використання допоміжних показників. В якості допоміжних показників при встановленні ступеню еродованості ґрунтів можна використовувати деякі фізичні та хімічні характеристики ґрунтів, які змінюються внаслідок дії ерозійних процесів.

Наприклад, такими допоміжними показниками, які залежать від ступеню еродованості ґрунтів можуть виступати показники структурно-агрегатного складу та водостійкості структури. Так, в роботі (Скородумов, 1973) наводяться дані структурно-агрегатного складу ґрунтів різного ступеню змитості (табл. 7.6).

Таблиця 7.6. Структурно-агрегатний склад малогумусних глибоких чорноземів (Скородумов, 1973)

Ґрунти	Глибина взяття зразку, см	Спосіб просію- вання	Вміст агрегатів, %, розміром, мм									
			>10	10-5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	<0,25	>0,25	>1
Незмиті	0-20	Сухий	29,6	24,9	12,1	4,0	8,4	8,1	4,7	8,2	91,8	79,0
		Мокрий	-	-	-	0,5	1,4	2,6	11,6	83,9	16,1	1,9
	30-40	Сухий	19,1	23,8	15,2	5,6	11,7	10,9	6,3	7,4	92,6	75,4
		Мокрий	-	-	-	1,4	2,3	15,2	14,9	66,2	33,8	3,7
Слабозмиті	0-20	Сухий	21,6	16,9	14,2	8,5	9,1	7,7	8,2	13,8	86,2	70,3
		Мокрий	-	-	-	-	2,7	4,8	8,9	83,6	16,4	2,7
	30-40	Сухий	25,5	19,9	14,7	6,5	8,4	7,1	5,6	12,3	87,7	75,0
		Мокрий	-	-	-	1,7	3,2	16,8	15,2	63,1	36,9	4,9
Середньозмиті	0-20	Сухий	32,8	17,7	8,9	3,2	7,9	10,5	7,8	11,2	88,8	70,5
		Мокрий	-	-	-	-	2,3	3,5	8,4	85,8	14,2	2,3
	30-40	Сухий	25,7	26,3	10,8	4,8	8,5	7,6	5,9	10,4	89,6	76,1
		Мокрий	-	-	-	0,7	1,9	10,6	14,0	76,8	27,2	2,6
Сильнозмиті	0-20	Сухий	24,6	23,9	8,8	3,6	6,7	8,1	6,3	18,0	82,0	67,6
		Мокрий	-	-	-	-	1,4	3,2	10,8	84,6	15,4	1,4
	30-40	Сухий	30,0	23,6	11,8	3,8	8,1	6,6	4,8	11,3	88,7	77,3
		Мокрий	-	-	-	-	1,5	9,9	13,5	75,1	24,9	1,5

Бачимо, що при переході від незмитих ґрунтів до сильнозмитих вміст сухих агрегатів > 1 мм (грудкуватість ґрунту) в поверхневому шарі (0-20 см) ґрунтів має тенденцію до зменшення (з 79,0 до 67,6 %). Подібна ситуація спостерігається і у випадку водостійких агрегатів (з 1,9 в шарі 0-20 см і 3,7 в шарі 30-40 см до 1,4 в шарі 0-20 см та 1,5 в шарі в шарі 30-40 см).

В цій же роботі наводяться дані, що показують зміну вмісту водостійких агрегатів у чорноземі глибокому малогумусному крупнопилувато-легкосуглинковому в залежності від ступеню змитості (табл. 7.7).

Таблиця 7.7. Вміст водостійких агрегатів (%) у чорноземі глибокому малогумусному крупнопилувато-легкосуглинковому в залежності від ступеню змитості (Скородумов, 1973)

Ґрунти	Орний шар	Підорний шар
Слабозмиті	20,5	21,7
Середньозмиті	12,8	16,2
Сильнозмиті	8,7	12,4

А в роботі (Захист ґрунтів..., 1986) наводяться наступні дані, які свідчать про погіршення структурного стану та водостійкості структури чорнозему звичайного із збільшенням ступеню еродованості (табл. 7.8).

Таблиця 7.8. Вміст структурних агрегатів розміром понад 0,25 мм (%) та їх водостійкість (%) у чорноземі звичайному в залежності від ступеню еродованості (Захист ґрунтів..., 1986)

Еродованість ґрунту	Склад	Шар ґрунту, см			Середнє у шарі 0-30 см
		0-10	10-20	20-30	
Відсутня	Агрегатний	95,6	95,0	93,6	94,7
	Водостійкий	72,0	74,6	73,0	73,2
Слабка	Агрегатний	93,4	98,0	97,0	96,1
	Водостійкий	73,2	65,0	76,0	71,4
Середня	Агрегатний	91,0	95,0	86,6	90,9
	Водостійкий	66,0	53,0	51,8	66,9
Сильна	Агрегатний	91,8	92,2	90,4	91,5
	Водостійкий	53,4	53,4	54,4	53,7

Отже, показники структурно-агрегатного складу та водостійкості структури відображають ступінь еродованості ґрунтів, завдяки чому їх можна використовувати для його уточнення (звісно, лише у випадку типів ґрунтів, для яких було встановлено відповідність між ступенем еродованості та розглянутими показниками і з певними припущеннями, про які буде зазначено нижче).

Іншим допоміжним діагностичним показником, який може відображати ступінь еродованості ґрунтів може виступати щільність будови ґрунтів.

В роботі (Скородумов, 1973) наводяться дані, які засвідчують зміну щільності будови в залежності від зміни ступеню змитості темно-сірих опідзолених ґрунтів (табл. 7.9).

Автори роботи (Захист ґрунтів..., 1986) наводять наступні дані щодо зміни щільності будови у залежності від ступеню еродованості ґрунтів (табл. 7.10).

В роботі (Шикула, 1962) наводяться такі дані щодо щільності будови ґрунтів різного ступеню еродованості (табл. 7.11).

Таблиця 7.9. Щільність будови (г/см<sup>3</sup>) темно-сірих опідзолених ґрунтів різного ступеню змитості (Скородумов, 1973)

Ґрунти	Глибина відбирання зразку	Щільність будови, г/см <sup>3</sup>
Незмиті	0-20	1,36
	25-35	1,43
	60-70	1,55
Слабозмиті	0-17	1,45
	20-30	1,44
	60-70	1,58
Середньозмиті	0-15	1,44
	20-30	1,58
	60-70	1,61
Сильнозмиті	0-15	1,59
	20-30	1,63
	70-80	1,63

Таблиця 7.10. Щільність будови (г/см<sup>3</sup>) чорнозему звичайного у залежності від ступеню еродованості (Захист ґрунтів..., 1986)

Еродованість ґрунту	Шар ґрунту, см			Середнє у шарі 0-30 см
	0-10	10-20	20-30	
Відсутня	1,18	1,14	1,20	1,17
Слабка	1,23	1,25	1,24	1,24
Середня	1,26	1,24	1,26	1,26
Сильна	1,31	1,28	1,27	1,29

Таблиця 7.11. Щільність будови (г/см<sup>3</sup>) чорнозему звичайного у залежності від ступеню еродованості (Шикуча, 1962)

Глибина, см	Нееродований ґрунт	Ступінь еродованості		
		слабкий	середній	сильний
10	1,06	1,06	1,16	1,31
20	1,17	1,23	1,30	1,38
30	1,21	1,26	1,34	1,45
40	1,25	1,28	1,39	1,45
50	1,27	1,34	1,41	1,45
60	1,32	1,39	1,48	1,47
70	1,39	1,46	1,54	1,50
80	1,46	1,48	1,51	1,52
90	1,49	1,55	1,57	1,57
100	1,49	1,49	1,53	1,53

В роботі (Моргун, Шикуча, Тарарико, 1983) подано такі дані (табл. 7.12).

Таблиця 7.12. Щільність будови (г/см<sup>3</sup>) чорнозему звичайного у залежності від ступеню еродованості (Моргун, Шикула, Тарарико, 1983)

Щільність будови (г/см <sup>3</sup> ) в шарі (см)	Чорнозем звичайний малогумусний		
	нееродований	слабоеродований	середньоеродований
0-50	1,21	1,25	1,29
50-100	1,35	1,38	1,39
100-150	1,22	1,23	1,24

Такі закономірності підтверджуються і за даними роботи (Швебс, 1981), де подано відносні зміни щільності будови у залежності від ступеню еродованості (табл. 7.13).

Таблиця 7.13. Відносна зміна щільності будови ґрунту (шар 0-50 см) в залежності від ступеню еродованості (Швебс, 1981)

Властивість	Значення показників (за одиницю прийнято властивості незмитого ґрунту) за ступеню змитості ґрунту		
	слабозмитий	середньозмитий	сильнозмитий
Щільність будови	1,03-1,06	1,05-1,12	1,10-1,23

Таким чином, можна зробити висновок про те, що щільність будови ґрунту досить суттєво залежить від ступеню еродованості останнього, а тому щільність будови може виступати в якості допоміжного діагностичного критерію під час визначення ступеню еродованості ґрунтів (з певними припущеннями, про які буде зазначено нижче).

Іншими показниками, які можуть виступати в якості допоміжних під час діагностики ступеню еродованості ґрунтів можна вважати показники вмісту (запасів) поживних елементів, зокрема азоту, фосфору та калію. Так, в роботі (Захист ґрунтів..., 1986) наводяться узагальнені дані вмісту поживних елементів у залежності від ступеню еродованості для різних типів ґрунтів (табл. 7.14).

А в роботі (Моргун, Шикула, Тарарико, 1983) було опубліковано наступні дані щодо запасів поживних речовин у ґрунтах різного ступеню еродованості (табл. 7.15).



Таблиця 7.14. Вміст поживних речовин (мг/100 г ґрунту) у залежності від ступеню еродованості (Захист ґрунтів..., 1986)

Ґрунт	Ступінь еродованості	Легкогідролізований азот	Рухомий фосфор	Обмінний калій
Сірий лісовий	Нееродований	7,0-8,7	6,8-8,6	7,3-8,2
	Слабкоеродований	5,4-6,4	6,6-7,1	7,3-7,6
	Середньоеродований	5,2-5,3	5,5-6,5	7,2-7,3
	Сильноеродований	4,3-4,6	4,4-5,4	5,2-6,8
Чорнозем опідзолений	Нееродований	11,4	8,8	9,2
	Слабкоеродований	9,2	7,2	7,1
	Середньоеродований	9,2	7,2	7,9
	Сильноеродований	8,6	7,1	7,6
Чорнозем глибокий	Нееродований	9,3-12,4	1,7-12,4	11,2-31,0
	Слабкоеродований	8,9-11,0	1,4-10,4	10,2-30,2
	Середньоеродований	6,2-10,4	1,2-8,4	10,0-29,0
	Сильноеродований	4,8-9,0	0,8-7,1	10,0-26,5
Чорнозем на щільних породах	Нееродований	8,9	1,6	21,0
	Слабкоеродований	7,5	1,0	18,0
	Середньоеродований	6,6	0,8	17,0
	Сильноеродований	5,4	0,7	15,5

Таблиця 7.15. Запаси поживних речовин у залежності від ступеню еродованості ґрунтів (Моргун, Шикуча, Тарарико, 1983)

Ґрунт	Глибина гумусованого шару, см	Запаси, т/га		
		азоту	фосфору	калію
Темно-сірий опідзолений	30-35	5,0	3,5	70,0
Темно-сірий опідзолений середньозмитий	18-23	3,1	2,4	52,0
Темно-сірий опідзолений сильнозмитий	18	1,9	1,9	31,2
Сірий лісовий	24-32	4,4	3,6	54,6
Сірий лісовий середньозмитий	13-20	1,6	1,8	42,8
Сірий лісовий сильнозмитий	8-13	0,6	0,9	18,0

За даними Г.А. Черемисинова (Черемисинов, 1962) вміст поживних елементів у ґрунтах різного ступеню еродованості був наступним (табл. 7.16).

Таблиця 7.16. Вміст поживних речовин у залежності від ступеню еродованості ґрунтів (Черемисинів, 1962)

Ґрунт	$NO_3$ , мг/кг абсолютно сухого ґрунту	$P_2O_5$ , мг/100 г повітряно-сухого ґрунту у витяжці	
		HCl	$CH_3COOH$
Незмитий	64,83	30,5	14,7
Слабкозмитий	42,90	30,7	15,2
Слабкозмитий	37,40	-	-
Середньозмитий	20,70	25,2	8,0
Сильнозмитий	13,6	22,7	6,0
Сильнонамитий	131,4	20,0	12,0

А в роботі (Скородумов, 1973) наводяться наступні дані (табл. 7.17).

Таблиця 7.17. Відносний вміст (%) поживних елементів в гумусових горизонтах ґрунтів різного ступеню змитості (Скородумов, 1973)

Ґрунт	Ступінь змитості	N	$P_2O_5$	$K_2O$
Темно-сірий опідзолений	Незмитий	100	100	100
	Слабкозмитий	63	68	75
	Середньозмитий	38	53	45
Сірий лісовий	Незмитий	100	100	100
	Слабкозмитий	38	51	78
	Середньозмитий	14	24	33
Світло-сірий лісовий	Незмитий	100	100	100
	Слабкозмитий	60	47	82
	Середньозмитий	44	38	49
Чорнозем звичайний на лесі	Незмитий	100	100	100
	Середньозмитий	60	43	44
	Сильнозмитий	10	10	30
Чорнозем звичайний на кам'яно- вугільних породах	Незмитий	100	100	100
	Середньозмитий	26	27	21
	Сильнозмитий	15	16	14

Бачимо, що показники вмісту поживних елементів також демонструють суттєву залежність від ступеню еродованості ґрунтів, а тому можуть бути

допоміжними діагностичними критеріями для його встановлення (за умови врахування внесення добрив та з певними припущеннями, про які буде зазначено нижче).

Подібні закономірності залежності ґрунтових показників від ступеню еродованості ґрунтів знайдено і для таких характеристик як водопроникливість ґрунту, шпаруватість ґрунту, вологосмість ґрунту, показники гранулометричного та мікроагрегатного складу ґрунтів, водно-фізичні характеристики та фізико-механічні характеристики ґрунтів (Захист ґрунтів..., 1986; Моргун, Шикіула, Тараріко, 1983; Скородумов, 1973; Черемисінов, 1962; Швєбс, 1981).

Використання вище зазначених допоміжних показників або груп показників в якості діагностичних критеріїв еродованості ґрунтів має свої недоліки. По-перше, багато з цих показників є дуже динамічними в часі та варіабельними у просторі. До того ж, на величини цих показників та їх динаміку великий вплив мають інші (окрім ерозії та дефляції) чинники: сільськогосподарська техніка, що використовується на даних ґрунтах, система добрив, терміни виконання польових робіт, ступінь окультуреності ґрунтів, метеорологічні умови тощо. По-друге, використання груп показників може призводити до взаємної неув'язки в інтерпретації їх величин (Швєбс, 1981). Наприклад, один із показників може змінити свою величину до рівня, який дозволяє надати даному ґрунту статус сильноеродованого, в той час як за іншим показником цей ґрунт можна діагностувати як слабоеродований. Звідси виникає необхідність встановлення пріоритетного показнику, який власне і беруть в розрахунок під час діагностування еродованості ґрунту. По-третє, використання таких допоміжних показників потребує встановлення норм їх змін у залежності від ступеню еродованості для кожного типу (підтипу) ґрунтів окремо.

Це не дозволяє використовувати ці показники або групи показників в якості чітких та однозначних критеріїв ступеню еродованості ґрунтів. Хоча

певну допоміжну роль під час встановлення ступеню еродованості ґрунтів ці показники (групи показників) все ж таки можуть відігравати.

Для удосконалення методів діагностики ступеню еродованості ґрунтів були спроби використати і інші показники: фракційний склад фосфору, концентрація залізо-марганцевих конкрецій, показники групового складу гумусу тощо (Світличний, Чорний, 2007). Але ці підходи, на даний момент, не отримали широкого визнання і потребують додаткових досліджень.

*Логіко-статистичний метод визначення ступеню еродованості ґрунтів [Булигін, 2005, Методики і нормативи обліку..., 2000] (Метод захищений патентом на винахід № 15161А 17.02.95 р. Бюл. за 30.06.1997 р.).* Метод використовується для визначення ступеню еродованості ґрунтів, яка залежить від потужності змитого шару.

Глибина змитого шару визначається як різниця між вихідним розрахунковим значенням потужності профілю дослідного ґрунту ( $C_{теор}$ ), який визначається за допомогою методики Брандона на ЕОМ, на основі морфологічного опису профілів цилінричних ґрунтів з виділенням найбільш значущих для утворення ґрунтових профілів факторів в межах обмеженої території (не більше десятків тисяч га) з наступною їх формалізацією, і фактичною величиною глибини профілю ґрунту ( $C_{факт}$ ), яку отримано шляхом безпосереднього вимірювання глибини окремих горизонтів або повного профілю при польовому обстеженні.

Групою авторів методу (С.Ю. Булигін, Н.М. Бреус, В.О. Греков, Т.О. Семіноженко), на основі довготривалих досліджень було виділено п'ять найбільш значимих факторів, які впливають на утворення ґрунтових профілів у межах обмеженої території (не більше десятків тисяч га): ухил ( $X_1$ ), експозиція ( $X_2$ ), материнська порода ( $X_3$ ), глибина скипання від 10% НСЛ ( $X_4$ ) і гранулометричний склад ( $X_5$ ). Після формалізації вищевказаних факторів розрахунки проводять за допомогою комп'ютера.

Загальний вигляд розрахункової аналітичної моделі має вигляд:

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5), \quad (7.1)$$

де  $Y$  – залежна змінна, в якості якої виступає, або глибина верхнього генетичного гумусового горизонту ( $H$ ), або сумарна глибина верхнього горизонту і першого перехідного горизонту ( $H+H_p$ ), або ж глибина всього профілю ґрунту, см.

Для кожного значущого фактора розробляється часне рівняння, яке кількісно описує його вплив на залежну величину. Метод Брандона ранжує фактори за силою їх впливу. При визначенні часного рівняння наступного фактора, вплив більш сильного фактора знімається. В кожному конкретному випадку вибирається та величина, яка має найбільш тісну кореляцію з установленими факторами ґрунтоутворення. Загальний вигляд розрахункової аналітичної моделі для кожного конкретного випадку отримують шляхом простого математичного перетворення, підставляючи часні рівняння, які описують значущі фактори в рівняння 1. За основу при проведенні розрахунків  $C_{теор}$  обирається те рівняння, яке має коефіцієнт множинної кореляції  $R$  не менше 0,7 і, відповідно, коефіцієнт детермінації  $R^2$  не менше 0,5.

Для кожного рівняння визначають: відносну похибку моделі –  $E_{мод}$ , на основі якої відбувається ранжирування факторів за ступенем значимості; коефіцієнт множинної кореляції –  $R$ ; похибку коефіцієнта множинної кореляції –  $m_r$ ; коефіцієнт детермінації –  $R^2$ ; критерій достовірності Стюдента –  $T_{мод}$ .

Таким чином, представляється наступний порядок дій. Спочатку досліджують достовірно нееродовані цілинні схиліві ґрунти. На основі достатньої кількості даних незалежних змінних ( $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5$ ), отриманих шляхом морфологічного описання розрізів, розрахунковим шляхом для кожного з них отримують часне рівняння і відповідні коефіцієнти. Необхідно відмітити, що часні рівняння, які описують незалежні змінні, розраховують щодо конкретних випадків визначення потужності ґрунту. Підставляючи отримані часні рівняння в рівняння (2.1), отримують рівняння розрахункових аналітичних моделей, які служать для визначення теоретичних значень ( $C_{теор}$ ) або потужності горизонту  $H$ , або потужності сумарного горизонту  $H+H_p$ , або потужності всього профілю ґрунту, з яких на основі розрахункових значень

коефіцієнта множинної кореляції  $R$  і коефіцієнта детермінації  $R^2$  визначають найбільш достовірний вираз, за яким проводять розрахунки теоретичних значень потужності ґрунту.

Фактичне значення ( $C_{факт}$ ) глибини горизонту, який вивчається або профілю ґрунту отримують безпосередньо в польових умовах при морфологічному описі розрізів. Порівнюючи значення  $C_{теор}$  і  $C_{факт}$ . За їх різницею оцінюють потужність втраченого шару і, відповідно, ступінь еродованості ґрунту.

Довірчі границі визначення теоретичної потужності встановлюють за відносною похибкою моделі шляхом наступного розрахунку:

$$\frac{C_{теор.} \cdot E_{мод.}}{100} = x(см) \quad (7.2)$$

де  $x$  - значення довірчої границі, см;  $C_{теор.}$  - розрахункове значення потужності профілю ґрунту, см;  $E_{мод.}$  - відносна похибка моделі.

Для кожного типу ґрунту на основі загального виразу (2.1) розробляють відповідне аналітичне рівняння.

Приклади застосування логіко-статистичного методу визначення ступеню еродованості ґрунтів наведено в роботах (Булигін, 2005; Методики і нормативи обліку..., 2000).

Недоліком цього методу є статистичний характер розрахунку вихідної глибини ґрунту, що вносить певну умовність та, свого роду, „віртуальність” в значення цієї глибини. Тим більше, що дуже важко знайти ділянку території, де фактори ґрунтоутворення діяли б однаково (з однаковою статистичною „вагою”).

Без подолання вище викладених недоліків неможливо створити однозначну та загальноприйнятну систему діагностики та класифікаційну схему еродованих ґрунтів, що гальмує повноцінний розвиток моніторингу ерозійно небезпечних ґрунтів. Отже, подальше удосконалення діагностики та

класифікаційних схем еродованих ґрунтів є важливою задачею найближчого майбутнього.

Як бачимо, на сьогоднішній день не існує єдиного затвердженого та стандартизованого підходу до діагностики та класифікації ступеню еродованості ґрунтів, тому слід користуватись наявними вище описаними методами, застосовуючи той чи інший з них (або їх певні комбінації) в залежності від конкретної ситуації.

### **7.1.2. Польові методи визначення величини змиву, стоку та протиерозійної стійкості ґрунтів**

*Вимірювання змиву ґрунту за методом „витрата-каламутність води”.*

1.1. Вимірювання стоку седиментів має виконуватися протягом усього терміну формування стоку шляхом відбору поодиноких проб води на каламутність з одночасним фіксуванням витрати води (Герасименко, 1989).

1.2. Об'єм проби має дорівнювати не менше 0,5 л і вимірюватись з точністю до 0,05 л. Місце відбору проби води на каламутність визначається у відповідності з типом гідрометричного обладнання. При застосуванні водоскидів, проби відбираються вище зони акумуляції седиментів, тобто за межами підпору, що спричиняється щитом водоскиду. Для обліку седиментів, що переміщуються по поверхні ґрунту, необхідно вимірювати кількість седиментів, які відкладаються перед щитом водоскиду. Додатково при кожному відборі проб, на верхньому б'єфі виконується відбір проб води на каламутність з-під цівки, що переходить крізь поріг водоскиду. На об'єктах, що обладнані гідрометричними лотками, відбір проб виконується тільки з-під цівки, що витікає з лотку.

При використанні трикутних тонкостінних водоскидів, інтенсивність рідинного стоку визначається у залежності від рівня (напору) води на водоскиді:

$$Q = 1,331(\operatorname{tg}\theta)^{0,996} \cdot H^{2,97}, \quad (7.3)$$

де  $Q$  - інтенсивність рідинного стоку, м<sup>3</sup>/сек;  $\theta = \frac{1}{2}a$  ( $a$  – кут водоскиду);  $H$  - напір води, м.

Гідрометричні лотки застосовуються для вимірювання рідинного стоку на територіях від декількох десятків до десятків тисяч гектарів. Тому конкретно для кожного з лотків видається паспорт тарування для вимірювання втрат води.

1.3. При сніготаненні похибка розрахунку середньодобової витрати переносу седиментів визначається кількістю проб води на каламутність: при інтервалі відбору ( $dT$ ) 20 хв. Помилка дорівнює 3%; 2 години – 16%.

1.4. При каламутності менше 0,1 г/л відбір проб води протягом доби проводиться три рази між 11 та 17 годинами.

1.5. Під час дощів період між відборами проб скорочується до 10-20 хв.

1.6. Витрата седиментів ( $Q_s$ , г/сек) за кожний строк відбору проб води розраховується як добуток каламутності ( $\rho$ , г/л) і витрати води ( $Q$ , л/сек):

$$Q_s = \rho \cdot Q, \quad (7.4)$$

де  $Q_s$  - витрата седиментів, г/сек;  $\rho$  - каламутність, г/л;  $Q$  - витрати води, л/сек.

1.7. Добовий змив ґрунту ( $P_s$ , кг) визначається за даними термінових вимірювань витрат седиментів ( $Q_s$ , г/сек) з урахуванням акумуляції седиментів на гідрометричному обладнанні ( $\Pi_a$ , кг) за формулою Гідрометеорологічного державного інституту:

$$P_B = 10^{-3} \left[ \frac{Q_{B0} + Q_{B1}}{2} dT_{01} + \frac{Q_{B1} + Q_{B2}}{2} dT_{12} + \dots + \frac{Q_{Bk-1} + Q_{Bk}}{2} dT_k \right] + \Pi_a, \quad (7.5)$$

де  $Q_{B0}$ ,  $Q_{Bk}$  - витрати седиментів у 0 та 24 години доби, г/с;  $Q_{B1}$ ,  $Q_{B2}$ ,  $Q_{Bk-1}$  - проміжні значення витрат седиментів, що обчислюються за п. 1.6, г/с;  $dT_{01}$ ,  $dT_{12}$ , ...,  $dT_k$  - інтервали часу, с.

1.8. Загальний змив протягом ерозійної ситуації дорівнює сумі його добових значень, що визначаються за п. 1.7.



*Метод обліку змиву ґрунту за обмірюванням водорічкових.*

1.1. Метод використовується в польових умовах при визначенні ерозійних втрат ґрунту і передбачає облік на конкретному об'єкті усіх без винятку водорічкових.

1.2. Обстеження об'єктів з метою визначення кількості і розмірів водорічкових виконується безпосередньо після закінчення ерозійної ситуації. Точність замірів дорівнює 0,002 м.

1.3. Точки початку ширини і глибини водорічкових в конкретному створі визначаються за позначками максимального рівня води в річках (рівень при проходженні руслоформуєчого потоку).

1.4. Для визначення площ питомих перерізів річкових з похибкою 4-9 % заміри глибин русла виконуються: при ширині перерізу річку менше 0,3 м – через 0,03 м; більше 2,0 м – 0,4 м.

1.5. Площа перерізу річка ( $W$ , м<sup>2</sup>) визначається за формулою

$$W = B \cdot h_{cp}, \quad (7.6)$$

де  $B$  - ширина річка, м;  $h_{cp}$  - середня глибина річка, м.

1.6. Помилки визначення об'єму річка в залежності від кількості створів (довжина створу, який прокладається уздовж горизонталей, має дорівнювати не менше 100 м,) визначаються за даними таблиці 7.18.

Таблиця 7.18. Точність визначення об'ємів річкових в залежності від кількості створів

Довжина річка, м	Агрофон	Помилка (%) визначення об'ємів річкових при кількості створів				
		3	5	10	20	30
До 300	Ущільнена рілля	32	23	15	8	4
300-1000	“ – “	26	22	10	8	6
До 300	Зяб, пар	42	30	22	10	8
300-1000	“ – “	38	27	17	10	7

1.7. Для визначення змиву ґрунту методом водорівчаків з точністю 8 % (похибка вимірювань сучасного гідрометричного обладнання) необхідно враховувати усі без винятку рівчаки при кількості створів не менше 20 на ущільненій ріллі (озимина, багаторічні трави, пожнивні рештки) і 30 на зябу, пару і просапних культурах.

1.8. Об'єм окремого ерозійного рівчака визначається за формулою:

$$V = \frac{W_1 + W_2}{2} dL_{12} + \frac{W_2 + W_3}{2} dL_{23} + \dots + \frac{W_{k-1} + W_k}{2} dL_{k-1,k}, \quad (7.7)$$

де  $V$  - об'єм окремого ерозійного рівчака,  $m^3$ ;  $W_1, \dots, W_k$  - площі перерізу рівчака в 1... $k$  створі,  $m^2$ ;  $dL_{12}, \dots, dL_{k-1,k}$  - відстані між створами,  $m$ .

1.9. Змив ґрунту ( $P_2, m^3$ ) з усього об'єкту дорівнює сумі об'ємів окремих рівчаків.

1.10. Об'єм акумуляції седиментів дорівнює добутку середньої його потужності на площу.

*Скорочений метод обліку змиву ґрунту за розмірами ерозійних рівчаків.*

1.1. Скорочений метод обліку змиву ґрунту за розмірами ерозійних рівчаків використовується в науково-виробничих і виробничих умовах, наприклад, при дослідженнях ефективності протиерозійних заходів.

1.2. Помилка скороченого методу обліку змиву ґрунту становить близько 10 %.

1.3. Визначаються профілі замірів на схилах уздовж горизонталей через 15-20  $m$ .

1.4. Загальний об'єм ерозійно втраченого ґрунту ( $m^3/га$ ) з облікової площі визначається за формулою:

$$P_r = L \sum_{i=1}^y W_i, \quad (7.8)$$

де  $P_r$  - загальний об'єм ерозійно втраченого ґрунту,  $m^3/га$ ;  $\sum_{i=1}^y W_i$  - сума площ перерізів рівчаків у профілі,  $m^2$ ;  $y$  - кількість рівчаків у профілі;  $L$  - відстані між профілями замірів,  $m$ .

*Методи визначення інтенсивності змиву за реперами або змінами у відмітках поверхні* (Гудзон, 1974). Головним принципом цих методів є вбивання у ґрунт металічних реперів певної довжини. Виміри відстаней від певної відмітки на цих реперах до поверхні ґрунту після ерозійної події будуть показувати зміни відміток поверхні за рахунок ерозії ґрунту.

У випадку, коли треба зробити виміри ерозії та акумуляції у місцях чергування цих процесів (наприклад, яружна ерозія), то репер з шайбою забивають до рівня поверхні ґрунту. Під час ерозії шайба опускається разом з поверхнею ґрунту, а накопичений на шайбі ґрунт свідчить про масштаби відкладів.

Найбільш простий спосіб зберігання початкового рівня ґрунту полягає у вбивання ковпачку в ґрунт. Навколо ковпачку ґрунт зазнає ерозії і за висотою п'єдесталу (стовпчика ґрунту під ковпачком) вимірюють обсяги ерозії.

Основним недоліком цих методів є те, що репери впливають на поверхневий стік і на характер ерозії, що вносить певні похибки у виміри її інтенсивності.

Великі обсяги ерозійного переміщення ґрунту (наприклад, у ярах) можуть бути зафіксовані шляхом розпилення фарби у вигляді кілець навколо каменів і коренів дерев, що виходять на поверхню. Виміри незафарбованої їх частини нижче лінії нанесення фарби після ерозійної події може характеризувати інтенсивність ерозії.

*Методи визначення інтенсивності яружної ерозії за пікетами* (Гудзон, 1974). Метод полягає у тому, що на певній відстані від вершини яру встановлюють пікетні знаки. Від цих відміток через встановлені проміжки часу вимірюють відстань до вершини яру і за цими даними визначають швидкість його зростання. Одна із модифікацій цього методу передбачає встановлення пікетних знаків по кутах квадратів, на які розбивають яр та суміжну площу.

*Методи визначення обсягу і інтенсивності стоку та змиву на стокових майданчиках з гідрометричними лотками* (Гудзон, 1974; Світличний, Чорний, 2007). Спостереження за стоком та його факторами виконується на стокових

майданчиках, які, як правило, виконуються у формі прямокутників зі сторонами 2-50 м і 20-600 м, що обгороджені стінкою з поліетиленової плівки або з іншого водонепроникного матеріалу. Плівка натягується на каркас, виконаний з дерев'яних брусків. Можуть бути також бетонні, металічні та дерев'яні бортики. Стінки стокового майданчика заглиблюються під землю на 0,3-0,7 м, висота бортиків до 40 см. Довгим боком стокові майданчики орієнтовані уздовж схилу по напрямку основних ліній стоку. По нижньому краю майданчиків облаштовують водоприймальні лотки, які збирають воду, що стікає з майданчика, і спрямовують її до стоко- та змивоблікового устаткування.

Ці лотки встановлюють для обліку стоку з майданчику в пункті випуску з нього води. На крупних ділянках стік визначають шляхом сумування витрат за певні проміжки часу. На малих ділянках, обладнаних збірними резервуарами, стік визначають шляхом вимірювання його обсягу.

Тип та розмір стоко- та змивоблікового устаткування залежить від темпів ерозії та величин площ водозборів. Для малих стокових майданчиків (до 0,5 га) стаціонарного типу рекомендуються вимірювальні баки з водорозливними вирізами, крючкуватими рейками та самописцями типу „Валдай”. Великі майданчики (більше 1 га) стаціонарного типу облаштовуються гідрометричними лотками або тонкостінними водозливами трикутного профілю з крючкуватими рейками і самописцями.

На тимчасових стокових майданчиках вимірювальне обладнання можна змонтувати стаціонарно, якщо воно не заважає проведенню сільськогосподарських робіт. Для разових вимірювань витрат використовують ємності обсягом 50-100 л.

Трикутна форма перерізу лотку забезпечує бажане поєднання чутливості до малих витрат води і великої пропускну здатності. Завдяки зворотному ухилу не відбувається засмічення та замулення днища.

Як правило, віддається перевага вільному падінню води із зливного лотку, але якщо напір є обмеженим, лоток може працювати з частковим

затопленням (існують поправки до тарифовочних кривих з розрахунком на затоплення певного розміру). Швидкість руху води через лоток є функцією глибини води; глибина вимірюється у камері-колодці біля стінки лотку. Глибину води можна замірювати крючковою водомірною рейкою, але частіше встановлюють поплавковий самописець рівня води. Для вимірів витрат води успішно застосовують лоток Паршалла, який може працювати як за вільного руху в ньому води, так і за часткового затоплення, але в останньому випадку необхідно вимірювати глибину у двох точках лотку.

З малих дослідних ділянок весь стік відводиться у резервуар, де вимірюють об'єм води, відбирають зразки для аналізу. На крупних ділянках, а також за великих об'ємів стоку непрактично відбирати увесь стік. Воду, що поступає, розділяють за допомогою спеціальних пристроїв – водорозділювачів – та збирають тільки частку стоку. Широке розповсюдження отримав водорозділювач Гейба, в якому вода проходить крізь декілька однакових за розмірами прямокутних прорізів. Акумулюється лише вода, яка пройшла крізь центральну прорізь.

Можуть бути застосовані водорозділювачі більш простої конструкції, наприклад, в яких вода може протікати через ряд трубок, трикутні вирізи та отвори, що просвердлені у плиті.

Водорозділювачі з частинами, що обертаються, вважаються ненадійними з причини можливих поломок. З усіх моделей такого типу успішно застосовується лише колесо Кошоктона. Це колесо встановлюють за скидним лотком, наприклад на виході з гідрометричного лотку. Вода обертає колесо змонтоване на вертикальній вісі. Вузька щілина в колесі під час кожного його оберту потрапляє під струмінь води, відбираючи кожен раз маленький зразок. До недоліків цього колеса можна віднести те, що величина зразку залежить від швидкості потоку.

Для відбирання однакових зразків за різних витрат у стінці гідрометричних лотків можна просвердлити серію отворів, причому діаметри цих отворів мають зростати від днища лотку до верхньої частини стінки. Це

дозволяє навіть за великих об'ємів води досягати постійну пропорцію між об'ємом зразку та витратою.

У резервуарах збирається вода і ґрунт з ділянки. Суміш має бути розділеною та виміряною окремо. Причому, як правило об'єм води, витіснений ґрунтом є дуже малим, тому об'єм стоку майже дорівнює об'єму суміші. Звідси визначення кількості ґрунту є дуже ускладненим. Найпростішим способом є зважування невеликого об'єму суміші, а потім визначення її щільності. Знаючи середню питому вагу частинок ґрунту, можна розрахувати концентрацію води у стоці. Можна також додавати у суміш речовини, що викликають флокуляцію, і ґрунт швидко осаджується. Після цього воду зливають та вимірюють її об'єм, а густий осадок ґрунту збирають для сушки та зважування.

*Методи визначення протиерозійної стійкості ґрунтів із застосуванням дощувальних установок* (Гудзон, 1974). Натурне визначення протиерозійної стійкості ґрунтів залежить від дощу, який погано прогнозується та не завжди має параметри, які потрібні для відповідних визначень. Штучне дощування має дуже важливі переваги. По-перше, швидкість визначень протиерозійної стійкості значно зростає, тому що не треба чекати дощу потрібної інтенсивності. По-друге, є можливість регулювання важливих параметрів дощу, і, звідси, відпадає необхідність інтерполяції та екстраполяції параметрів дощів (що вносить неточність у відповідні визначення).

Перші дощувальні установки представляли собою краплеутворювачі без надлишкового тиску, які діяли за принципом стікання води краплями з кінців бавовняно-паперових ниток. Кількість ниток визначала кількість крапель. Розміри крапель регулювали змінами грубизни ниток.

Але за допомогою ниток неможливо забезпечити необхідне різноманіття крапель. У багатьох дощувальних установках використовують трубки та насадки дуже маленького діаметру, які дають краплі постійного розміру. Часто застосовують скляні трубки, а також голки з нержавіючої сталі для підшкірного вприскування. Найбільш маленькі краплі створюються під час видування їх з насадок.

Головним недоліком цих краплеутворювачів є те, що краплі можуть досягнути кінцевої швидкості лише під час падіння із значної висоти, що створює необхідність використання дуже високих (і тому незручних) установок.

Для штучного дощування використовуються також дощувальні машини з розбризуванням. В цих установках застосовують напірні дощувальні насадки різних типів. Найбільш важливим досягненням у цьому плані було створення в Університеті Пардью (США) Л. Мейером машини, названої райнулятором. Ця машина забезпечує переривчастість дощування, для того, щоб інтенсивність дощування не перевищувала інтенсивності реальних дощів. Переривчастість дощування забезпечується двома способами. Перший спосіб передбачає знаходження розпилюючих насадок на візку, який рухається взад і вперед уздовж ділянки, що підлягає дощуванню. Другий спосіб передбачає регулювання подачі води до насадок соленоїдними клапанами. Така установка є дуже ефективною, але, водночас, дуже громіздкою. Її збірка та експлуатація вимагають великих затрат праці.

Використовується також дощувальна установка з обертаючимися стрілами (штангами) для ділянок шириною біля 5 м та довжиною 25 м, так звана дощувальна машина Свонсона. Десять крил довжиною 8 м закріплені на центральній опорі, по якій вода поступає до 30 насадок. Насадки безперервно розпилюють воду з висоти 3 м за 4 обертів за хвилину. Дощування з однієї позиції відбувається на площі кола. Машину встановлюють збоку ділянки, що підлягає дощуванню, з таким розрахунком, щоб стріли обертались над нею. Якщо дві ділянки знаходяться поруч з проміжком між ними для машини, можна дощувати обидві ділянки одночасно. Для дощування ділянки довжиною до 15 метрів достатньо однієї машини.

Ці дощувальні машини використовують для дощування на великих ділянках. На маленьких ділянках та для лабораторних визначень слід використовувати дощувальні машини малих габаритів.

Для отримання штучних дощів з кінетичною енергією реальних дощів треба зменшувати інтенсивність штучного дощу шляхом його переривання. Для цього проектується спеціальна насадка, яка закріплюється на перегорнутому дощувачу, який обертається під дією струменю. Насадка утворює, під час свого обертання, струмінь подібний до віяла. Цей апарат є легким і транспортабельним, завдяки чому його можна використовувати на віддалених ділянках з поганими під'їзними шляхами.

Іншим способом, який дозволяє скоротити інтенсивність штучного дощу є наступний. Нерухомі насадки безперервно розбризкують воду, але ґрунт через визначені інтервали отримує захист від струменю води. Насадка спрямована вертикально вниз, а під нею у горизонтальній площині обертається металічний диск, в якому є радіальна прорізь. Коли прорізь проходить під насадкою дощ потрапляє до робочої ділянки. Кількість дощу визначають кутом прорізі. Частота випадіння дощу регулюється швидкістю обертання диску. Завдяки більш швидкій зупинці та більш швидкому збільшенню швидкості обертання диску (в порівнянні з рухом насадок на других машинах) досягається ефект, подібний до безперервного дощу. Кількість обертів диску має бути обмеженим, оскільки за високої швидкості обертання кромка прорізі розсікає краплі, внаслідок чого порушується необхідний розподіл розмірів крапель. Недоцільним є досягнення швидкості диску 200 обертів за хвилину. За рекомендованих швидкостей дощ досягає ґрунту 3 рази за секунду і його дія на ґрунт не відрізняється від дії безперервного дощу. Одна із модифікацій цієї установки передбачає використання регульованих у процесі дощування прорізів. Використовують також диск з кількома прорізами, що дозволяє збільшувати частоту випадіння крапель дощу за секунду за малої кількості обертів диску.

*Вимірювання змиву ґрунту за обсягами наносів.* Цей метод передбачає вимірювання обсягів наносів безпосередньо за зонами ерозії, а також наносів, акумульованих біля валів-терас, канав, у ставках. За великих обсягів



акумулятиваних наносів вони визначаються за допомогою геодезичних інструментів та інших вимірювальних пристроїв.

*Вимірювання змиву ґрунту за замуленням ставок.* Для застосування цього методу необхідно попередньо визначити обсяги та джерела живлення ставка наносами, а потім визначити обсяги ерозії. Ця процедура можлива лише за той період часу, який дорівнює терміну експлуатації ставка. Але й у цьому випадку можливі великі помилки, пов'язані з неможливістю врахування усіх складових седиментаційного процесу.

*Вимірювання змиву ґрунту за змінами вмісту в ґрунті ізотопу  $^{137}\text{Cs}$ .* Джерелами цього ізотопу є глобальні радіоактивні випадіння, які утворились внаслідок випробувань ядерної зброї. Іншим джерелом  $^{137}\text{Cs}$  в Україні є викиди радіонуклідів під час аварії на Чорнобильській АЕС у 1986 році.  $^{137}\text{Cs}$  міцно сорбується ґрунтовим вбиральним комплексом і майже не мігрує по профілю. В орних ґрунтах у результаті багаторазових перемішувань ґрунту цей ізотоп рівномірно розподіляється в орному шарі. До того ж, на невеликих територіях (до кількох тисяч гектарів) величину випадінь  $^{137}\text{Cs}$  з атмосфери можна вважати величиною постійною. Горизонтальна міграція цього радіонукліду можлива лише з ерозійними процесами. І.В. Якімовою (1988) запропонована методика відбору та аналізу зразків ґрунту, а також математичний вираз для визначення втрат ґрунту:

$$\Delta h = (1 - x^{\frac{1}{n}}) \cdot H, \quad (7.9)$$

де  $\Delta h$  - втрати ґрунту, см;  $H$  - глибина орного шару, см;  $n$  - кількість років;  $x$  - концентрація  $^{137}\text{Cs}$  в частках від еталону зразку ґрунту, що досліджується.

Сьогодні вже майже неможливо використовувати цей метод, спираючись лише на цезій ядерних випробувань, тому що його напіврозпад становить 30 років. У той же час чорнобильські радіонукліди поширені на відносно невеликій території України, а тому цей метод може бути використаний за певних територіальних і часових обмежень.

В цьому підрозділі викладено лише основні положення щодо використання вище зазначених методів визначення величини стоку, змиву та протиерозійної стійкості ґрунтів. Для практичного застосування цих методів треба використовувати матеріал, викладений у першоджерелах.

Розрахункові методи визначення протиерозійної стійкості ґрунтів викладені у розділі 8 даної роботи.

### **7.1.3. Дистанційні методи визначення ерозійної небезпеки, ступеню еродованості ґрунтів та інтенсивності ерозійних процесів.**

Методи дистанційного зондування (ДЗ) є ефективним інструментом визначення ерозійної небезпеки, ступеню еродованості та інтенсивності ерозійних процесів.

В основі використання методів ДЗ для визначення *ступеню еродованості ґрунтів* та *інтенсивності ерозії* лежить сильний вплив ерозійних процесів на оптичні властивості ґрунтів. Ерозія призводить до втрат ґрунтами гумусу та глинистих фракцій гранулометричного складу, що суттєво підвищує яскравість ґрунтів. До того ж, це явище посилюється тим, що за великого ступеню еродованості, підвищується ймовірність виходу при оранці на денну поверхню більш світлих (як правило) перехідних горизонтів, а при дуже сильному прояві ерозійних процесів – навіть материнської породи.

В залежності від величини змитої частини ґрунту виділяють слабо-, середньо- та сильнозмиті ґрунти. Як правило (за рідкими виключеннями), кожен більш високий ступінь змитості буде характеризуватися більш світлим забарвленням. В монографії (Швебс, 1981) наводиться приклад залежності оптичних властивостей чорноземів від ступеню змитості (табл. 7.10).

Характеристику кольорових ознак еродованих ґрунтів в залежності від ступеню змитості навів Соболев С. С. [Почвоведение, 1975] (табл. 7.11).

Таблиця 7.10. Оптичні властивості чорноземів в залежності від ступеню змитості (перероблено з [Швебс, 1981])

<i>Категорія</i>	<i>Ступень еродованості</i>	<i>Забарвлення поверхневого шару ґрунту</i>
1	Слабка	Слабко-освітлене
2	Середня	Освітлене
3	Сильна	Світле

Таблиця 7.11. Кольорові ознаки ґрунтів різного ступеню еродованості (перероблено з [Почвоведение, 1975])

<i>Ґрунти</i>	<i>Кольорові ознаки орного шару ґрунтів</i>			
	<i>Слабозмитих</i>	<i>Середньо-змитих</i>	<i>Сильнозмитих</i>	<i>Дуже сильнозмитих</i>
Дерново-підзолисті та світло-сірі лісові	Білісுவате забарвлення	Буруватий відтінок	Буре забарвлення	Буре або червоно-буре забарвлення
Сірі та темно-сірі лісові	Не відрізняються від не змитих	Буруватий відтінок	Буре забарвлення	Буре забарвлення
Чорноземи та каштанові	Не відрізняються від не змитих	Буруватий відтінок	Буре забарвлення	Буре забарвлення
Солонцюваті чорноземи, солонцюваті каштанові та бурі	Блідувато-буре забарвлення стрічкоподібної форми	Буруватий відтінок	Буре забарвлення	Світло-сіре та біле забарвлення

Бачимо, що у більшості випадків збільшення ступеню змитості відповідає переходу від одного забарвлення до іншого, як правило, від більш темного до більш світлого (лише у випадку дерново-підзолистих та світло-сірих лісових ґрунтів забарвлення із збільшенням ступеню змитості може ставати більш темним).

Отже, ступінь прояву ерозійних процесів та явищ сильно впливає на кольорові властивості ґрунтів, завдяки чому існує принципова можливість розпізнавання ґрунтів різного ступеню еродованості за аерокосмічними матеріалами.

За кольоровими (або псевдокольоровими) зображеннями ґрунтового покриву, отриманими внаслідок поєднання аеро- або космічних зображень,

виконаних в різних діапазонах спектру можна діагностувати ступінь прояву ерозії шляхом візуальної інтерпретації. Ефективність такої інтерпретації залежить від обраних діапазонів спектру. Такий метод забезпечує досить точні результати в тих місцезположеннях, де ерозійні процеси є настільки розвинутими, щоб розрізнятися за тоном, формою та текстурою на псевдокольорових зображеннях. Деякі дослідження показали, що за допомогою такої методики можна точно виділити різні класи еродованості (а також сумісного прояву еродованості та засоленості) ґрунтів (Nizeymana, Petersen, 1998). Псевдокольорові особливості еродованих (а також еродованих і засолених) ґрунтів показано в таблиці 7.12.

Таблиця 7.12. Спектральні особливості еродованих ґрунтів (перероблено з [Nizeymana, Petersen, 1998])

<i>Деградаційний процес</i>	<i>Слабка інтенсивність прояву</i>	<i>Середня інтенсивність прояву</i>	<i>Сильна інтенсивність прояву</i>
<i>Ерозія</i>	Палево-коричневі за тоном ареали	Світло-палеві ареали	Світло-коричневі ареали з включеннями сірих стрічок
<i>Ерозія та засолення</i>	Світло-коричневі ареали з червоними включеннями	Світло-коричневі ареали з білими краплями	Світло-сірі та білі ареали з великою кількістю стрічок

Треба зазначити, що дистанційне діагностування еродованих ґрунтів хоча і спирається на кольорові (псевдокольорові) ознаки останніх, як це видно з приведених класифікацій, але може виконуватися і за дистанційними матеріалами в окремих діапазонах, а також за матеріалами панхроматичної зйомки, бо різне забарвлення орного шару передається на чорно-білих знімках через різницю в тональності зображення (через показник яскравості або подібні показники).

Дослідженнями, в яких вивчалися кількісні ознаки спектральних властивостей ґрунтів різного ступеню еродованості, встановлено достовірне підвищення яскравості ґрунтів (або аналогічні зміни інших спектральних ознак)

із збільшенням ступеню еродованості (Булигін та ін., 1992; Виноградов, 1988; Караванова и др., 1998; Шатохин, Ачасов, 2001).

Визначення ступеню еродованості ґрунту можна також виконувати шляхом побудови та порівняння спектральних кривих ґрунтів (із збільшенням ступеню еродованості, криві відбивання ґрунтів все більше будуть наближатися до кривих відбивання порід).

Окрім використання прямих спектральних характеристик для визначення ступеню еродованості ґрунтів можна застосовувати і характеристики просторової варіабельності оптичних властивостей ґрунтів. Справа тут у тому, що вплив ерозійних процесів відбивається на строкатості забарвлення ґрунтів. В загальному випадку, із збільшенням ступеню еродованості збільшується варіабельність оптичних характеристик ґрунтів. Так, наприклад, у середньозмитих ґрунтів з'являється (на відміну від не змитих та слабозмитих ґрунтів) строкатий рисунок поверхні. У випадку сильнозмитих ґрунтів поверхня має строкатий нечітко-плямистий характер зображення (Афанасьєва, 1965; Кравцова, 2005).

Не можна не згадати і про можливість радіолокаційних методів ДЗ, за даними яких можна визначати щільність будови та структурно-агрегатні характеристики ґрунтів (Гічка, 2007; Kulemin, 2003), які, в свою чергу, можуть використовуватися в якості побічних показників при визначенні ступеню еродованості ґрунтів.

Наведемо загальний алгоритм дистанційного визначення стану еродованості ґрунтів на певній території. Першим кроком є польове визначення та подальше лабораторне уточнення ступеню еродованості ґрунтів (для цього обираються ґрунти в характерних місцеположеннях в кількості, достатньої для коректного проведення математико-статистичних процедур). Другим кроком є визначення спектральних характеристик цих ґрунтів (це може бути як прямий показник яскравості, так і показники варіабельності оптичних ознак або криві відбивання). Третім кроком є співставлення спектральних даних зі ступенем еродованості ґрунтів та пошук математично виражених зв'язків між ними. На

четвертому кроці отриманий математичний вираз (або схема) використовується для визначення ступеню еродованості всіх ґрунтів території за спектральними ознаками (цей математичний вираз буде чинним лише в межах даної території або в межах територій з подібними ґрунтами).

Якщо ж для даної території вже існує апробована модель залежності між спектральними характеристиками ґрунтів та ступенем їх еродованості, то визначення останнього полягає лише у підстановці спектральних даних у цю модель та отримання рішення, яке інтерпретується згідно із встановленими відповідностями.

Використовуючи феномен змін оптичних властивостей ґрунтів в залежності від ступеню еродованості, науковці запропонували дистанційні методи картографування еродованих земель, наслідком чого стала поява карт еродованих ґрунтів, що були виконані на основі дистанційних даних, наприклад (Ачасов, Трускавецький, 2003; Виноградов, 1988; Трускавецький та ін., 2005; Bielek, 1999). В загальному випадку, картографування еродованих ґрунтів за матеріалами ДЗ здійснюється в три основних етапи: 1) виділення на матеріалах ДЗ ареалів ґрунтів з різними спектральними характеристиками (за допомогою різноманітних математичних процедур, таких як кластерний аналіз); 2) отримання моделі зв'язку між ступенем еродованості ґрунтів (встановлюється в полі та уточнюється в лабораторних умовах) та їх спектральними характеристиками; 3) визначення ступеню еродованості виділених ареалів шляхом реалізації моделі зв'язку між ступенем еродованості ґрунтів та їх спектральними характеристиками.

Інтенсивність ерозійних процесів можна визначати шляхом порівняння різночасових даних ДЗ. Важливою процедурою тут є досягнення співставності цих різночасових даних, з метою їх коректного використання (це можна зробити шляхом калібрування апаратури або шляхом приведення даних у відносний вигляд за рахунок їх нормування чи віднесення до певного еталону). Таким чином, визначення інтенсивності ерозійних процесів проводиться

шляхом обрахування різниці між відкаліброваними даними ДЗ, отриманими на певну територію в різні часи.

Отже, за допомогою методів ДЗ можна надійно встановлювати ступінь еродованості ґрунтів, виділити ареали ґрунтів різного ступеню змитості, закартографувати їх та вести нагляд за їх інтенсивністю (на основі різночасових аерокосмічних матеріалів [Виноградов, 1988]).

Окремою ланкою в ланцюгу дистанційної діагностики ерозійних процесів стоїть діагностика лінійних форм ерозії. На сьогоднішній день прийнято розрізняти 4 стадії розвитку лінійних форм ерозії у зв'язку з дистанційною діагностикою лінійних ерозійних процесів (Афанасьєва, 1965; Методические рекомендации..., 1986).

Перша стадія розвитку лінійних форм ерозії пов'язана з утворенням промоїн чи ритвин, які не можна згладити при обробці ґрунту. Дешифрується ця стадія за світлим тоном зображення та витягнутою лінійною формою (рис. 7.1, а).

Друга стадія розвитку лінійних форм ерозії – стадія врізання вершиною. Дешифрується друга стадія за світлою, хвилястою, чітко окресленою лінією бровки (рис. 7.1, б).

Третя стадія має тон більш темний та велику контрастність зображення днища та схилів (рис. 7.1, в).

Четверта стадія – стадія затухання зростання яру впізнається на знімках як плавна, широка форма, як правило, вкрита рослинністю (рис. 7.1, г).

Можливість дистанційно діагностувати ерозійні форми різної стадії розвитку дозволяє в межах величезних територій оцінити ступінь інтенсивності сучасних проявів ерозії, окреслити шляхи подальшого використання цих територій, відслідковувати і прогнозувати кількісні та якісні зміни стану ґрунтового покриву.

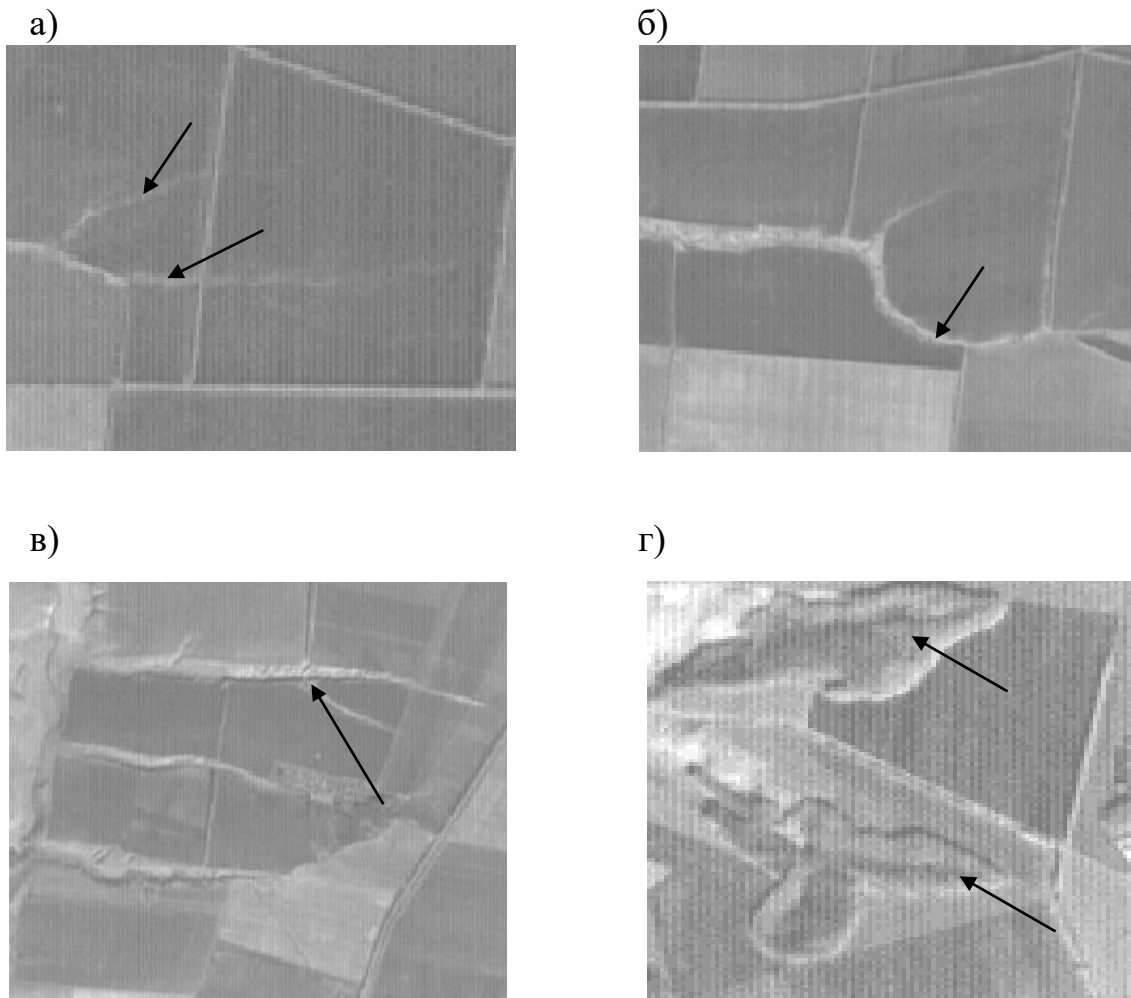


Рисунок 7.1. Космічне зображення лінійних ерозійних форм (позначені стрілочками) різних стадій розвитку: а) перша стадія; б) друга стадія; в) третя стадія; г) четверта стадія (супутник Terra, 2001 р.)

Певну цінність може представляти дистанційний морфометричний аналіз лінійних форм ерозії. Важливим показником, що визначає господарську цінність території є густина розчленування поверхні (ГРП), тобто сума довжин лінійних форм ерозії по відношенню до одиниці площі ( $D = \frac{\sum l}{P}$ , де  $D$  - густина розчленування поверхні;  $l$  - довжина лінійних ерозійних форм;  $P$  - площа території) [Берлянт, 1978]. Швидкість зростання ГРП визначається формулою:  $V = \frac{D_1 - D_0}{n}$ , де  $D_0$  - ГРП на початковий момент дослідження;  $D_1$  - поточне значення ГРП,  $n$  - кількість років між початковим та поточним виміром ГРП (Андронников, 1979). Збільшення в часі ГРП або, особливо, швидкості його



зростання свідчить про невірне використання території та термінову необхідність у проведенні всіляких ландшафтно-меліоративних заходів.

Дистанційне визначення ГРП та  $V$  було започатковано засобами аерофотознімання (Червяков, 1963). Завдяки розвитку знімальних космічних систем (тут мова йде, перш за все, про підвищення роздільної здатності апаратури) стало можливим визначення цих показників з космосу. Використання даних різночасових космічних знімків та геоінформаційних технологій дозволяє створювати картограми густини горизонтального розчленування поверхні та картограми приросту горизонтального розчленування території ( $D_1 - D_0$ ) за певний часовий інтервал.

Наведемо алгоритм дистанційного визначення та картографування ГРП: 1) для прив'язаного в геоінформаційній системі аеро- або космічного знімку створюється сітка з рівновеликими квадратами (рис. 7.2); 2) піднімаються тальвеги усіх ерозійних форм, що дешифруються на знімку; 3) обчислюється загальна довжина ерозійної мережі для кожного квадрату; 4) довжини ерозійної мережі в межах кожного квадрату діляться на площу цього квадрату і таким чином визначається для кожної з чарунки показник ГРП, тобто довжину ерозійної мережі на  $1 \text{ км}^2$ ; 5) за отриманою регулярною сіткою величин ГРП створюються карти ГРП.

Приріст ГРП на даній території (рис. 7.3) визначається за різночасовими знімками, шляхом встановлення різниці між ГРП на початковий момент та ГРП на поточний момент. Інтенсивність приросту ГРП відповідно визначається шляхом обрахування відношення приросту ГРП до часу, в межах якого відбувався приріст.

Дистанційне визначення (та картографування) ступеню еродованості та інтенсивності ерозії виконується за даними ДЗ в оптичному та ближньому інфрачервоному діапазонах. Для дистанційного визначення проявів ерозії використовуються такі дистанційні методи, як аеро- та космічна фотозйомка (супутник Ресурс, аерофотознімальні системи) [Булигін та ін., 1992; Методические рекомендации..., 1986; Трускавецький та ін., 2005; Червяков,

1963], багатоспектральне космічне сканування (супутники Landsat, SPOT, IRS, TERRA, IKONOS тощо) [Ачасов, Трускавецький, 2003; Трускавецький, 2006; Bielek, 1999], польова спектрофотометрична зйомка (Шатохин, Ачасов, 2001).



Рисунок 7.2. Фрагмент космічного знімку з сіткою (розмір чарунки 16 км<sup>2</sup>)

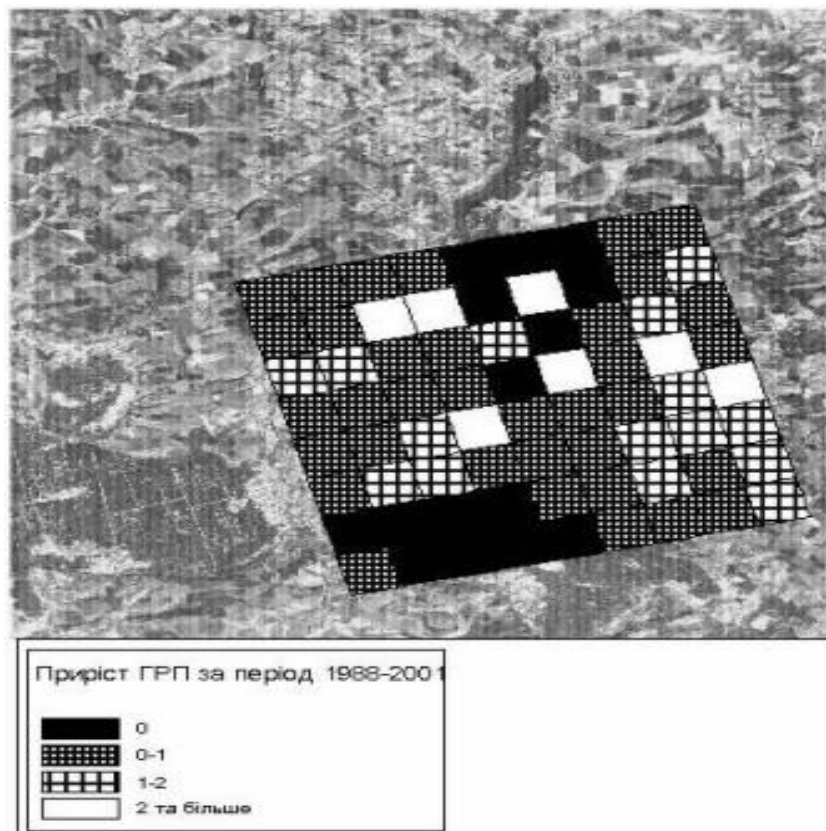


Рисунок 7.3. Приріст густини розчленування поверхні в межах частини Куп'янського району Харківської області за період 1988-2001 роки, км/км<sup>2</sup>

В якості додаткових методів ДЗ, для визначення (та картографування) ерозійних явищ можна також використовувати радіолокаційну зйомку (супутники RADARSAT, ERS тощо), за допомогою якої можна встановлювати величини агрофізичних показників, що можуть бути побічними при визначенні ступеню еродованості ґрунтів.

Основою для використання методів ДЗ в якості інструменту визначення ерозійної небезпеки є здатність дистанційних методів визначати величини показників, що виражають ерозійні фактори та еродуємість ґрунту.

За допомогою методів ДЗ можна виконувати визначення (та картографування) основних показників, які характеризують вплив кліматичних та геоморфологічних факторів на інтенсивність ерозії.

Використання методів ДЗ дозволяє дистанційно визначати (прогнозувати) такі кліматичні характеристики як *шар, інтенсивність та кінетичну енергію опадів* (Klisch et al., 2001) а також *покриття ґрунту сніговим покривом* (Salomonson, Appel, 2004). Дистанційне визначення (прогнозування) *шару, інтенсивності та кінетичної енергії опадів* виконується пасивними знімальними системами у видимому та інфрачервоному діапазонах: NOAA (радіометр AVHRR), Meteosat та ін.

Дистанційне визначення величини *покриття ґрунту сніговим покривом* виконується за даними ДЗ в оптичному та середньому інфрачервоному діапазонах. На основі цих даних визначають нормалізований сніговий індекс, який власне і лежить в основі встановлення величини *покриття ґрунту сніговим покривом*. Для дистанційного визначення *покриття ґрунту сніговим покривом* використовується багатоспектральне космічне сканування (супутники MODIS, Landsat тощо).

Серед геоморфологічних показників, що можуть бути визначеними методами ДЗ, можна назвати основні показники рельєфу: *ухил, довжина схилу, його форма та експозиція* (Кравцова, 2005; Klisch, 2001). Дистанційне визначення цих показників виконується за допомогою стереозйомки в оптичному діапазоні (аерофотографічні стереопари, SPOT-Stereo та ін.) та

радіолокаційної зйомки (ERS). Дуже перспективними в аспекті дистанційного визначення параметрів рельєфу є радіолокаційна інтерферометрична, радіоальтиметрична та лазерна альтиметрична зйомки (Кравцова, 2005).

За допомогою методів ДЗ можна визначати низку ґрунтових характеристик, які прямо та побічно впливають на інтенсивність ерозії і які, одночасно, є індикаторами ступеню еродованості ґрунтів.

*Вміст гумусу* в ґрунті дистанційно визначається за даними ДЗ в оптичному та ближньому інфрачервоному діапазонах. Для дистанційного визначення вмісту гумусу використовуються аеро- та космічна фотозйомка (наприклад, супутник Ресурс) [Бідолах, 2008], багатоспектральне космічне сканування (супутники Landsat, SPOT, IRS, TERRA, IKONOS тощо) [Трускавецький, 2006; Шатохин, Лындин, 2001], польова спектрофотометрична зйомка (Ачасов, 1998; Шатохин, Ачасов, 2001), зйомка цифровою фотокамерою (Ачасов, Бідолах, 2006; Бідолах, 2008).

*Вологість ґрунту* дистанційно визначається за даними ДЗ в інфрачервоному та мікрохвильовому діапазонах. Найбільш ефективною в цьому аспекті є радіолокаційна зйомка. Радіолокаційне визначення вологості може здійснюватись за даними космічних радіолокаційних апаратів RADARSAT, ERS, SIR-C (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997; Walker et al., 2004), авіаційних комплексів MAPC (Яцевич и др., 1999) та AIRSAR (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997), наземних радіолокаційних станцій LCX POLARSCAT, RASAM та станцій конструкції ІРЕ НАНУ (Гічка, 2005, 2007; Dubois, Zyl, Engman, 1995; Kulemin, 2003).

Великі перспективи щодо дистанційного визначення вологості ґрунтів мають, також, такі види ДЗ як радіометрична (Шутко, 1986), теплова інфрачервона (Кравцова, 2005) та георадарна (Gish et al., 2002; Huisman et al., 2003) зйомки.

*Шорсткість ґрунтової поверхні, щільність будови ґрунту та показники структурно-агрегатного складу ґрунту* дистанційно визначаються за даними активного ДЗ в мікрохвильовому діапазоні. Радіолокаційне визначення цих

показників може здійснюватись за даними космічних радіолокаційних апаратів RADARSAT, ERS, SIR-C (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997; Walker et al., 2004), авіаційних комплексів MAPC (Яцевич и др., 1999) та AIRSAR (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997), наземних радіолокаційних станцій LCX POLARSCAT, RASAM та станцій конструкції IPE НАНУ (Гічка, 2005, 2007; Dubois, Zyl, Engman, 1995; Kulemin, 2003).

*Гранулометричний склад ґрунту* дистанційно визначається за даними ДЗ в оптичному та ближньому інфрачервоному діапазонах, а також в мікрохвильовому діапазоні. Для дистанційного визначення гранулометричного складу використовується багатоспектральне космічне сканування (Трускавецький, 2006, Шатохін, 2000) та польова спектрофотометрична зйомка (Ачасов, 1998; Шатохин, Ачасов, 2001), а також радіолокаційна зйомка, зокрема зйомка космічними апаратами RADARSAT, ERS, SIR-C (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997; Walker et al., 2004), авіаційними комплексами MAPC (Яцевич и др., 1999) та AIRSAR (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997), наземними радіолокаційними станціями LCX POLARSCAT, RASAM та станцією конструкції IPE НАНУ (Гічка, 2005, 2007; Dubois, Zyl, Engman, 1995; Kulemin, 2003).

*Глибина гумусованого профілю ґрунту.* Цей показник, який напряду характеризує змитість ґрунту, може бути визначеним за допомогою георадарної зйомки ґрунтів (Гічка та ін., 2006, 2007; Трускавецький та ін., 2005), яка виконується георадарами різних моделей (наприклад, георадарами виробництва НВО „Радар” або георадарами компанії GSSI).

Крім того, існують підходи до визначення глибини гумусованого профілю ґрунту оптичними методами ДЗ (багатоспектральне сканування чи фотозйомка супутниками SPOT, Landsat, IRS, TERRA, Ресурс, IKONOS тощо), за допомогою яких визначається вміст гумусу у верхньому шарі ґрунту, який генетично пов'язаний з усім ґрунтовим профілем. На основі зв'язків вмісту гумусу у верхньому шарі ґрунту з глибиною профілю можна встановлювати глибину ґрунтового профілю за даними оптичних методів ДЗ (Кравцова, 2005).

Заслуговує також на увагу можливість за допомогою матеріалів ДЗ (знімків супутника SPOT) визначати (та картографувати) показники ерозійної стійкості ґрунту: *коефіцієнт струмкової ерозії*, *коефіцієнт міжструмкової ерозії* та *критичний зсув* (Булыгин и др., 2001).

За допомогою методів ДЗ можна визначати структуру земельних угідь та її трансформації, які є дуже важливими характеристиками, що свідчать про ерозійну небезпеку територій.

*Структура земельних угідь та її трансформації.* Структуру земельних угідь можна визначати на аеро- та космічних знімках, виконаних в оптичному діапазоні спектру (наприклад, супутниками Landsat, SPOT, IRS, Ресурс, TERRA, IKONOS тощо).

На основі різночасових аеро- та космічних матеріалів можливо простежувати трансформації структури земельних угідь.

Треба зазначити, що особливого значення тут набуває робота з кольоровими та псевдокольоровими зображеннями.

Певні перспективи тут мають, також, радіолокаційні методи (супутники RADARSAT, ERS та ін.), які теж мають певні можливості дистанційного визначення структури земельних угідь та її трансформації.

За допомогою методів ДЗ можна визначати низку характеристик рослинності, які прямо та побічно впливають на інтенсивність ерозії і які, одночасно, є індикаторами ступеню еродованості ґрунтів.

Використання методів ДЗ дозволяє дистанційно визначати такі показники рослинності як *проективне покриття*, *біомаса*, *індекс листової поверхні*, *хімічний склад рослин* тощо. Дистанційне визначення цих показників виконується за даними в оптичному та ближньому (іноді середньому) інфрачервоному діапазонах. Саме на основі цих спектральних даних будуються спектральні індекси (NDVI, SAVI, ARVI тощо) [Baez-Gonzalez et al., 2005; Elwadie et al., 2005; Kaufman, Tanre, 1992; Tewari et al., 2003; Yang, Chen, 2004; Zarco-Tejada et al., 2005], які характеризують параметри рослинності (рослинних решток). Для дистанційного визначення показників рослинності

використовують багатоспектральне космічне сканування (наприклад, супутники Landsat, SPOT, IRS, TERRA, IKONOS тощо).

*Стан лісосмуг.* Дистанційне визначення стану лісосмуг виконується за даними у видимому та ближньому (іноді середньому) інфрачервоному діапазонах (див. вище). Для дистанційного визначення стану лісосмуг використовують багатоспектральне космічне сканування (супутники Landsat, SPOT, IRS, TERRA тощо). Особливого значення тут набуває використання знімків дуже високої роздільної здатності (QuikBird, Ikonos тощо).

Більш докладно з можливостями дистанційного визначення показників ерозійної небезпеки, еродованості та інтенсивності ерозійних процесів можна ознайомитись в роботах (Ачасов, 1998; Гічка, 2005, 2007; Гічка та ін., 2006, 2007, 2008; Зборищук, 1992; Картографування..., 2005; Кравцова, 2005; Шутко, 1986; Klisch et al., 2001) та інших.

Отже, методи ДЗ мають великі можливості щодо визначення ерозійної небезпеки, стану еродованості та інтенсивності ерозійних процесів.

#### **7.1.4. Методи оцінювання еродованості територій**

Еродованість території визначається ступенем змитості ґрунтів цієї території та густиною розчленування поверхні ерозійними формами (Швебс, 1981). Ступінь змитості ґрунтів визначається за методиками, описаними в підрозділі 7.1.1 даної роботи. Збільшення площ змитих ґрунтів та збільшення частки площ з ґрунтами високого ступеню змитості свідчить про необхідність впровадження відповідних протиерозійних та меліоративних заходів на цій території.

Основним показником, що виражає ступінь еродованості ґрунтового покриву (території) є коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву, який визначається за формулою Г.А. Чуяна (за [Шелякин, Белолипский, Головченко, 1990]):

$$K_{ен} = \frac{S_0 + 1,2S_1 + 1,57S_2 + 2,58S_3}{\sum S}, \quad (7.10)$$

де  $K_{ен}$  - коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву (території);  $S_0, S_1, S_2, S_3$  - площі, відповідно, нееродованих, слабоеродованих, середньоеродованих та сильноеродованих ґрунтів, га або %;  $\sum S$  - загальна площа території, га або 100%; 1,2, 1,57, 2,58 – коефіцієнти для, відповідно, слабоеродованих, середньоеродованих та сильноеродованих ґрунтів.

У зв'язку із змінами  $K_{ен}$  під час змін масштабу (від області до господарства), запропоновано класифікацію ґрунтового покриву (території) за еродованістю для різних масштабних рівнів (табл. 7.13) [Шелякин, Белолипский, Головченко, 1990].

Таблиця 7.13. Класифікація ґрунтового покриву (території) за еродованістю (Шелякин, Белолипский, Головченко, 1990)

Ступінь еродованості ґрунтового покриву (території)	Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву (території) для		
	області	району	господарства
Нееродований	1	1	1
Дуже слабоеродований	1-1,05	1-1,05	1-1,05
Слабоеродований	1,05-1,10	1,05-1,15	1,05-1,15
Середньоеродований	1,10-1,15	1,15-1,25	1,15-1,30
Сильноеродований	1,15-1,20	1,25-1,40	1,30-1,45
Дуже сильноеродований	Вище 1,20	Вище 1,40	Вище 1,45

Густина розчленування поверхні (ГРП) визначається шляхом обрахування відношення суми довжин лінійних ерозійних форм до певної площі (Берлянт, 1978; Швебс, 1981):

$$D = \frac{\sum l}{P}, \quad (7.11)$$



де  $D$  - густина розчленування поверхні, км/км<sup>2</sup>;  $l$  - довжина лінійних ерозійних форм, км;  $P$  - площа території, км<sup>2</sup>.

Для обрахування густини розчленування поверхні слід використовувати карти рельєфу відповідного масштабу та відповідного перерізу горизонталей. На цих картах виділяють ділянки (як правило прямокутної форми) в межах яких „підіймають” тальвеги лінійних ерозійних форм, потім визначають їх довжини, сумують їх та обраховують відношення суми цих довжин до відповідної площі. Ці відношення і є показниками густини розчленування поверхні.

Відповідно, для знаходження приросту густини розчленування поверхні у часі (тобто, швидкості зростання густини розчленування поверхні) за певний період слід знайти різницю між ГРП на заданий час та ГРП на початковий момент (Андронников, 1979):

$$V = \frac{D_1 - D_0}{n}, \quad (7.12)$$

де  $V$  - швидкості зростання густини розчленування поверхні, км/км<sup>2</sup> в рік;  $D_0$  - ГРП на початковий момент, км/км<sup>2</sup>;  $D_1$  - поточне значення ГРП, км/км<sup>2</sup>;  $n$  - кількість років між початковим та поточним виміром ГРП, років.

Збільшення ГРП та швидкості її зростання в часі свідчить про необхідність впровадження відповідних протиерозійних та меліоративних заходів на цій території.

Аеро- та космічні методи дистанційного зондування дозволяють оперативно та ефективно визначати ГРП та швидкість її зростання в часі з високою точністю в межах значних територій (див. нижче).

Більш повно ступінь еродованості території можна визначити через показник об'єму розчленування (Швебс, 1981):

$$D_v = \frac{\sum l h_l b_l}{P}, \quad (7.13)$$

де  $D_v$  - об'єм розчленування поверхні,  $\text{м}^3/\text{км}^2$ ;  $l$  - довжина лінійних ерозійних форм, км;  $P$  - площа території,  $\text{км}^2$ ;  $h_n$  - середня глибина лінійних розмивів, м;  $b_n$  - середня ширина лінійних розмивів, м.

Показник  $D_v$  є більш інформативним показником, бо він характеризує не тільки площу розповсюдження лінійних розмивів, а й кількість розмитого та змитого ґрунту (Швебс, 1981).

## **7.2. Методи визначення ступеню дефльованості ґрунтів, інтенсивності дефляції та протидефляційної стійкості ґрунтів**

### **7.2.1. Методи діагностики дефльованості ґрунтів**

Питання діагностики дефльованості ґрунтів є не таким розвинутим як питання діагностики еродованості ґрунтів. Діагностиці дефльованості ґрунтів присвячено значно менше уваги в науковій та фаховій літературі. Проте, діагностика дефльованості ґрунтів базується на таких самих засадах як і діагностика еродованості ґрунтів. Головною відмінністю є те, що у випадку еродованих ґрунтів, намітість, як правило, не поділяється на ступені, тоді як у випадку дефльованих ґрунтів – глибина похованості ґрунтів еоловими наносами грає принципову роль у подальшому використанні земель та у оцінюванні наслідків пилових бур, а тому похованість ґрунтів еоловими наносами поділяється на ступені. Ще однією важливою відмінністю діагностики дефльованості ґрунтів є надзвичайно важлива діагностична роль гранулометричного складу ґрунтів.

*Основні підходи до діагностики і класифікації дефльованості ґрунтів.* На сьогоднішній день, всі загальновизнані схеми діагностики та класифікації дефльованих (видутих) ґрунтів базуються на визначенні змін параметрів даного ґрунту в порівнянні з параметрами еталону, за який править недефльований (невидутий) ґрунт, що знаходиться в аналогічних умовах.

Однією із найголовніших класифікаційних схем дефльованості ґрунтів є класифікаційна схема М.Й. Долгілевича (1978), в якій ступінь дефльованості визначається за знесенням верхнього горизонту ґрунту та втратами гумусу, а ступінь похованості еоловими відкладами визначається за їх глибиною та характером еолового рельєфу (табл. 7.14).

Таблиця 7.14. Класифікаційна схема дефльованості та похованості ґрунтів М.Й. Долгілевича (за роботою [Смирнова, 1985])

<b>Дефльованість</b>		
<i>Ступінь дефльованості</i>	<i>Знесено</i>	<i>Втрати гумусу, %</i>
Слабка	<1/2 перегнойно-аккумулятивного горизонту	<15
Середня	>1/2 перегнойно-аккумулятивного горизонту	15-40
Сильна	Повністю перегнойно-аккумулятивний горизонт та частина перехідного горизонту	>40
<b>Похованість</b>		
<i>Ступінь похованості ґрунтів</i>	<i>Глибина еолових відкладів</i>	<i>Характер еолового рельєфу</i>
Дуже мілка	Не більше 3-5 см; відклади заорюються; загальна глибина гумусового горизонту є більшою на 3-5 см.	Не виражений
Мілка	5-10 см; відклади заорюються; загальна глибина гумусового горизонту є більшою на 5-10 см	Еоловий ряб
Середня	10-30 см; орний шар представлений еоловим наносом	Горбинки, коси
Глибока	Більше 30 см	Кочкуватий мікрорельєф

Для легких степових ґрунтів було запропоновано іншу класифікаційну схему, в якій ступінь дефльованості визначається за глибиною видування генетичних горизонтів ґрунтів, а ступінь похованості ґрунтів наносами діагностується за глибиною наносів, за характером поверхні наносу, за

шаруватістю та гумусованістю наносу, за віком наносу, за наявністю або відсутністю сформованих на еолових наносах ґрунтів (табл. 7.15, 7.16).

Таблиця 7.15. Класифікаційна схема дефльованості ґрунтів (Смирнова, 1985)

<i>Ступінь дефльованості</i>	<i>Видуго від глибини генетичних горизонтів</i>
Слабка	До ½ гор. А
Середня	До гор. В <sub>1</sub>
Сильна	До ½ гор. В <sub>1</sub>
Дуже сильна	До гор. В <sub>2</sub> (ВС)
Надзвичайно сильна	До гор. С

Таблиця 7.16. Класифікаційна схема похованості ґрунтів еоловими наносами (Смирнова, 1985)

<i>Ступінь похованості</i>	<i>За глибиною еолового наносу, см</i>	<i>За характером поверхні наносу</i>	<i>За шаруватістю та гумусністю наносу</i>	<i>За віком наносу</i>	<i>За наявністю або відсутністю сформованих на еолових наносах ґрунтів</i>
Незначна	<5	Рівномірний або бочкуватий	Однорідний або шаруватий, гумусований у різній мірі	Епохи ранніх кочівників	Малоглибокі ґрунти (гор. А 25-20 см)
Мілка	5-10	-	-	Епохи пізніх кочівників	Малоглибокі ґрунти (гор. А 20-18 см)
Середня	10-25	-	-	-	-
Глибока	25-50	Кочкувато-мілкобугристий	Однорідний або шаруватий, звичайно безгумусний	Сучасної епохи	Примітивні ґрунти (гор. А 10-3 см)
Дуже глибока	50-100	Середньобугристий	-	-	Ініціальні (гор. А 3-1 см)
Надзвичайно глибока	>100	-	-	-	Піски, що розвіваються

В цій же класифікаційній схемі виділяється початкова стадія дефльованості легких степових ґрунтів, яка визначається за опіщаненістю їх орного шару (табл. 7.17).

Таблиця 7.17. Опіщаненість орного шару (Смирнова, 1985)

Ступінь опіщаненості	Втрати фізичної глини у % від її вмісту в цілинних ґрунтах	
	піщаних	супіщаних
Слабка	<10	<25
Сильна	10-30	25-50

Ще одну класифікаційну схему дефльованих ґрунтів було запропоновано для ґрунтів сухостепової зони Казахстану, але ця схема, на наш погляд, може успішно використовуватись і в умовах України (табл. 7.18, 7.19).

Таблиця 7.18. Класифікаційна схема дефльованості ґрунтів сухостепової зони Казахстану (Смирнова, 1985)

Ступінь дефльованості	Руйнація гумусового горизонту	Втрати гумусу в гор. А, %	Втрати гумусу в гор. А+В, %	Опіщаненість орного шару, %
Слабка	До ¼ гор. А	<25	<10	<5
Середня	Від ¼ до ½ гор. А	25-50	10-25	5-10
Сильна	Від ½ до повного видування гор. А	>50	25-60	10-20
Дуже сильна	Руйнацією охоплений гор. В та горизонти, що лежать нижче	-	>60	>20

Серед недоліків описаних вище підходів до діагностики і класифікації дефльованих ґрунтів можна назвати ті самі недоліки, які зазначались і

характеризувались при викладенні положень щодо діагностики еродованих ґрунтів (див. підрозділ 7.1.1 даної роботи).

Таблиця 7.19. Класифікаційна схема похованості ґрунтів сухостепової зони Казахстану еоловими наносами (Смирнова, 1985)

<i>Ступінь похованості</i>	<i>Глибина еолових наносів, см</i>	<i>Характер відкладів вітрового наносу</i>
Незначна	<10	Рівномірний, вітровий ряб, коси навіювання
Мілка	10-20	Рівномірний, коси навіювання, овальні прикущові бугорки, рідше крупний вітровий ряб
Середня	20-30	Коси навіювання, овальні прикущові бугорки, крупний вітровий ряб
Глибока	30-50	Овальні прикущові бугорки, плоскі дюни (щитоподібні бархани), рідше коси навіювання
Дуже глибока	>50	Плоскі дюни, низькі бархани, часто в поєднанні з іншими еоловими формами рельєфу

*Використання допоміжних показників з метою діагностики ступеню дефльованості ґрунтів.* Як і у випадку еродованих ґрунтів, одним із напрямків подальшого удосконалення діагностики та класифікації дефльованих ґрунтів є використання допоміжних показників. В якості допоміжних показників при встановленні ступеню дефльованості ґрунтів можна використовувати деякі фізичні та хімічні характеристики ґрунтів, які змінюються внаслідок дії дефляційних процесів.

Так, П.С. Захаровим (Захаров, 1965) було опубліковано наступні матеріали щодо змін фізичних властивостей ґрунтів у залежності від ступеню їх дефльованості (табл. 7.20).

В цій же роботі наводяться дані, які свідчать про зміни хімічних властивостей ґрунту внаслідок дії дефляційних процесів (табл. 7.21).

Таблиця 7.20. Фізичні властивості каштанових піщаних ґрунтів у залежності від ступеню їх дефльованості (Захаров, 1965)

Горизонт	Глибина	Вміст фізичної глини, %	Питома вага ґрунту, г/см <sup>3</sup>	Щільність будови ґрунту, г/см <sup>3</sup>
Слабдефльований ґрунт				
A	0-25	10,3	2,57	1,25
AB	25-56	7,7	2,65	1,48
BC	56-120	8,5	2,65	1,46
C	120	10,3	2,62	1,74
Середньдефльований ґрунт				
A	0-25	6,3	2,67	1,51
AB	25-55	6,2	2,65	1,56
BC	55-105	6,9	2,62	1,53
C	105-120	7,5	2,65	1,55
Сильнодефльований ґрунт				
A	0-27	5,8	2,63	1,52
AB	27-54	5,9	2,64	1,55
B	54-95	5,2	2,65	1,54
BC	95-125	5,5	2,65	1,53
C	125	5,2	2,63	1,52

Таблиця 7.21. Хімічні властивості вилугуваних чорноземів у залежності від дефльованості/недефльованості останніх (Захаров, 1965)

Показник	Дефльовані ґрунти	Недефльовані ґрунти
Вміст азоту, %	0,50	0,67
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> водорозчинний, мг/100 г ґрунту	8,75	10,0
K <sub>2</sub> O, мг/100 г ґрунту	31,25	35,6

А в роботі (Смирнова, 1985) представлено наступні матеріали, що показують залежність хімічних показників ґрунтів від ступеню їх дефльованості (табл. 7.22).

Згідно з роботою (Можейко, 2000) хімічні показники дефльованих ґрунтів та наносів є наступними (табл. 7.23).

Як бачимо, фізичні та хімічні показники ґрунтів закономірно змінюються у залежності від ступеню дефльованості ґрунтів. Звідси, ці показники можуть бути використаними для уточнення ступеню дефльованості ґрунтів. Недоліками цих підходів є ті самі недоліки, що і у випадку еродованих ґрунтів (див.

підрозділ 7.1.1 даної роботи). До того ж, ці закономірності встановлено лише для окремих типів ґрунтів, що потребує подальших досліджень з іншими типами ґрунтів.

Таблиця 7.22. Хімічні властивості орного шару чорноземів Передкавказзя у залежності від ступеню їх дефльованості (Смирнова, 1985)

<i>Чорнозем звичайний надглибокий</i>			<i>Чорнозем звичайний середньоглибокий</i>		
<i>Недефльований</i>	<i>Слабо-дефльований</i>	<i>Сильно-дефльований</i>	<i>Слабо-дефльований</i>	<i>Середньо-дефльований</i>	<i>Сильно-дефльований</i>
Вміст загального азоту, %					
0,26	0,24	0,23	0,24	0,20	0,20
Вміст загального фосфору, т/га					
6,0	6,0	5,8	4,8	4,3	3,9

Таблиця 7.23. Хімічні показники дефльованих ґрунтів та наносів (Можейко, 2000)

<i>Ґрунт</i>	<i>Валові, %</i>			<i>Фосфор водорозчинний, мг/100 г ґрунту</i>	<i>Калій рухомий, мг/100 г ґрунту</i>
	<i>Азот</i>	<i>Фосфор</i>	<i>Калій</i>		
<i>Чорнозем південний малогумусний супіщаний</i>					
Недефльований	0,091	0,10	0,89	10,0	42,0
Дефльований	0,065	0,08	0,58	6,0	21,0
Вітровий елювій	0,032	Не визн.	Не визн.	1,5	22,2
Вітровий нанос	0,061	0,07	1,18	11,0	38,5
<i>Темно-каштановий супіщаний ґрунт</i>					
Недефльований	0,089	0,09	1,52	13,0	42,0
Дефльований	0,075	0,08	1,18	6,0	38,5
Вітровий нанос	0,068	0,07	1,41	5,0	35,0

В цілому можна сказати, що як і у випадку еродованих ґрунтів, на сьогоднішній день, не існує єдиного затвердженого та стандартизованого підходу до діагностики та класифікації ступеню дефльованості ґрунтів, тому слід користуватись наявними вище описаними методами, застосовуючи той чи інший з них (або їх певні комбінації) в залежності від конкретної ситуації. Без подолання вище викладених недоліків неможливо створити однозначну та загальноприйнятну систему діагностики та класифікаційну схему дефльованих ґрунтів, що гальмує повноцінний розвиток моніторингу ерозійно небезпечних



ґрунтів. Отже, подальше удосконалення діагностики та класифікаційних схем дефльованих ґрунтів є важливою задачею найближчого майбутнього.

### **7.2.2. Польові методи визначення величини видування та протидефляційної стійкості ґрунтів**

*Визначення кількості видутого ґрунту пиловловлювачами.* Для натуральних вимірювань кількості видутого ґрунту застосовуються наступні спеціальні прилади:

а) Пісковловлювач Знаменського. Пилоповітряний потік влучає у ствір патрубка діаметром 40 мм, де далі розташована більш широка камера, яка нагадує глушник мотоцикла діаметром 140 мм. В цій камері є перегородки, які гасять швидкість та затримують дрібні часточки ґрунту. Пісковловлювачі використовуються для уловлення дрібнозему та пилу. Встановлюються вони на кілках на висоті 10, 20, 50 та 100 см над поверхнею на кожному варіанті досліду. Після вимірювання, пил зважують і далі робиться перерахування переносу дрібнозему в т/га.

б) Пиловловлювач Семенова. Застосовується для вимірів кількості ґрунтових часток, які пересуваються стрибками та волочінням по поверхні ґрунту під впливом повітряного потоку. Установлюють прилад у невеликі ямки на рівні поверхні ґрунту. Після зважування дрібнозему та пилу, який через отвори потрапив до пиловловлювача, робиться перерахування переносу дрібнозему в т/га.

в) Польовий ерозіомір О.Г. Зузи. Складається з п'яти окремих секцій висотою 10 см кожна і вхідним отвором шириною 1 см, які фіксуються за допомогою штиря та повільно встановлюються між двома боковими стінками, що служать одночасно і флюгаркою. Секції мають вихід площею 5 см<sup>2</sup> для проходження вже чистого повітря. Установка приладу на місцевості виконується за допомогою фігурної планки та закріплюється трьома відтяжинами, закріпленими в ґрунті кілками.

Ґрунтові часточки відкладаються на дно кожної приймальної камери, цей матеріал зважують, потім складають до купи та робиться висновок про загальний винос ґрунтових часток, або про диференціацію їх за висотою через кожні 10 см.

г) Пастки часточок ґрунту. Використовуються у вигляді кюветів, ящиків, циліндрів тощо. Розміри – в залежності від виїмки, в яку розміщують пристрій. Вловлений за фіксований час через отвори з заданими розмірами дрібнозем та пил зважується і перераховується в т/га.

*Метод визначення дефльованості ґрунтів за потужністю наносів дрібнозему в лісосмугах, які розташовані на навітряному боці полів, з урахуванням площі пилозбору.* Він дає змогу визначити не тільки інтенсивність однієї (останньої) пилової бурі, але і всіх бур, які були за час існування лісосмути, тобто визначити загальний ступінь дефльованості ґрунту на навітряному полі.

Обирають поле, яке захищене (з навітряного та завітряного боків) лісосмугами щільної конструкції і віком від 25 і більше років, в яких, особливо в завітряній смузі, чітко видно наноси дрібнозему. Поперек завітряної лісосмути на характерній ділянці прокладається створ через неї до узлісся і далі на навітряне поле на 10-15 м. На обох узліссях (біля крайнього рядку дерев, або в ньому) виконуються ґрунтові розрізи, в яких визначаються основні морфологічні горизонти до другого перехідного.

В розрізах видно, що над горизонтом  $H$  існує навіяний шар, який майже завжди визначається тим, що між ним і засипаним горизонтом  $H$  існує тонкий прошарок з останців лісової підстилки або войлоку трав'яної рослинності, товщиною від 1-2 мм і більше на вертикальній стінці розрізу. Треба заміряти товщину нанесеного шару з точністю до 1 мм в 3-4 місцях і записати в журнал. Туди ж записується глибина горизонтів  $H$  і  $H_p$  ( $H_{pi}$ ).

Далі вибирається точка на наміченому створі, де нанос дрібнозему найбільший і на цьому місці викопується третій розріз з такою ж глибиною – до другого генетичного горизонту. Слід уважно стежити, щоб не проминути в

ньому всі прошарки між можливими наносами, які відкладені в минулі роки. Їх може бути 2 і більше. Наявність їх визначається за прошарками останців лісової підстилки та войлоку (буруватого кольору розмиті горизонтальні смужки з листяними та трав'янистими рештками), а також по кольору, структурі та щільності насипаного ґрунту. Всі еолові наноси утворюють, як правило, перевернутий профіль, чи частину його з того ґрунту, з якого він здутий. Таким чином, нижня частина його складається як правило з надутого гумусового горизонту чорного або темно-сірого кольору, далі після сильних бур починають відкладатись перехідні горизонти, більш освітлені. Структурний склад наносів відповідає структурі неораних відповідних генетичних горизонтів. Однак і в чорноземах звичайних та південних може виникати не тільки зерниста, а й гороховидна і горохувата структура. В наносах, які утворені з перехідних і елювіюваних горизонтів, щільність будови збільшується до 1,26-1,35 г/см<sup>3</sup>. При описі профілю відмічаються товщина кожного окремо виділеного нанесеного шару, його колір, структурний склад, щільність, а також ті ж властивості для похованих горизонтів і наявність прошарків між наносами різних років. По такій же методиці описуються ще 1-3 розрізи, які розташовуються в лісосмузі в напрямку наміченого створу в залежності від ширини лісосмуги.

*Метод визначення видутого ґрунту за кількістю дрібнозему, накопиченого в опаді лісосмуг, які розташовані на підвітряному боці полів, з урахуванням площі пилозбору.* Переміщення дрібнозему відбувається на континентальному, трансграничному, міжрегіональному та локальному рівнях, але в усіх випадках даний процес припускає наявність ділянок або територій емісії пилу, напрямок та швидкість руху повітря і перешкоди на шляху повітряних мас, де відкладається дрібнозем, тобто місця седиментації. Найбільш важливим в даному випадку є локальний рівень переносу дрібнозему, який стосується території сільськогосподарського призначення. Переміщення дрібнозему в цих випадках відбувається під впливом вітру в приземному шарі атмосфери. Оскільки полезахисні лісосмуги являються бар'єрами на шляху

повітряних мас, то більша частина винесеного з полів дрібнозему відкладається під їх пологом. Акумуляючим субстратом при цьому є лісовий опад. Кожній лісосмузі відповідає та або інша пилосбірна площа з боку дефляційно небезпечних вітрів. На території сільськогосподарських підприємств України створені системи захисних насаджень, тобто землі сільськогосподарського призначення поділені на клітині полів, які в даному випадку і є пилосбірними площами.

Для визначення кількості винесеного з полів дрібнозему можна використовувати систему лісових насаджень як систему контрольних створів. У кожному створі періодично виконується відбір зразків лісового опаду не менше як у п'яти повтореннях, розмірами не менш ніж 25×25 см. Далі із зразків лісового опаду відмивається твердий осадок, який спочатку перераховується на одиницю площі, а потім на всю площу лісосмуги. Витрати ґрунту від дефляції з прилеглого з боку шкідливих вітрів поля рахується по формулі:

$$B = \frac{d \cdot S_a}{S_n} \quad (7.14)$$

де  $B$  - витрати дрібнозему з поля, т/га;  $d$  - відкладення дрібнозему на одиницю площі в лісосмузі, т/га;  $S_a$  - площа лісосмуги, га;  $S_n$  - площа лісосмугового простору, га.

В залежності від мети досліджень, відбір зразків виконується у різні терміни. Для визначення кількості перенесеного з поля дрібнозему у зимово-весняний період виконується відбір зразків осіннього опаду у квітні-травні наступного року, при визначенні кількості перенесеного дрібнозему за вегетаційний період, відбір зразків виконується з початку і в кінці вегетаційного періоду – різниця між даними твердого осадку в указаних строках визначить кількість винесеного з поля дрібнозему за цей період. В старих насадженнях можна визначити відкладення пилу в лісовому опаді за багаторічний період. Для цього необхідно визначити вік лісового опаду будь-

яким із існуючих методів з використанням високоточних приборів, або розробити найбільш надійний і простий метод.

*Визначення глибини видування ґрунтів по вмісту гравію у верхньому шарі ґрунту та на його поверхні* (Бельгибаев, 1986). С.С. Соболев (1945) запропонував на щербенистих ґрунтах визначати співвідношення щепеню на поверхні ріллі (середня кількість у грамах на площі розміром  $1\text{ м}^2$ ) та у орному горизонті (середня кількість у грамах, перерахована на  $1\text{ м}^3$ ). Пізніше цей метод був уточнений та доповнений М.Й. Долгілевичем (1958) для гравелистих ґрунтів (Бельгибаев, 1986). Він запропонував закладати облікові площадки розміром  $50 \times 50$  см. З площадки прибирається вся рослинність, а з оголеної поверхні ґрунту збирається увесь дрібний щєбінь, галька разом з дрібноземом (на глибину 2 мм). Зібраний ґрунт просіюють крізь сито з отвором 2 або 3 мм (відокремлюючи щєбінь та гальку). Після цього в межах облікової площадки буром відбирають певний об'єм ґрунту з непорушеною структурою. Проби ґрунту висушують та просівають на тому ж ситі для виділення щєбеню.

Обрахування глибини видування ґрунту виконується по формулі:

$$H = 0,021 \frac{P_1}{P}, \quad (7.15)$$

де  $H$  - глибина видутого ґрунту, см;  $P_1$  - вага щєбеню та гальки з облікової площадки площею  $0,25 \text{ м}^2$ , кг;  $P$  - вага щєбеню та гальки в об'ємі ґрунтового буру, висотою 4 см, кг.

Застосування методики М. І. Долгілевича можливе на ґрунтах, які вміщують гравій (1-3 мм) та гальку (Методы изучения дефляции..., 1986).

*Метод "шпильок"* (Бельгибаев, 1986). Г.А. Балян та Л.Г. Раменський (1954) запропонували "метод шпильок" для обліку видутого та змитого дрібнозему ґрунтів. Дріт довжиною 8 см, товщиною 1-2 мм вводять у ґрунт до нульової відмітки. Від останньої вгору та вниз наносять міліметрові та сантиметрові позначки. Перевірка їх через певний час показує потужність видутого або надутого шару ґрунту (змитих або намитих ґрунтів). Однакове заглиблення шпильок можна забезпечити автоматично, використовуючи для

цього простий натискний „штампик” з двома паралельними ніжками заданої довжини (15 або 20 мм). Після дощів або штучного дощування шпильки оглядають, перевіряють висоту їх кінчиків над зміненим рівнем ґрунту. Це робиться за допомогою “муфтової мірки”, яка представлена відрізком товстого дроту, по якому з невеликим тертям ходить впоперек обрізана пробкова муфта. Дротова вісь мірки ставиться впритул до шпильки, муфта спускається до упору у верхівку шпильки, потім прикладаючи вісь мірки до масштабу, з точністю до пів міліметра визначають довжину мірки до муфти, яка дорівнює довжині надземної частини шпильки.

Недоліки методу шпильок:

- однобічність його показників – немає обліку гранулометричного та хімічного складу матеріалу що змивається; бажано доповнити метод встановленням невеликих найпростіших вбирачів;

- при незначній глибині вкорінювання шпильок у ґрунт (4-6 см) вони піднімаються та опускаються разом з поверхнею ґрунту коли його промочують та підсушують і в цьому відношенні вільні від погіршень, які властиві глибоко вбитим рейкам, проте шпильки не застосовують в період позмінного замерзання та відтаювання ґрунту, так як вони будуть в цих умовах схильні до випирання;

- на площадках, де випасають худобу, частина шпильок може бути збита ногами худоби. Бажано оперувати якомога більшою кількістю шпильок;

- іноді на шпильці затримуються мертві останки (детрит) знесені водою і тоді шпилька стає помітною перешкодою струменям води. Показники таких шпильок доводиться вибраковувати (Балян, Раменский, 1954).

Метод шпильок придатний і для визначення глибини видування ґрунтів.

А.Н. Кисільов (1958) називає цей метод “методом стрижнів”. Він пропонує брати стрижні з нержавіючої сталі або алюмінію довжиною близько 40 см. Після обробітку ґрунту стрижень вдавлюють на глибину 30 см. На поверхні залишають 10 см. На поверхні ґрунту має бути нульова відмітка.

Метод шпильок (стрижнів) має негативні технічні вади. По-перше, істотний недолік цього методу полягає в низькій точності визначення глибини видування ґрунту. По-друге, процес підготовки шпильок, установки та вимірювання дуже працемісткий. Необхідно робити насічки на шпильках від руки. При встановленні та зніманні показників, також виникають труднощі для знаходження „нульової позначки”, а потім „плюса” або „мінуса”, тобто наносу і зносу дрібнозему. Досліднику при цьому потрібно лягати на землю.

Цей метод удосконалений М.Є. Бельгібаєвим до повної автоматизації виміру зносу і наносу ґрунтів за допомогою сконструйованого ним приладу – ерозіоміра.

*Метод реперів* (Бельгібаєв, 1986). М.А. Кочкін та В.І. Донюшкін (1963) на основі „метода шпильок” Баляна і Раменського розробили метод системи постійних та тимчасових реперів (Бельгібаєв, 1986). Його використовують здебільшого для визначення змитого й намитого матеріалу при дослідженні водної ерозії. Репери у вигляді круглих сталевих та залізних прутів (1,5-2 м довжиною) можуть бути використані також для визначення зносу та наносу ґрунту дефляційними процесами. Така форма реперів (сталевих прутів) не дуже сильно порушує аеродинамічні властивості вітропіщаного потоку.

Метод реперів широко використовують при визначенні різних процесів екзогенного рельєфоутворення та денудації (Борсук, Спасская, Тимофеев, 1977; Девдаріані, 1964).

*Ґрунтово-геоморфологічний метод (нівелювання ключової ділянки)* [Бельгібаєв, 1986]. Це найбільш поширений географічний метод, який найбільше використовують фахівці природного профілю.

Зазвичай, вибирають певний профіль по рельєфу, від річки, озера, низини до певної найближчої точки, яка розташована вище. Для вимірювання застосовують нівелір технічний та нівелір глухий різних типів. Докладний опис та техніка проведення нівелювання поверхні приведені в багатьох підручниках, а також в роботі А.П. Бочарова (1972).

На середньо- та сильнодефльованих легких ґрунтах, наближені значення глибини видування ґрунтів можна одержати на ключових ділянках шляхом закладки ґрунтово-геоморфологічних профілів. Однією з важливих умов є порівнювання всього профілю з еталоном недефльованих або нееродованих ґрунтів, хоча б на невеликій ділянці.

Точність цього методу є невисокою. Він може бути використаний під час експедиційних досліджень, здебільшого на середньо- та сильнодефльованих ґрунтах в умовах складного гривисто-улуговинного або горбисто-увалистого рельєфу, в пісках пустинної та напівпустинної зони.

До цього методу відноситься також закладка ґрунтових розрізів, напів'ям та прикопок в цілях визначення зменшення потужності верхніх генетичних горизонтів ґрунтів під впливом дефляції. В 60-і роки ХХ ст., під час крупномасштабного обстеження ґрунтового покриву, це був один із основних методів визначення ступеня дефльованості ґрунту. Проте, деякі науковці прийшли до висновку, що таке порівняння горизонтів  $A$ ,  $A+B$  та інших з еталонами ґрунтів (за їх наявності) є недопустимим, тому що при цьому одержуємо значні відхилення вказаних параметрів із-за варіабельності досліджуваних ґрунтів чорноземної та каштанової зони. У зв'язку з цим важко визначити глибину видування ґрунтів та ступінь їх дефльованості при слабкій дефляції.

*Визначення глибини видування ґрунтів по об'єму відкладів вітрових наносів на ґрунтовій поверхні* (Бельгібаєв, 1986). За наявності відкладів вітрового наносу на легких та карбонатних ґрунтах, глибину видування можна визначити за наступною формулою (Бельгібаєв, 1970, 1986):

$$h = \frac{v}{s}, \quad (7.16)$$

де  $h$  - глибина видування ґрунту, м;  $v$  - об'єм вітрового наносу,  $\text{м}^3$ ;  $s$  - площа пилосбору, звідки видуто вітровий наніс,  $\text{м}^2$ .

Якщо об'єм видутого наносу з 1 га складає  $100 \text{ м}^3$ , то глибина видування ґрунту буде дорівнювати, в середньому, 1 см. Визначення об'єму видутого і



відкладеного матеріалу проводять у полі по виміру параметрів еолового мікрорельєфу (рідше мезорельєфу).

Відомо, що еолові форми мікрорельєфу і мезорельєфу мають різну конфігурацію та розміри. Проте всю їх різноманітність наближено можна звести до двох видів: форми, які нагадують витягнутий трикутник (коси навіювання) та овальні горбисті форми рельєфу, які в профілі нагадують параболу або сферу кулі, менше півкулі (Бельгібаєв, Федорович, 1972). Визначення об'єму вказаних тіл вітрового наносу не викликає особливих труднощів. Їх можна вирахувати за формулами, які були запропоновані В.В. Звонковим (1962).

Отримані таким шляхом величини глибини видування ґрунтів точніше можна визначити за формулою:

$$h = \frac{v \cdot k}{s} \quad (7.17)$$

де  $h$  - глибина видування ґрунту, м;  $v$  - об'єм вітрового наносу, м<sup>3</sup>;  $s$  - площа пилосбору, звідки видуто вітровий нанос, м<sup>2</sup>;  $k$  - коефіцієнт, що відображує недоврахування винесеної пилуватої фракції.

При цьому, для важких ґрунтів значення коефіцієнта  $k$  буде дещо більше, ніж для легких. При визначенні глибини видування ґрунтів запропонованим методом іноді буває важко визначити точно площу пилосбору, звідки було винесено видутий еоловий матеріал. Площу пилосбору можна визначити шляхом встановлення пісковловлювачів Знаменського, Бочарова, Семенова на полі, де видувається ґрунт.

М.Й. Долгілевич, Г.М. Карасьов та Г.А. Штода (1963) розробили метод визначення глибини видування ґрунтів, які не містять в собі вітрового елювію (часточок більше 1 мм). Цей метод побудований на визначенні співвідношення даних середньої площі перерізу вітрового наносу до довжини пилосбору. Метод в основному використовується за наявності шлейфів вітрового наносу в лісосмугах.

*Визначення глибини видування ґрунтів за ступенем їх опіщання* (Бельгібаєв, 1986). На легких ґрунтах (легкосуглинкових, супіщаних, рідше піщаних) при інтенсивному та багаторічному прояві дефляції відмічається процес їх опіщання (Бельгібаєв, 1981, 1986). Вперше процес опіщання внаслідок селективного видування ґрунтів був описаний А.Г. Гаелем (Гаель, Смирнова, 1960). При цьому формується вітровий елювій, який може включати камені, гравій та крупний пісок (за класифікацією Н.А. Качинського). Ступінь опіщання легких ґрунтів можна визначити шляхом порівняння даних механічного складу ґрунту за різні роки. Припустимо, що темно-каштанові супіщані ґрунти в цілинному стані мали вміст фізичної глини 19 %. Після залучення їх до обробітку та розвитку дефляційних процесів вміст фізичної глини зменшився до 12 % в результаті опіщання.

Об'єм видутого шару ґрунту при опіщанні можна визначити за формулою:

$$V_1 = V_2 \frac{a-b}{100}, \quad (7.18)$$

де  $V_1$  - об'єм видутого шару ґрунту, см<sup>3</sup>;  $V_2$  - об'єм розрахункового шару ґрунту визначеної грубизни на площі 1 м<sup>2</sup>, см<sup>3</sup>;  $a$  - вміст фізичної глини у вихідному ґрунті (контроль), %;  $b$  - вміст фізичної глини після прояву дефляції, %.

*Визначення глибини видування ґрунтів за оголенням коренів рослин* (Бельгібаєв, 1986). Існує метод визначення глибини видування або змиву ґрунтів за оголенням кореневої шийки та коренів трав'янистих рослин, кущів та дерев. Цей метод важливо використовувати при інтенсивних еолових процесах в семиаридній та аридній зонах, на узбережжі озер, річок та морів.

Дерева з оголеними коренями називаються „ходячими”. Випадки оголення сильної кореневої системи хвойних дерев відмічається на узбережжі великих озер, річок, морських пляжів. По деревам з оголеними коренями можна виміряти глибину видування (або змиву) ґрунтів з точністю до 1-2 см.

Оголення кореневої шийки відбувається також у трав'янистих рослин внаслідок інтенсивного видування ґрунту. При цьому, також, часто засікаються

самі рослини в період їх вегетації (зернові). За місцем розташування кореневої шийки зернових рослин відносно поверхні ґрунту, можна виміряти знос або нанос дрібнозему на різних ділянках.

Характер пошкодження сільськогосподарських рослин установлюється шляхом огляду об'єктів, що вивчаються. При цьому виділяються ділянки, на яких рослини не пошкоджені, засічені, видуті та засипані. Пошкодження поділяються на:

1) засічені: слабо та сильно;

2) видуті: слабо (вузол кущіння у злаків не оголений), середньо (вузол кущіння у злаків оголений), сильно (рослина може висіти на коренях або бути зовсім вирвана).

*Визначення глибини видування ґрунтів за останцями* (Бельгибаев, 1986). Відомо, що вітропіщаний потік має найбільшу щільність та насиченість в приґрунтовому шарі повітря до 1,5-2 м. Кородуюча роль вітропіщаного потоку також максимально виявляється в приґрунтовім шарі повітря („солові гриби” зверху обточуються та шліфуються в меншій мірі, ніж „ніжки” цих химерних природних споруд).

Розмір останців в пустині та ріллі в степовій зоні відрізняються між собою на два-три порядки. В даному випадку нас в більшій мірі цікавлять останці невеликих розмірів в семиаридній зоні.

Найбільш докладніше останці-свідки на ріллі описані С.С. Соболевим (1961). Він відмітив: „Вітрова ерозія змінює мікрорельєф ріллі. Ділянки ріллі, які не зазнали вітрової ерозії, після сівби на них зернових культур рядковою сівалкою зберігають навіть після перезимівлі озимих сліди борозен, які залишилися від сошників сівалок. До цих борозен глибиною 0,5-2 см (до 5 см) переважно пристосовані рядки посівів.

Ділянки ріллі, які зазнали вітрової ерозії, набувають внаслідок захисної дії сходів злаків інший мікрорельєф, який виявляється дзеркальним відображенням первісного. З міжряддя видувається дрібнозем, а в рядках, де ґрунт захищений містками та кореневими системами сходів, дрібнозем не так

швидко видувається. Тому міжряддя поступово, по мірі руйнування вітром поверхні ґрунту, знижуються, а борозни, залишені сошниками сівалок, захищені сільськогосподарськими культурами, навпаки, спочатку згладжуються, піднімаючись у вигляді гребенів – останців („свідків”). Потім ці гребені руйнуються вітром і залишаються окремі ізольовані ґрунтові піраміди-останці, або свідки, які захищені містками та коренями загиблих сходів. При періодичному вимірюванні змін мікрорельєфу ріллі, можна кількісно ( $\text{м}^3/\text{га}$ ) облікувати розвиток вітрової ерозії ґрунтів на ріллі” (Соболев, 1961).

За останцями видування на ріллі (після сильної пилової бурі) можна провести заміри відносного перевищення останців над вирівняною та згладженою поверхнею. Проте, потрібно мати на увазі, що не всякий останець на ріллі може слугувати „свідком”. Тут потрібен обережний та диференційований підхід, який має поєднуватися з іншими методами визначення глибини видування ґрунтів. За окремим одиничним останцем важко давати кількісну оцінку зносу (глибини видування ґрунтів).

Таким чином, метод останців може бути використаний в окремих випадках, проте він має доповнюватися та коригуватися за допомогою інших методів визначення глибини видування ґрунтів.

*Інструментальні методи визначення глибини видування та інтенсивності дефляції ґрунтів* (Бельгибаев, 1986). Найбільш об’єктивні і точні методи визначення величин видування можна отримати за допомогою приборів та інструментів.

Точні визначення глибини видування ґрунтів можна провести за допомогою польових аеродинамічних труб різних конструкцій. Робоча площа труб різних конструкцій відома, об’єм видутого матеріалу визначається за сумою вловленої ваги всіх фракцій на різній висоті. Час продування ґрунту в аеродинамічних трубах незначний (за ПАУ-2 конструкції А.П.Бочарова він дорівнює 5 хв.).

Існує декілька способів вимірювання макро- та мікрорельєфу поверхні: координатний, ощупуванням поверхні та фотопрофілювання (фотометричний).

Для наших цілей більш прийнятним є третій метод. Одним з поширених приладів, який дозволяє проводити фотометричні заміри, є фото профілограф. „У ґрунт, профіль якого необхідно заміряти, вертикально вводиться тонкий металічний лист – „Екран”. Потім з висоти росту людини екран фотографується з частиною поверхні перед ним. На одержаній фотографії чітко позначається межа торкання ґрунту з поверхнею екрану, яка представляє собою лінію профілю поверхні ґрунту. З фотографії в лабораторії проводять необхідні заміри профілю поверхні ґрунту” (Бочаров, 1972).

Існує думка, що екран А.П. Бочарова можна використовувати як прилад для визначення глибини видудання ґрунтів. Після знімання першої фотографії (весною після сівби зернових), місце установки екрану фіксують з боків двома шпильками з дроту. Точно визначається глибина вдавлення двох ніжок екрану в ґрунт. Через визначений час на цю ж зафіксовану раніше “лінію”, обмежену шпильками з дроту, можна вдавити знову фотопрофілограф на ту ж глибину, що і у перший раз. Потім фотографується мікрорельєф (нанорельєф) поверхні ріллі. Виміри нанорельєфу можуть бути “позитивними” (нанос) або “негативними” (знос). За нанесеними вертикальними та поперечними лініями екрану (масштаб) можна заміряти в частках сантиметра або міліметра зміни, які відбулися на поверхні ріллі (знос або нанос).

Для визначення глибини видудання ґрунту (визначення об’єму видуданого матеріалу) можна використовувати прилади-пісковловлювачі різних конструкцій: пастки-циліндри, пастка-кювет, дефляціограф конструкції О.Є Семенова, пиловловлювач ящичний, циліндричний пиловловлювач І.В. Годунова, однокамерний пісковловлювач А.І. Знаменського, пилопісковловлювач УПЗ-50Б (Бочарова), уловлювач пилу обертовий (Бочарова, Данілова, Шульте), піщаний колектор з поверхневою приймальною щілиною У. Чепила, пиловловлювач однокамерний обертовий ПОВ-75, розроблений КНДІМЕСГ та ВНДІЗГ. Всі ці прилади докладно описані А.П. Бочаровим (1972).

При використанні даних, одержаних пісковловлювачами, необхідно знати вагу, а потім об'єм уловленого вітрового наносу. Глибину видування ґрунтів можна (у більшості випадків) визначити за формулою (7.15). Складність тут полягає у тому, що потрібно точно визначити площу пілозбору, звідки був видутий вітровий нанос.

Хоча вище було перераховано досить багато приладів для вивчення дефляції ґрунтів, багато з них не випускаються у серійному виробництві. Для забезпечення галузі охорони ґрунтів, необхідно далі працювати над створенням нових приладів та, головне, доводити їх до масового виробництва (Методы изучения дефляции..., 1986).

*Визначення протидефляційної стійкості ґрунтів з використанням аеродинамічних установок* (Кириченко и др., 1979). Для визначення протидефляційної стійкості ґрунтів застосовують аеродинамічні установки різних типів.

Аеродинамічні установки (труби) підрозділяються на два основних типи: незамкнені (прямої дії) та замкнені (або циркуляційні) з нагнітаючими та всмоктуючими вентиляторами. Конструктивно вони виконуються як нерухомі (лабораторні) та рухомі (польові).

Однією із перших аеродинамічних установок була аеродинамічна труба А.І. Знаменського, яка представляє собою аеродинамічну трубу прямої дії з поперечним перерізом 30×30 см та довжиною біля 4 м. Швидкість потоку визначається двома трубками Пито, одна з яких є рухомою. Величина виносу піску визначається за допомогою лотку, встановленого на вагах, а розподіл його по висоті вимірюється 10-камерним пісковловлювачем з пробірками. На трубі встановлено дозатор для подачі піску у повітряний потік з метою вивчення його переносу та відкладення.

У Всесоюзному науково-дослідному інституті агролісомеліорації (колишній СРСР) було сконструйовано лабораторні аеродинамічні труби для вивчення аеродинамічних властивостей лісосмуг та закономірностей дефляційних процесів. Швидкість повітряного потоку в них визначається

трубками Прандтля з мікроманометрами, а еоловий матеріал, що видувається – циклонами-пиловідстійниками.

Рухомі польові аеродинамічні установки (труби) АДУ-1, ПАУ-2, ПАУ-3 розроблено Казахським науково-дослідним інститутом механізації та електрифікації сільського господарства (колишній СРСР). Найбільш досконала з них – ПАУ-3 – польова аеродинамічна установка незамкненого типу. Повітряний потік в ній утворюється вентилятором, привід якого здійснюється від вала відбору потужності трактору. Швидкість повітряного потоку із безступінчастим регулюванням вимірюється пневмометричними трубками Прандтля з мікроманометрами ММН, а інтенсивність видування – відбором ґрунтових часток з пилоповітряного потоку трубками Альнера. За допомогою ПАУ-3 можна вивчати інтенсивність видування ґрунту, зміни швидкості повітряного потоку по висоті, об'єм переносимого ґрунтового дрібнозему і розподіл його по висоті, інтенсивність дефляційних процесів.

Із закордонних зразків, однією із найбільш відомих є аеродинамічна труба прямого типу, повітряний потік у якій створюється електродвигуном з вентилятором. Швидкість потоку регулюється поворотом лопатей вентилятора, а вимірюється постійним температурним тепловим анемометром у місцях фіксування зондів ізокінетичного колектору. Кількість пилу, що видувається, вимірюється відбором ґрунтових часток з пило повітряного потоку за допомогою ізокінетичних трубок-зондів, фільтрів для вловлювання ґрунтових часток, ротаметра для вимірювання об'єму повітря, яке пройшло, вакуумного джерела та клапанної голки. Для того, щоб правильно відібрати ґрунтові часточки, швидкість повітря всередині ізокінетичних трубок за допомогою вакуумного регулятора приводять у відповідність з швидкістю потоку над поверхнею ґрунту (що вивчається) у камері. Ґрунтовий матеріал, що видувається, затримується на фільтрах і разом з останніми зважується на вагах.

За допомогою аеродинамічних установок визначають протидефляційну стійкість ґрунту та суміжні показники, такі як зв'язність (механічна міцність) ґрунту (Кириченко, 1979).

В цьому підрозділі викладено лише основні положення щодо використання вище зазначених методів визначення величини видування та протидефляційної стійкості ґрунтів. Для практичного застосування цих методів треба використовувати матеріал, викладений у першоджерелах.

Розрахункові методи визначення протидефляційної стійкості ґрунтів викладені у розділі 8 даної роботи.

### **7.2.3. Дистанційні методи визначення дефляційної небезпеки, ступеню дефльованості ґрунтів та інтенсивності дефляційних процесів.**

Методи дистанційного зондування є ефективним інструментом визначення дефляційної небезпеки, ступеню дефльованості ґрунтів та інтенсивності дефляційних процесів.

Значні перспективи має використання методів дистанційного зондування для визначення та картографування *ступенів дефльованості і протидефляційної стійкості* ґрунтів. На сьогоднішній день, вже розроблено методика картографування дефльованості ґрунтів за знімками космічного супутника Landsat TM (Palmer, Furby, Wallace, 1994).

Г. Окін та Д. Жилет (Okin, Gillette, 2004) показали, що методи дистанційного зондування є ефективним інструментом картографування „гарячих плям” дефляції. Цими авторами було, також, показано можливості дистанційного відслідковування просторових особливостей проявів дефляції.

П. Чавес та Д. Макіннон в рамках проекту „Using Remote Sensing to Detect Active Dust Storms and Map Areas Vulnerable to Eolian Erosion” (<http://TerraWeb.wr.usgs.gov/projects/>) показали, що за космічними знімками можна визначати та картографувати території з високою дефляційною небезпекою. Було запропоновано модель, яка дозволила автоматично визначати на космічних знімках ділянки з невеликим проективним покриттям ґрунтів рослинністю та ділянки з ґрунтами, яскравість поверхневого шару яких має



високе значення. Такі ділянки на знімках характеризували ґрунти, які є найбільш вразливими до дефляції.

О.Г. Тараріко та ін. (Тараріко та ін., 2007) показали, що на основі космічних знімків можна вивчати (та картографувати) характер протікання та просторові особливості пилових бур.

В цілому ж, використання методів ДЗ в якості інструменту визначення ступеню дефльованості ґрунтів та інтенсивності дефляційних процесів спирається на ті самі принципи, що і використання методів ДЗ для визначення аналогічних явищ, пов'язаних із водною ерозією ґрунтів. Тому для розкриття цієї теми повністю підходить матеріал, викладений в підрозділі 7.1 даної роботи (окрім матеріалу, пов'язаного з дистанційним визначенням лінійних форм ерозії та їх динаміки).

Основою для використання методів ДЗ в якості інструменту визначення дефляційної небезпеки є здатність дистанційних методів визначати величини показників, що виражають дефляційні фактори та вітростійкість ґрунту.

За допомогою методів ДЗ можна виконувати визначення (та картографування) основних показників, які характеризують вплив кліматичних та геоморфологічних факторів на інтенсивність дефляції.

Використання методів ДЗ дозволяє дистанційно визначати (прогнозувати) такі кліматичні показники як *показники циркуляції атмосфери* (Кравцова, 2005), а також *покриття ґрунту сніговим покривом* (Salomonson, Appel, 2004). Дистанційне визначення (прогнозування) *показників циркуляції атмосфери* виконується пасивними знімальними системами у видимому та інфрачервоному діапазонах: NOAA (радіометр AVHRR), Meteosat та ін.

Особливості дистанційного визначення *покриття ґрунту сніговим покривом* викладено в цій роботі вище (див. підрозділ 7.1 даної роботи).

Особливості дистанційного визначення показників, що характеризують вплив геоморфологічного фактора на інтенсивність дефляції (*ухил, експозиція*) також наведено в цій роботі вище (див. підрозділ 7.1 даної роботи).

За допомогою методів ДЗ можна визначати низку ґрунтових характеристик, що прямо та побічно впливають на інтенсивність дефляції, а також є індикаторами ступеню дефльованості ґрунтів.

*Грудкуватість ґрунту* дистанційно визначається за даними активного ДЗ в мікрохвильовому діапазоні. Радіолокаційне визначення *грудкуватості ґрунту* може здійснюватись за даними космічних радіолокаційних апаратів RADARSAT, ERS, SIR-C (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997; Walker et al., 2004), авіаційних комплексів MAPC (Яцевич и др., 1999) та AIRSAR (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997), наземних радіолокаційних станцій LCX POLARSCAT, RASAM та станцій конструкції ІРЕ НАНУ (Гічка, 2005, 2007; Dubois, Zyl, Engman, 1995; Kulemin, 2003).

*Зв'язність ґрунту* майже функціонально залежить від гранулометричного складу ґрунту, тому для її дистанційного визначення можна використовувати ті самі підходи, що і до дистанційного визначення гранулометричного складу ґрунту (Гічка, Тімченко, 2008). *Зв'язність ґрунту* може дистанційно визначатися за даними ДЗ в оптичному та ближньому інфрачервоному діапазонах, а також в мікрохвильовому діапазоні. Для дистанційного визначення *зв'язності ґрунту* може використовуватись багатоспектральне космічне сканування (Трускавецький, 2006; Шатохін, 2000) та польова спектрофотометрична зйомка (Ачасов, 1998; Шатохин, Ачасов, 2001), а також радіолокаційна зйомка, зокрема зйомка космічними апаратами RADARSAT, ERS, SIR-C (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997; Walker et al., 2004), авіаційними комплексами MAPC (Яцевич и др., 1999) та AIRSAR (Dubois, Zyl, Engman, 1995; Shi et al., 1997), наземними радіолокаційними станціями LCX POLARSCAT, RASAM та станціями конструкції ІРЕ НАНУ (Гічка, 2005, 2007; Dubois, Zyl, Engman, 1995; Kulemin, 2003).

Особливості дистанційного визначення таких ґрунтових показників як *шорсткість ґрунтової поверхні, вологість ґрунту, гранулометричний склад ґрунту, глибина гумусованого профілю ґрунту, вміст гумусу* викладено в цій роботі вище (див. підрозділ 7.1 даної роботи).

За допомогою методів ДЗ можна визначати структуру земельних угідь та її трансформації, що є дуже важливими характеристиками, які свідчать про дефляційну небезпеку територій.

Особливості використання методів ДЗ для визначення *структури земельних угідь та її трансформацій* викладено в цій роботі вище (див. підрозділ 7.1 даної роботи).

За допомогою методів ДЗ можна визначати низку характеристик рослинності, що прямо та побічно впливають на інтенсивність дефляції, а також є індикаторами ступеню дефльованості ґрунтів.

Особливості використання методів ДЗ для визначення таких важливих з точки зору захисту ґрунтів від дефляції показників рослинності як *проективне покриття, біомаса, індекс листової поверхні* викладено в цій роботі вище (див. підрозділ 7.1 даної роботи).

Особливості використання методів ДЗ для визначення *стану лісосмуг* викладено в цій роботі вище (див. підрозділ 7.1 даної роботи).

Більш докладно з особливостями дистанційного визначення дефляційної небезпеки, дефльованості ґрунтів та інтенсивності дефляційних процесів, можна ознайомитись в роботах (Гічка, 2005, 2007; Гічка та ін., 2006, 2007, 2008; Тараріко та ін., 2007; Okin, Gillette, 2004; Palmer, Furby, Wallace, 1994).

#### **7.2.4. Методи оцінювання дефльованості територій**

Дефльованість територій визначається ступенем дефльованості ґрунтів цієї території та ступенем похованості ґрунтів еоловими наносами. В залежності від співвідношення площ, які займають ґрунти різного ступеню дефльованості (та поховані ґрунти), виділяють групи дефльованості територій. Наприклад, в роботі (Смирнова, 1985) пропонується виділяти наступні групи дефльованості територій (табл. 7.24).

Таблиця 7.24. Класифікація дефльованих територій з легкими степовими ґрунтами, сформованими на пісках (Смирнова, 1985)

Групи дефльованості	Співвідношення ділянок недефльованих та в різному ступені дефльованих ґрунтів, %						Переважаюча глибина еолового наносу, см	Еоловий мікрорельєф, см	Зміни мезорельєфу
	Недефльовані	Слабо	Середньо	Сильно	Дуже сильно	Надзвичайно сильно			
Слабка	25-50	50-75	-	-	-	-	5-10	Ряб	Немає
Середня	-	25-40	50-75	0-10	-	-	10-25	Ряб+видуви+бугри>15	Немає
Сильна	-	10-20	10-20	50-75	0-10	-	25-50	Ряб+видуви+бугри>50	Кочкуватий
Дуже сильна	-	5-10	5-10	10-20	50-75	5-10	50-100	Ряб+видуви+бугри>100	Мілкобугристий
Надзвичайно сильна	-	-	5-10	10-20	10-20	50-75	100-200	Ряб+видуви+бугри>100	Середньо- й високобугристий

Методика оцінювання дефльованості територій потребує подальшого доопрацювання та апробації на всіх територіях України, де спостерігаються інтенсивні дефляційні процеси.

## **8. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ЕРОЗІЇ ТА ДЕФЛЯЦІЇ ҐРУНТІВ ТА ЙОГО ПРИКЛАДНЕ ЗНАЧЕННЯ**

### **8.1. Теоретичні та прикладні основи моделювання ерозійних та дефляційних процесів**

Моделювання є одним із найбільш важливих інструментів вивчення ерозійних та дефляційних процесів і явищ, визначення та прогнозування їх інтенсивності, оцінювання ерозійної (дефляційної) небезпеки земель, а також планування заходів з охорони ґрунтів від ерозії (дефляції). Стрімкий розвиток та розповсюдження різноманітних моделей ерозії та дефляції обумовлюється тими перевагами, які має модельний підхід серед всього арсеналу наукових підходів. До таких переваг відносяться відносна дешевизна відповідних робіт, можливість коректного дослідження складних процесів, якими є ерозія та дефляція, можливість прогнозування ерозійних (дефляційних) процесів, низька трудомісткість та зручність виконання робіт. Завдяки цим перевагам моделювання ерозії (дефляції) є одним із головних методів дослідження ерозійних (дефляційних) процесів і явищ, їх прогнозування, а також проектування протиерозійних (протидефляційних) заходів.

В основі моделювання як наукового підходу лежить заміна реального об'єкта або процесу спрощеним аналогом, який і називається моделлю. Процес моделювання, таким чином, полягає у створенні моделі об'єкта або процесу та її подальшого вивчення. Одержані в процесі такого вивчення результати переносяться за певними правилами на реальний об'єкт. Важливою процедурою тут є встановлення подібності моделі реальному процесу (об'єкту).

У випадку моделювання ерозійних (дефляційних) процесів реальний механізм ерозії (дефляції) та вплив на ерозію (дефляцію) зовнішніх факторів замінюються на їх фізичні, математичні та знакові аналоги, які власне і підлягають вивченню.

Моделювання ерозії (дефляції) поділяється на такі основні категорії: фізичне, математичне та імітаційне.

В основі фізичного моделювання ерозії (дефляції) лежить фізична подібність ерозійних (дефляційних) процесів і їх модельних аналогів. Тобто, фізичні явища і закономірності, що лежать в основі відповідної моделі мають бути подібними до фізичних явищ і закономірностей, які лежать в основі реальних ерозійних (дефляційних) процесів.

Фізичне моделювання ерозії (дефляції) передбачає здійснення наступних кроків: визначення та формулювання умов подібності на основі аналізу процесу ерозії (дефляції); розробка методики фізичного моделювання; виконання експериментальних робіт; аналіз експериментальних даних та виявлення закономірностей, механізмів і факторів ерозійних (дефляційних) процесів; співставлення отриманих даних з натурними даними; оцінювання погрішності фізичного моделювання (Мірцхулава, 2000).

На сьогоднішній день накопичено значний досвід лабораторного та натурального фізичного моделювання, зокрема для дослідження ударної дії крапель дощу на ґрунт, процесів краплинної ерозії (ерозії розбризкування) і змиву ґрунту з використанням штучного дощування (Константинов, 1987; Лавровский и др., 1987; Мірцхулава, 1970; Сластихин, 1964; Сухановський, 2000; Федотов, 1980; Швєбс, 1974; Ellison, 1944, 1947; Palmer, 1963) та ін., для дослідження протиерозійних властивостей ґрунтів з використанням гідравлічних лотків різної конструкції (Гуссак, 1959; Мірцхулава, 1970; Кузнецов, 1981), методів штучного дощування (Ігошин, 1984; Светличний и др., 2002; Швєбс, 1974; Швєбс и др., 1988) та розмиву ґрунту горизонтальним струменем води із заданими характеристиками (Бастраков, 1980).

Що ж стосується фізичного моделювання дефляції, то цей напрямок почав активно розвиватись у СРСР та США з середини ХХ сторіччя (Можейко, 2000). З того часу було проведено великий обсяг експериментальних робіт з штучного продування ґрунту в аеродинамічних установках різних конструкцій (Бочаров, 1962, 1972; Шиятый, 1965; Долгилевич, Сидорчук, 1968; Бураков,

1976, 1981; Тимченко, 1987; Hagen et al., 1992; Mirzamostafa et al., 1998). Ці методи фізичного моделювання дефляції дали можливість визначати дефляційні втрати ґрунту при точно заданих кліматичних (швидкість вітру) та ґрунтових параметрах. В результаті цих експериментів було встановлено залежності між інтенсивністю видування та основними показниками діяльної поверхні ґрунту, виявлено закономірності розподілу рухомого ґрунтового матеріалу та структури пилоповітряного потоку у просторі, а також вивчено багато інших питань, що дозволило глибше пізнати дефляційні процеси (Можейко, 2000).

Математичне моделювання ерозії (дефляції) ґрунтується на використанні математичних виразів у якості заміника реального ерозійного (дефляційного) процесу. Математичними моделями можуть бути, наприклад, системи інтегральних, диференціальних та різницевих рівнянь, системи алгебраїчних рівнянь або нерівностей тощо. В окремих випадках математична модель може бути представлена і одним рівнянням.

Математичні моделі ерозії (дефляції) у формалізованому вигляді показують істотні з погляду поставленої мети взаємозв'язки між складовими частинами ерозійного (дефляційного) процесу або між чинниками ерозії (дефляції) та відповідними ерозійними (дефляційними) явищами.

Побудова і використання математичних моделей не регламентується необхідністю визначення критеріїв подібності, внаслідок чого особливу актуальність у математичному моделюванні має проблема адекватності моделі, тобто відповідності моделі оригіналу. Можна виділити два критерії адекватності математичних моделей: 1) критерій внутрішньої досконалості (вимога логічності і простоти основних конструкцій моделі і співвідношень між ними); 2) критерій зовнішньої виправданості (відповідність моделі спостережуваним фактам). Кожна модель перед використанням має бути оцінена за обома критеріями. При цьому якщо критерій внутрішньої досконалості передбачає переважно якісну оцінку відповідності моделі оригіналу, то критерій зовнішньої відповідності вимагає перевірку

відповідності результатів моделювання даним спостережень за модельованим процесом (об'єктом). Стосовно моделювання ерозії (дефляції) ґрунту це означає перевірку моделі на достатньо тривалих і достовірних матеріалах спостережень за змивом ґрунту на стаціонарних майданчиках або схилових мікроводозборах.

Математичне моделювання разом із науково-дослідницькими функціями виконує також функції конструювання і проектування, виступаючи як інструмент розрахунку і прогнозу характеристик ерозійного (дефляційного) процесу при вирішенні практичних завдань.

Розробка перших математичних моделей водноерозійних процесів належить до другої половини 30-х – початку 40-х років ХХ сторіччя. Цими моделями були формули Я.В. Корнєва (1937), Дж. Г. Ніїла (1938), А.У. Цинга (1940), В.А. Казакова (1940). У наш час кількість математичних моделей ерозійних процесів вимірюється багатьма десятками і продовжує збільшуватись (деякі, найбільш популярні в Україні математичні моделі ерозії та дефляції будуть описані та охарактеризовані нижче).

Математичне моделювання дефляційних процесів здійснювалось різними дослідниками у декількох країнах світу (Можейко, 2000). Серед найбільш відомих математичних моделей дефляції є Рівняння вітрової ерозії – WEQ (1965), модель М.Й. Долгілевича та І.Ф. Сидорчука (1968), модель Є.І. Шиятого (1976, 1981). Існують також математичні моделі дефляції М.Є. Бельгібаєва (1978), Г.П. Глазунова та А.Л. Андрійчука (1993), Г.А. Ларіонова (1991), А.Л. Данилина (1981). Найопрацьованішою в Україні математичною моделлю дефляції є модель Бочарова-Шиятого, яку було доопрацьовано та адаптовано до умов України співробітниками ННЦ ІГА Г.О. Можейко, Д.О. Тімченко та ін. (Можейко, 2000; Прогноз можливих потерь..., 1993; Тімченко, 1987).

Імітаційне моделювання – це сучасний різновид математичного моделювання, який базується на можливостях електронно-обчислювальної техніки. Процедура отримання нової інформації про процес (об'єкт) у випадку



імітаційного моделювання виконується шляхом експериментування з моделлю цього процесу на електронно-обчислювальній машині.

Імітаційні моделі використовуються в імітаційному або оптимізаційному режимах. У першому випадку модель використовується для вибору тієї чи іншої стратегії шляхом численних експериментів з нею при визначених величинах змінних, що характеризують стан системи-оригіналу та зовнішній вплив. У другому випадку за допомогою моделі при заданій цільовій функції намагаються знайти оптимальну стратегію, тобто значення змінних, що забезпечують оптимальні значення критерію.

Імітаційне моделювання успішно застосовується для вирішення різноманітних теоретичних і прикладних завдань, пов'язаних з оцінюванням ерозійної небезпеки та проектуванням протиерозійних заходів. Найбільш визнаними та вживаними імітаційними моделями водної ерозії є WEPP (1989), EUROSEM (1998), EPIC (1990), CREAMS (1980), ANSWERS (1982).

Що ж стосується імітаційного моделювання дефляційних процесів, то тут слід виділити таку загально визнану в світі комп'ютерну модель дефляції як WEPS (1995).

## **8.2. Моделі ерозійних та дефляційних процесів**

На сьогоднішній день розроблено велику кількість моделей водної ерозії та дефляції. Наведемо характеристики кількох найбільш поширених в Україні моделей ерозії та дефляції (при описі моделей викладено лише основні положення щодо особливостей їх використання та подано лише загальну розшифровку символів, отже для практичного застосування цих моделей треба використовувати матеріал, викладений у першоджерелах).

**Універсальне рівняння втрат ґрунту від ерозії.** Універсальне рівняння втрат ґрунту (USLE), відоме як рівняння Уїшмейєра-Сміта (США) розроблене як метод розрахунку середньорічних втрат ґрунту через зливову ерозію на основі узагальнення результатів спостережень на стандартних стокових

майданчиках (довжиною 22,13 м, шириною 1,83 м і ухилом 9 %), проведених більше, ніж на 8000 ділянках у 36 районах в 21 штаті США.

Універсальне рівняння втрат ґрунту виглядає наступним чином:

$$W = 0,224R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P, \quad (8.1)$$

де  $W$  – середньорічний модуль втрат ґрунту ( $\text{кг}/\text{м}^2$ );  $R$  – фактор еродуючої здатності дощу;  $K$  – фактор еродуємості ґрунту;  $LS$  – фактор рельєфу ( $L$  – фактор довжини схилу,  $S$  – фактор ухилу);  $C$  – фактор сівозміни (агротехніки);  $P$  – фактор ґрунтозахисних заходів.

*Фактор еродуючої здатності дощу* визначається як добуток сумарної кінетичної енергії дощу і його максимальної 30-хвилинної інтенсивності.

*Фактор еродуємості ґрунту* являє собою відношення середньорічного змиву ґрунту з  $1 \text{ м}^2$  стандартного стокового майданчика при його обробітку уздовж схилу по типу чорного пару до середньої багаторічної величини ерозійного індексу опадів для території, що розглядається.

*Фактор ухилу* в Універсальному рівнянні втрат ґрунту визначається за формулою на основі показнику ухилу схилу. Із збільшенням величини ухилу схилу фактор ухилу в USLE збільшується.

*Фактор довжини схилу* визначається за формулою на основі величини довжини схилу. Із збільшенням довжини схилу фактор довжини схилу зростає.

*Фактор сівозміни (агротехніки)* та *фактор ґрунтозахисних заходів* являють собою відношення втрат ґрунту з ділянки з певними протиерозійними заходами та зайнятої під певну культуру, до втрат ґрунту з контрольної ділянки, що знаходиться під паром та без будь-яких протиерозійних заходів.

Універсальне рівняння втрат ґрунту до цього часу широко використовується у США. Його остання редакція – RUSLE – розглядається як один із основних робочих інструментів при проектуванні протиерозійних заходів Міністерством сільського господарства США. Як модуль, відповідальний за розрахунок змиву ґрунту, Універсальне рівняння втрат ґрунту або його окремі блоки входять до складу комп'ютерних систем

комплексного призначення, таких як SPNM (1980), CREAMS (1980), ANSWERS (1982), EPIC (1990).

Однак з огляду на емпіричний характер моделі та регіональний характер її параметрів, а також недоопрацьованість рельєфного фактора, її застосування для протиерозійного проектування у природно-господарських умовах України вимагає виконання додаткових спеціальних досліджень.

### **Логіко-математична модель поверхневого змиву ґрунту Г.І. Швєбса.**

Логіко-математичну модель поверхневого змиву ґрунту було розроблено Г.І. Швєбсом і в найбільш повному вигляді опубліковано в 1974 р. В основу моделі було покладено припущення про те, що кількість схилових наносів у будь-якому створі визначається сполученням умов водовіддачі, наносоутворення і транспортувальної здатності потоку по всій тій частині схилу, яка знаходиться вище цього створу.

Розрахунковий вираз для середнього багаторічного модуля зливого змиву ґрунту в літньо-осінній період у базовому варіанті логіко-математичної моделі має вигляд:

$$W_{л-о} = 1,2 \cdot 10^{-4} j_R e^{-\lambda_p(0,85-100m_1)} \Phi(L;I) \sum K_{ГМ}, \quad (8.2)$$

де  $W_{л-о}$  - середнє багаторічне значення середнього для схилу модуля змиву за літньо-осінній період, т/гарік;  $j_R$  - показник відносної змиваємості ґрунту, який визначається з урахуванням еродованості;  $m_1$  - параметр формули швидкості, що враховує гідравлічну шорсткість поверхні ґрунту;  $\lambda_p$  - параметр, що характеризує протиерозійні властивості рослинності;  $\Phi(L;I)$  - функція рельєфу ( $\Phi(L;I) = I^{m_0} L^{0,5}$ ), де  $L$  - довжина схилу, м,  $I$  - середній ухил схилу, °,  $m_0$  - коефіцієнт, який змінюється від 0,7 для лісу, пасовища і цілини до 1,3-1,5 для обробленої поверхні без рослинності;  $\sum K_{ГМ}$  - середньобаторічне значення річних сум гідрометеорологічного фактора зливого змиву ґрунту.

Для зимово-весняного періоду величина модуля змиву ґрунту у базовій версії логіко-математичної моделі визначається за рівнянням:

$$W_{з-в} = 10^{-5} j_\rho C e \left[ \lambda_{\rho_3} \rho_3 \Phi(I, L) \eta_{cm_3} \Delta \bar{X}_z + \lambda_{\rho_6} \rho_6 \Phi(I, L) \eta_{cm_6} \bar{X}_{вс} \right], \quad (8.3)$$

де  $W_{3-6}$  - середнє багаторічне значення середнього для схилу модуля змиву за зимово-весняний період, т/га·рік;  $j_R$  - часткова характеристика відносної змиваємості, що визначається з урахуванням еродованості ґрунту;  $\overline{\Delta X}_3$  - середньорічні запаси води в снігу, що вивільнюються в результаті відлиг;  $\overline{X}_{вс}$  - середньорічні максимальні запаси перед весняним сніготаненням;  $\eta_{cm_3}$ ,  $\eta_{cm_6}$  - середні коефіцієнти стоку;  $\lambda_{\rho_3}$ ,  $\lambda_{\rho_6}$  - параметри, які враховують стан поверхні, відповідно, для зимових відлиг і весняного періоду;  $\Phi_g(I, L)$  - фактор рельєфу ( $L$  - довжина схилу, м,  $I$  - середній ухил схилу, °) для зимово-весняного періоду, що відрізняється від фактора рельєфу для теплого періоду більш низькими значеннями показника ступеня при  $I$ ;  $C_e$  - коефіцієнт, що характеризує вплив експозиції.

#### **Модифікований варіант логіко-математичної моделі змиву ґрунту.**

Протягом 80-90-х років ХХ сторіччя на основі досвіду практичного застосування моделі, а також проведених теоретичних та польових досліджень водної ерозії в логіко-математичну модель були внесені зміни, які дозволили істотно підвищити її адекватність і надійність. Зміни торкнулися: методики урахування гідрометеорологічних умов весняного змиву ґрунту (Прокопенко, 1986), методики розрахунку гідрометеорологічного фактора зливогого змиву як окремого дощу, так і його річної норми (Швебс та ін., 1993), а також методики урахування рельєфних умов ерозійного процесу (Светличный, 1991, 1995).

Теоретичний аналіз процесу утворення наносів в умовах яскраво визначеної нестационарності процесу випадіння зливових опадів, особливостей формування поздовжнього профілю схилів у процесі саморегулювання флювіального рельєфу, а також використання результатів польових експериментальних досліджень і матеріалів стаціонарних спостережень за змивом ґрунту, дозволили обґрунтувати нову методику урахування зміни інтенсивності і характеру ерозійного процесу вздовж схилу. Таке обґрунтування перетворило її з „нульвимірної” моделі змиву, якою вона була в базовому варіанті, на „профільну” (одновимірну) модель „поверхневого змиву-

аккумуляції”, що дає можливість виконати оцінку змиву-аккумуляції для будь-якої ділянки схилу (Світличний, 1995; Светличный, 1999).

Норма зливогого змиву у модифікованому варіанті логіко-математичної моделі розраховується за формулою:

- при  $x < L_a$

$$W(x) = 2,6 \cdot 10^{-6} K_{ГМ} \left[ 1,5 j_R(x) I^m(x) x^{0,5} f_a(x) + j_R(x) f_a(x) x^{1,5} \frac{d(I^m(x))}{dx} + \right. \quad (8.4)$$

$$\left. + I^m(x) f_a(x) x^{1,5} \frac{d(j_R(x))}{dx} + j_R(x) I^m(x) x^{1,5} \frac{d(f_a(x))}{dx} \right]$$

- при  $x \geq L_a$

$$W(x) = 2,6 \cdot 10^{-6} K_{ГМ} \left[ 1,5 j_R(L_\Delta) I^m(L_\Delta) L_\Delta^{0,5} f_a(L_\Delta) + j_R(x) f_a(x) x \frac{d(I^m(x))}{dx} + \right. \quad (8.5)$$

$$\left. + I^m(x) f_a(x) x \frac{d(j_R(x))}{dx} + j_R(x) I^m(x) x \frac{d(f_a(x))}{dx} \right],$$

де  $W(x)$  - середньорічний модуль (норма) зливогого змиву ґрунту (т/ґарік) на відстані  $x$  (м) від вододілу;  $K_{ГМ}$  - норма модифікованого гідрометеорологічного фактора зливогого змиву;  $f_a(L_\Delta)$  - середнє до створу  $x$  значення фактора агротехніки, безр. (дорівнює добутку  $f_p$  - коефіцієнта протиерозійної ефективності рослинного покриву і  $f_\Gamma$  - коефіцієнта ґрунтозахисної ефективності спеціальних агротехнічних протиерозійних заходів, таких як лункування, боронування, щілювання, мульчування тощо);  $j_R(x)$  - середня до створу  $x$  відносна змиваємість ґрунту, безр.;  $I(x)$  - середній ухил схилу як функція відстані від вододілу, %;  $L_a$  - довжина привододільної зони зростання вниз по схилу інтенсивності наносоутворення, м;  $L_\Delta$  - робоча довжина зони активного наносоутворення, м, (як таку, з метою урахування зміни факторів ерозійного процесу вниз по схилу приймають максимальне значення першого доданка в квадратних дужках виразів (8.4)-(8.5); це може бути або привододільна ділянка, або ділянка схилу, що примикає до розрахункового створу довжиною  $L_a$ );  $p$  - показник ступеня при довжині схилу в межах

привододільної зони  $L_a$ , який може бути прийнятий постійним і рівним 0,5;  $m$  - показник степеня при ухилі для обробленої поверхні без рослинності.

Зміна модуля *весняного змиву* ґрунту вниз по схилу не відбувається за закономірністю, характерною для зливого змиву. Унаслідок того, що тривалість водовіддачі при сніготаненні вимірюється годинами (навіть якщо враховувати добову нерівномірність водовіддачі зі снігу), формування стоку на всьому схилі йде з типом повного схилового стоку, для якого за інших рівних умов характерне монотонне наростання модуля стоку з віддаленням від вододілу. У зв'язку з цим, а також з урахуванням модифікованого варіанта моделі гідрометеорологічних умов весняного змиву, вираз для розрахунку модуля весняного змиву ґрунту має вигляд:

$$W_g(x) = 10^{-5} K_{ГМВ} C_e [(1 + p') j_p(x) I^{m'}(x) x^{p'} f_a(x) + j_p(x) f_a(x) x^{p'+1} \frac{d(I^{m'}(x))}{dx} + \quad (8.6)$$

$$+ I^{m'}(x) f_a(x) x^{p'+1} \frac{d(j_p(x))}{dx} + j_p(x) I^{m'}(x) x^{p'+1} \frac{d(f_a(x))}{dx}$$

де  $W_g(x)$  - середній багаторічний модуль весняного змиву ґрунту (т/гарік) на відстані  $x$  (м) від вододілу;  $K_{ГМВ}$  - норма гідрометеорологічного фактора весняного змиву;  $j_p(x)$  - часткова характеристика відносної змиваємості як функція відстані від вододілу;  $C_e$  - коефіцієнт, що враховує експозицію схилу;  $m'$  і  $p'$  - показники ступеня при ухилі схилу і відстані від вододілу відповідно.

Вирази (8.4; 8.5; 8.6) є моделлю змиву-аккумуляції, реалізованою в рамках емпіричного підходу. Вона дозволяє прогнозувати не тільки змив ґрунту в різних частинах схилу, але й встановлювати межі зони аккумуляції і давати оцінку темпів відкладення ґрунту, що змивається з вище розміщеної частини схилу, з урахуванням фундаментальних особливостей морфометрії профілю схилу і особливостей стоко- і наносоутворення на схилі. Перевірка моделі, виконана з використанням даних спостережень на стокових майданчиках і схилових мікроводозборах Богуславської польової експериментальної гідрологічної бази УкрНДГМІ (Київська область), Придеснянської стокової

(Чернігівська область) і Велико-Анадольської водно-балансової (Донецька область) станцій, показала її досить високу надійність.

**Модель Державного гідрологічного інституту.** Модель Державного гідрологічного інституту (ДГІ) увійшла в Інструкцію з визначення розрахункових характеристик при проектуванні протиерозійних заходів на Європейській території колишнього СРСР – ВСН 04-77 (Инструкция..., 1979).

Модель ДГІ має такий вигляд (Сурмач, 1992):

$$M_{S,P\%} = h_{P\%}^n abk_l, \quad (8.7)$$

де  $M_{S,P\%}$  - модуль стоку наносів ймовірністю перевищення  $P\%$ , т/га;  $h_{P\%}$  - шар стоку за період весняної повені заданої ймовірності перевищення  $P\%$ , мм;  $a$  - коефіцієнт, що враховує вплив агрофону за попередній рік на змив із зяблевої оранки, озимі та стерні (визначається за спеціальною таблицею);  $b$ ,  $n$  - параметри, що залежать від типу струмкової мережі на схилі, виду агрофону та типу ґрунтів (приймаються за спеціальними таблицями);  $k_l$  - коефіцієнт, що враховує крутизну схилу.

Модель ДГІ дозволяє обчислювати величини зливогого і весняного змиву ґрунту розрахункових забезпеченостей у середньому зі схилу або річкового водозбору залежно від шару стоку відповідної забезпеченості, типу тимчасової струмкової мережі на схилі і характеру сільськогосподарського використання схилу або водозбору в поточному і попередньому роках. Вона була, очевидно, найбільш у географічному сенсі інформаційно забезпеченою моделлю змиву ґрунту в колишньому СРСР. Однак, не зважаючи на назву документа, у якому була опублікована дана модель, можливість її застосування для проектування протиерозійних заходів досить обмежена, оскільки до неї в явному вигляді не входить довжина схилу – досить важливий керуючий параметр у системі оптимізації агроландшафту, а при ухилі, меншому за 10%, не враховується й величина ухилу схилу, хоча в рівнинних умовах переважна частина орних земель має саме такі ухили. У неявному вигляді і довжина, і ухил схилів враховуються в моделі через показник будови тимчасової струмкової мережі, і середні для річкового басейну величини змиву непогано відповідають даним

спостережень. Однак для цілей проектування протиерозійних заходів все ж неможливо використовувати модель, у якій у явному вигляді не враховується вплив ухилу і довжини схилу.

**Формула (логіко-математична модель) Г.П. Сурмача.** Модель Г.П. Сурмача у 80-х роках минулого сторіччя була покладена в основу Методичних рекомендацій із проектування комплексів протиерозійних заходів на розрахунковій основі (Методические рекомендации..., 1985), розроблених колишнім Всесоюзним науково-дослідним інститутом землеробства і захисту ґрунтів від ерозії (м. Курськ). Вона має структуру, схожу з Універсальним рівнянням втрат ґрунту США.

Модель Г.П. Сурмача для розрахунку змиву від стоку талих вод має такий вигляд (Сурмач, 1992):

$$W_a^{mal} = \frac{k}{10\sqrt{a}} F^n L^{0.5} \gamma Y_{mal}^i u P_t P_{mex} P_{zm} P_{cm} A \quad (8.8)$$

де  $W_a^{mal}$  - величина змиву від стоку талих вод, т/га;  $k$  - коефіцієнт, що виражає добуток ухилів з показником ступеню 1,0 та  $n$  та довжини схилу з показниками

ступеню 0,5 та  $P \left( \frac{F_{np}}{F_{np}^n} \cdot \frac{L_{np}^{0.5}}{L_{np}^P} \right)$  на привододільному відрізку схилу  $a$  і приводить

значення початкової каламутності до її значення при ухилі відрізка  $F_{np}$ , що

дорівнює 0,004, та  $a=75$  м.;  $F$  - ухил схилу, °;  $\gamma$  - параметр, що характеризує

насиченість водного потоку дрібноземом (каламутність) на привододільному

відрізку схилу  $a$  одиничної ширини (1 м), який має довжину 75 м та ухил 0,004,

на середньосуглинкових типовому та вилугуваному чорноземах, г/м<sup>3</sup>;  $a$  -

відрізок схилу, м;  $Y_{mal}$  - середній багаторічний (або річний) шар стоку талих вод

з різних сільськогосподарських угідь, або стік заданої забезпеченості, мм;  $i$  -

показник ступеню при  $Y$ : для стоку талих вод за шару менше 80 мм дорівнює

0,95, за більшого стоку коливається у межах 0,94-0,89 (на кожні 10 мм

перевищення стоку показник ступеня зменшується на 0,01);  $u$  - коефіцієнт, що

враховує вплив сніговідкладення на інтенсивність змиву ( $u = 1 + \frac{h_0 - h}{\beta h_0}$ , де  $h_0$  -



середній багаторічний запас води у снігу на при вододільній площі, мм;  $h$  - середній багаторічний запас води у снігу в середній та нижній частинах снігоздуваємих та снігозаносимих схилів, мм;  $\beta$  - коефіцієнт, що може змінюватись у залежності від ступеню опуклості схилів та нерівномірності сніговідкладення від 1,5 до 3, у середньому 2);  $P_t$  - коефіцієнт, що характеризує відносну піддатливість ерозії різних типів і підтипів ґрунтів (для чорноземів типового, вилугуваного, звичайного він дорівнює 1,0, для чорноземів опідзоленого та південного, темно-сірих опідзолених та темно-каштанових ґрунтів – 1,07, для сірих лісових та каштанових ґрунтів – 1,15, для ясно-сірих лісових, дерново-підзолистих, світло-каштанових ґрунтів – 1,23 і т. д.);  $P_{mex}$  - коефіцієнт, що характеризує вплив механічного складу ґрунтів на їх відносну піддатливість ерозії (для глинистих ґрунтів він дорівнює 0,90, важкосуглинкових – 0,95, середньосуглинкових – 1,00, легкосуглинкових – 1,07, супіщаних – 1,15, піщаних – 1,20);  $P_{zm}$  - коефіцієнт, що характеризує вплив ступеню змитості ґрунтів на їх відносну піддатливість ерозії (для незмитих ґрунтів він дорівнює 1,00, слабозмитих – 1,03, середньозмитих – 1,08, сильнозмитих – 1,14, дуже сильнозмитих – 1,20);  $P_{cm}$  - коефіцієнт, що характеризує вплив ступеню змитості ґрунтів на стік талих вод;  $A$  - коефіцієнт, що характеризує вплив агротехнічних прийомів на стік і змив.

Модель Г.П. Сурмача для розрахунку змиву від злив має такий вигляд (Сурмач, 1992):

$$W_a^{zn} = \frac{k}{10\sqrt{a}} F^n L^{0,5} \gamma Y_{zn}^i P_t P_{mex} P_{zm} P_{cm} A \quad (8.9)$$

де  $W_a^{zn}$  - величина змиву від злив, т/га;  $k$  - коефіцієнт, що виражає добуток ухилів з показником ступеню 1,0 та  $n$  та довжини схилу з показниками ступеню 0,5 та  $P \left( \frac{F_{np}}{F_{np}^n} \cdot \frac{L_{np}^{0,5}}{L_{np}^P} \right)$  на привододільному відрізку схилу  $a$  і приводить значення початкової каламутності до її значення при ухилі відрізка  $F_{np}$ , що дорівнює 0,004, та  $a=75$  м.;  $F$  - ухил схилу, °;  $\gamma$  - параметр, що характеризує насиченість

водного потоку дрібноземом (каламутність) на привододільному відрізку схилу  $a$  одиничної ширини (1 м), який має довжину 75 м та ухил 0,004, на середньосуглинкових типовому та вилугуваному чорноземах,  $\text{г/м}^3$ ;  $a$  - відрізок схилу, м;  $U_{\text{зл}}$  - шар стоку дощових вод певної забезпеченості або стік за період чи за окрему зливу, мм;  $i$  - показник ступеню при  $U$ : для змиву, викликаного зливовим стоком з модулем 70-95 л/с·га, в середньому дорівнює 1,10 (може коливатися у залежності від інтенсивності стоку в межах 0,80-1,25);  $P_t$  - коефіцієнт, що характеризує відносну піддатливість ерозії різних типів і підтипів ґрунтів (для чорноземів типового, вилугуваного, звичайного він дорівнює 1,0, для чорноземів опідзоленого та південного, темно-сірих опідзолених та темно-каштанових ґрунтів – 1,07, для сірих лісових та каштанових ґрунтів – 1,15, для ясно-сірих лісових, дерново-підзолистих, світло-каштанових ґрунтів – 1,23 і т. д.);  $P_{\text{мех}}$  - коефіцієнт, що характеризує вплив механічного складу ґрунтів на їх відносну піддатливість ерозії (для глинистих ґрунтів він дорівнює 0,90, важкосуглинкових – 0,95, середньосуглинкових – 1,00, легкосуглинкових – 1,07, супіщаних – 1,15, піщаних – 1,20);  $P_{\text{зм}}$  - коефіцієнт, що характеризує вплив ступеню змитості ґрунтів на їх відносну піддатливість ерозії (для незмитих ґрунтів він дорівнює 1,00, слабозмитих – 1,03, середньозмитих – 1,08, сильнозмитих – 1,14, дуже сильнозмитих – 1,20);  $P_{\text{см}}$  - коефіцієнт, що характеризує вплив ступеню змитості ґрунтів на стік зливових вод;  $A$  - коефіцієнт, що характеризує вплив агротехнічних прийомів на стік і змив.

Модель Г.П. Сурмача дозволяє оцінювати інтенсивність змиву по окремих ділянках розрахункового профілю, однак питання про вплив на інтенсивність змиву рельєфних умов у ній вирішується так само, як у першій версії Універсального рівняння США від 1958 року. У зв'язку з цим моделі властиві всі недоліки, обумовлені неадекватністю прийнятої рельєфної функції реальним умовам. Щодо застосування моделі в умовах України слід зазначити, що модель розроблялася за даними спостережень в умовах переваги весняного

змиву ґрунту, тому формула розрахунку зливогого змиву є менш відпрацьованою, ніж весняного. Крім цього, параметри, що задаються в моделі за допомогою картограм, можуть бути визначені тільки для території Лівобережної України.

**Формули розрахунку середньорічного змиву ґрунту від весняного сніготанення і зливогого змиву ґрунту І.К. Срібного.** Формули розрахунку середньорічного змиву ґрунту від весняного сніготанення і зливогого змиву ґрунту І.К. Срібного (Срібний, Вергунов, 1993) ґрунтуються на даних спостережень за зливом ґрунту на стокових майданчиках в с. Покошичі (Придеснянська дослідна станція з боротьби з ерозією ґрунтів, Чернігівська область) протягом 1947-1963 рр. Формули забезпечують перехід від величин змиву ґрунту, одержаних на цих майданчиках, до змиву на схилі довільної довжини і ухилу з відмінними від цих стокових майданчиків ґрунтовими умовами, за допомогою системи коефіцієнтів інтерполяційного типу. Як коефіцієнт, що враховує рельєфні умови, використовується монотонно зростаюча функція довжини схилу, яка може бути апроксимована ступеневою функцією з показником ступеня, що дорівнює приблизно 1,1. Таке значення показника ступеня при довжині схилу є значно більшим, ніж в інших моделях змиву ґрунту цієї групи (де воно, як правило, змінюється в межах 0,2-0,6). Числові значення коефіцієнтів наведення даних спостережень за зливом ґрунту на стокових майданчиках в с. Покошичі до інших геоморфологічних, ґрунтових і кліматичних умов ґрунтуються на дослідженнях, одержаних іншими авторами в рамках різних концептуальних підходів до моделювання ерозійних втрат ґрунту.

Розрахункова формула для визначення змиву ґрунту від весняного сніготанення має вигляд (Срібний, Вергунов, 1993):

$$W_{\text{сер.вес}} = M_{\text{сер.вес.Пок}} \frac{A}{80} \frac{K_{\text{сп}}}{3,4} K_{\text{ф}} K_{\text{екс}} K_{\text{ух.вес}}, \quad (8.10)$$

де  $W_{\text{сер.вес}}$  - середньорічний змив ґрунту за час весняного сніготанення для кожної культури або за період ротації сівозміни, т/га;  $M_{\text{сер.вес.Пок}}$  - середньорічний

модуль змиву ґрунту у період весняного сніготанення зі стокових майданчиків у с. Покошичі, т/гарік;  $A$  - середньорічний шар стоку весняного паводку, що визначається за методикою Л.Г. Онуфрієнко (1966), мм;  $K_{ep}$  - коефіцієнт змиву, що враховує протиерозійні властивості ґрунтів ;  $K_{\phi}$  - коефіцієнт фільтраційної здатності ґрунтів ;  $K_{екс}$  - коефіцієнт експозиції схилу за Г.П. Сурмачем (1992);  $K_{ух.вес}$  - фактор рельєфу, що враховує вплив довжини та ухилу схилу на змив ґрунту під час весняного сніготанення.

Розрахункова формула для визначення середньорічного змиву ґрунту від літніх дощів має вигляд (Срібний, Вергунов, 1993):

$$W_{літ} = M_{сер.літ.Пок} \frac{K_{ep}}{3,4} K_{\phi} K_{інт} K_{ух.літ}, \quad (8.11)$$

де  $W_{літ}$  - середньорічний модуль змиву ґрунту від літніх дощів для кожної культури або у середньому за період ротації сівозміни, т/(гарік);  $M_{сер.вес.Пок}$  - те саме для умов стокових майданчиків у с. Покошичі, т/(гарік);  $A$  - середньорічний шар стоку весняного паводку, що визначається за методикою Л.Г. Онуфрієнко (1966), мм;  $K_{ep}$  - коефіцієнт змиву, що враховує протиерозійні властивості ґрунтів ;  $K_{\phi}$  - коефіцієнт фільтраційної здатності ґрунтів ;  $K_{інт}$  - коефіцієнт інтенсивності злив;  $K_{ух.літ}$  - фактор рельєфу, що враховує вплив довжини та ухилу схилу на змив ґрунту.

Враховуючи емпіричний статистичний характер аналізованої моделі змиву ґрунту, застосування набутих таким чином значень коефіцієнтів геоморфологічних, ґрунтових і кліматичних умов потребує додаткового обґрунтування і перевірки з використанням даних спостережень за змивом ґрунту в різних регіонах України.

**Гідромеханічна модель (формула) зливової ерозії Ц.Є. Мірцхулави (1970).** В основу побудови цієї моделі покладена формула елементарного наносотворення, яка була заснована на концепції втомленої міцності ґрунтів і підґрунтя та пульсаційному характері динамічного впливу водного потоку на поверхню ґрунту:

$$q'_x = 1,1 \cdot 10^{-6} \rho \omega d \left( \frac{V_{\Delta x}^2}{V_{\Delta H}^2} - 1 \right) \quad (8.12)$$

де  $q'_x$  - маса ґрунту, що проноситься за 1 с через одиницю ширини потоку, т/мс, на відстані  $x$  (м) від вододілу;  $\rho$  - об'ємна маса верхнього шару ґрунту, т/м<sup>3</sup>;  $d$  - середній розмір агрегатів (окремих часток ґрунту, які відриваються потоком), приведених до діаметра кулі, яка має такий самий об'єм, м;  $V_{\Delta x}$  - донна швидкість на відстані  $x$  (м) від вододілу, м/с;  $V_{\Delta H}$  — нерозмиваюча донна швидкість, м/с;  $\omega$  - середня частота пульсаційної швидкості, яка дорівнює  $10 \text{ с}^{-1}$  (Мирцхулава, 1970).

Вираз (8.12) використаний автором моделі для визначення середнього модуля змиву для „частини схилу, яка підлягає ерозії”, шляхом його інтегрування по  $x$  від  $x_1$  до  $x_2$ , де  $x_1$  – довжина „нееродованої частини схилу”, у межах якої швидкість потоку не перевищує нерозмиваючої швидкості,  $x_2$  – повна довжина схилу. У разі необхідності за  $x_2$  може бути взятий будь-який створ нижчий за  $x_1$ .

При інтегруванні (8.12) використана залежність швидкості схилового стікання від її факторів, що задається формулою Шезі-Маннінга. У результаті був отриманий вираз, що являє основну розрахункову формулу моделі:

$$W_{x_2} = 11 \cdot 10^{-3} \rho \omega d \left[ \frac{308(r_m \sigma n_0)^{0,6} m_1^{1,4} I^{0,7} x_2^{1,6}}{V_{\Delta H}^2} + \frac{13 \cdot 10^{-6} V_{\Delta H}^{3,32}}{r_m \sigma n_0 I^{1,16} m_1^{2,32}} - x_2 \right] \frac{T}{x_2} \quad (8.13)$$

де  $W_{x_2}$  - кількість змитого ґрунту зі схилу, т/га;  $\rho$  - об'ємна маса верхнього шару ґрунту, т/м<sup>3</sup>;  $d$  - середній розмір агрегатів (окремих часток ґрунту, які відриваються потоком), приведених до діаметра кулі, яка має такий самий об'єм, м;  $\omega$  - середня частота пульсаційної швидкості, яка дорівнює  $10 \text{ с}^{-1}$ ;  $r_m$  - середня інтенсивність зливи, м/с;  $\sigma$  - коефіцієнт стоку;  $n_0$  - коефіцієнт гідравлічного опору (коефіцієнт Маннінга);  $m_1$  - коефіцієнт, що характеризує тимчасову струмкову мережу на схилі;  $I$  - кут нахилу поверхні схилу, °;  $x_2$  -

довжина схилу, м;  $V_{\Delta H}$  - нерозмиваюча донна швидкість, м/с;  $T$  - тривалість зливи, с.

Прийняття сталого характеру схилового процесу, використання до цього часу не забезпеченої інформаційно методички урахування втрат схилового стоку через коефіцієнт стоку, а також недостатня інформативність використаних у моделі характеристик змивоутворюючих дощів – тривалості і середньої інтенсивності, роблять досить проблематичним використання моделі для розрахунку змиву ґрунту в результаті випадання природних дощів (зливової ерозії).

Проте при регіональному відпрацюванні питань, які пов'язані з визначенням коефіцієнтів схилового стоку, співвідношенням між тривалістю дощу і часом наносоутворення і, відповідно, середньою інтенсивністю дощу і середньою інтенсивністю випадання опадів за час наносоутворення для років (або злив) розрахункових забезпеченостей, модель може з успіхом застосовуватися, як свідчать дослідження, проведені і в Україні (Булыгин, Неаринг, 1999) і в Росії (Сухановский, 2000), для розв'язання завдань протиерозійного проектування.

**Модель WEPP** (Сформувати теоретичні засади..., 2001; Методологічні засади..., 2002). Однією з найбільш перспективних моделей водної ерозії є WEPP (Water Erosion Prediction Project). Це обумовлено теоретичним характером моделі і, звідси, можливістю її використання в будь-яких фізико-географічних регіонах, а також вдалою фізико-математичною формалізацією процесів ерозії (Flanagan, Nearing, 1995; Elliot et al., 1989).

Відповідно до ідеології моделі WEPP, територія розділяється на зони рівчакової і міжрівчакової ерозії (Flanagan, Nearing, 1995; Elliot et al., 1989). Вважається, що в міжрівчаковій зоні домінують процеси краплинної ерозії і площинного мілкого змиву, а в рівчаковій зоні – процеси розмиву ґрунту потоком і транспортування седиментів. При цьому зони міжрівчакової ерозії є головними постачальниками седиментів у рівчаки.

WEPP базується на довгостроковому моделюванні, за якого стан ґрунтової вологи змінюється в залежності від щоденних розрахунків водного балансу ґрунту, прогнозуючи таким чином умови на момент початку зливи. Основною проблемою при виконанні довгострокових прогнозів є те, що вони потребують великої кількості вхідних кліматичних даних та даних по землекористуванню протягом усього року. Довгостроковий прогноз включає результати моделювання великої кількості злив, що докладають лише незначну кількість стоку та змиву у річні ерозійні втрати.

Іншою особливістю WEPP є те, що ця програма моделює тільки загальні втрати ґрунту протягом зливи, при цьому припускаючи, що потік по поверхні схилу є рівномірним впродовж усієї зливи. Для умов, коли одна чи дві ерозійно небезпечні зливи можуть визначити більшість річних ерозійних втрат, рівномірний потік виникає дуже рідко, і тому методологія WEPP може виявитися не коректною для певних випадків. Також, при цьому неможливо отримати інформацію про внутрішню динаміку зливого процесу, дані про пікові значення інтенсивності стоку та концентрацію ґрунту у потоці, що може бути важливим при протиерозійному проектуванні.

Ще одним з недоліків моделі WEPP як “інженерного” інструменту, за допомогою якого можна проводити конструювання протиерозійного захисту агроландшафтів, є той факт, що вона дозволяє імітувати процеси змиву тільки для одного схилу.

В останній час у багатьох країнах досліджуються можливості використання моделі WEPP для визначення ерозійних втрат ґрунту. Модель WEPP було частково верифіковано в умовах України (Булигін та ін., 2004), але практичне її використання потребує додаткової верифікації (Сформувати теоретичні засади..., 2001; Методологічні засади..., 2002).

**Модель EuroSEM** (Сформувати теоретичні засади..., 2001). Модель EuroSEM (European Soil Erosion Model) було розроблено з метою отримання моделі, що адекватно описує ерозійні явища, для умов, коли річні ерозійні втрати ґрунту обумовлюються випаданням однієї-двох ерозійно небезпечних

злив (Morgan et al., 2001). Ці умови є типовими як для Західної та Північної Європи, так і для країн Східної Європи, і зокрема для України.

Принцип моделювання в часі полягає у детальному описі динаміки процесів, що відбуваються протягом однієї окремої зливи за допомогою математичних рівнянь (переважно диференціальних). Загальний час симуляції розподіляється на часові кроки. Для кожного часового інкремента, у залежності від кількості опадів і стану ґрунту розраховується ряд параметрів, що обумовлюють стан ерозійних процесів на наступному кроці. Наприкінці моделювання отримуються сумарні значення ерозійних параметрів (Morgan et al., 1998; Smith, Quinton, 2000).

Просторова варіабельність задається шляхом представлення території як серії взаємопов'язаних елементів, що отримують та доставляють одне одному стік відповідно до їх позиції у ландшафті. Кожен елемент описується унікальним набором параметрів. При моделюванні, кожен елемент підрозділяється на сегменти, для кожного з яких розрахунки виконуються окремо на кожному часовому кроці, що дає можливість разом з часовою динамікою описати просторовий розподіл процесів.

EuroSEM має модульну структуру, у якій кожен компонент моделі описується набором рівнянь, що найкращим образом описують відповідний процес. Це дозволяє постійно оновлювати модель. Основні складові частини моделі та взаємозв'язки між ними наведено на рисунку 8.1. Детальне описання концепції EuroSEM та рівнянь, що увійшли до складу моделі можна знайти у (Morgan et al., 2001).

У EuroSEM, усі параметри можна розбити на такі основні групи:

1. Параметри, що описують загальні характеристики водозбору та умови моделювання, просторове розміщення елементів водозбору та взаємозв'язок між ними. Складовими частинами водозбору є елементи типу схил (plane) або канал (channel), кожен з яких описується набором своїх характеристик.

2. Геометричні параметри елемента (ширина, довжина, форма каналу і т.п.).



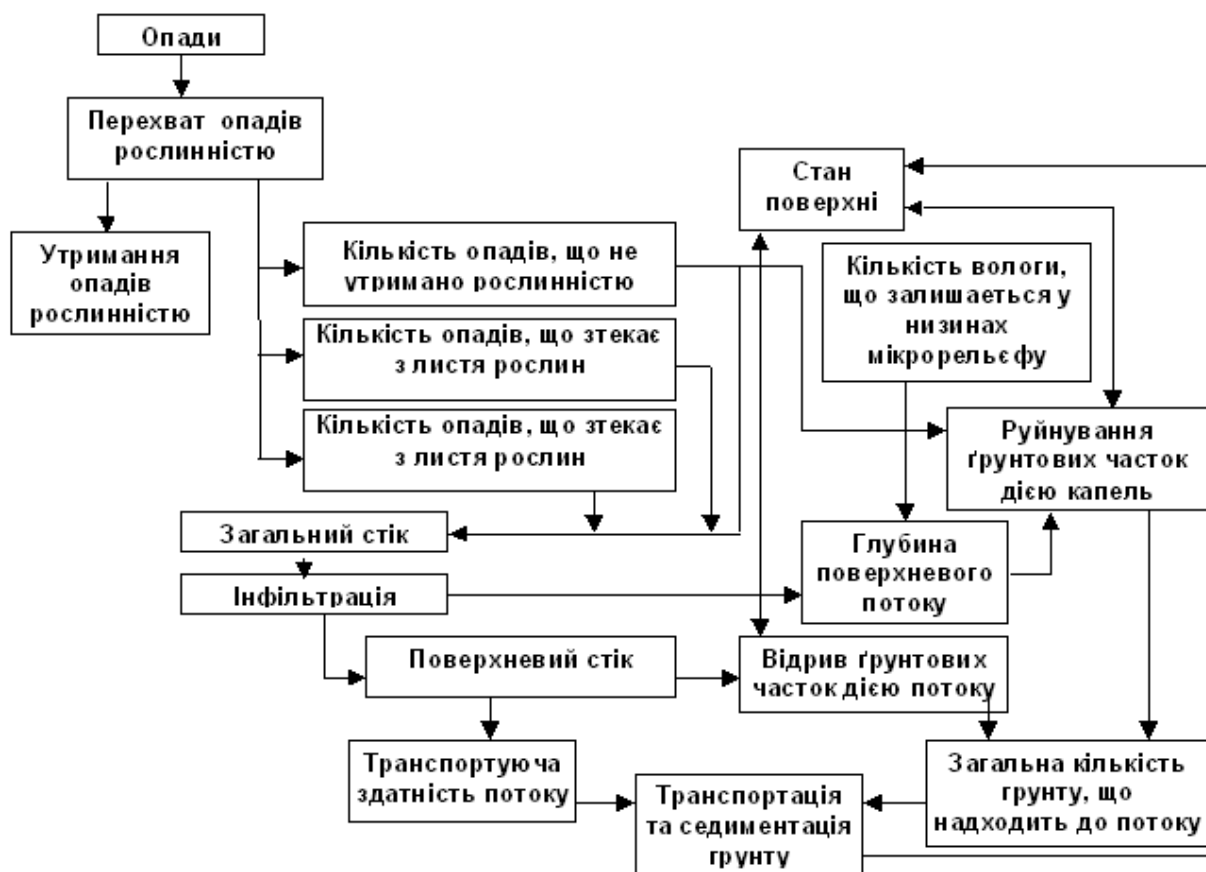


Рисунок 8.1. Блок-схема моделі EuroSEM (Сформувані теоретичні засади..., 2001)

3. Ґрунтові параметри, що описують фізичні та гідрологічні властивості ґрунту, та стан вологості ґрунту на початок моделювання.

4. Стан поверхні ґрунту на початок моделювання (наявність або відсутність мікрорельєфу, шорсткість поверхні).

5. Характеристики рослинного покриву (проективне покриття та характеристики рослин).

6. Параметри зливи, що задаються у вигляді пар даних („час” – кумулятивна кількість опадів).

7. Ряд параметрів пов’язаних з настройкою моделювання (вибір тих чи інших математичних рівнянь або їх параметрів).

Більш докладно з вимогами EuroSEM стосовно параметризації моделі можна ознайомитися в роботі (Morgan et al., 2001), де також даються методи вимірювання для більшості параметрів, типові значення деяких параметрів

згідно з гранулометричним складом ґрунту та рекомендації щодо калібровки параметрів.

Результати моделювання EuroSEM видає у вигляді статичного і динамічного виводу. Статичний вивід являє собою сумарні значення ерозійних параметрів (ерозія та відкладання ґрунту) та гідрологічних параметрів стоку (загальний стік, максимальний стік, час виникнення максимального стоку та ін.) для кожного елемента водозбору на кінець моделювання та загальний баланс вологи для усього водозбору. Динамічний вивід являє собою відображення часової динаміки стоко-ерозійних процесів у вигляді значень інтенсивності стоку і концентрації ґрунту у потоці на кожному часовому кроці симуляції (Сформувані теоретичні засади..., 2001).

**Модель Бочарова-Шиятого в модифікації ННЦ ІГА.** Однією з найкраще опрацьованих та апробованих в умовах України моделей дефляції є модель Бочарова-Шиятого в модифікації ННЦ ІГА. Використання цієї моделі базується на наступних положеннях (Можейко, 2000):

- у зв'язку із імовірнісним характером прояву дефляції, прогноз складається на 20% забезпеченість середніх максимальних швидкостей вітру при пилових бурях і величин грудкуватості поверхневого шару ґрунту;

- основою моделі є формула Бочарова-Шиятого, яку було виведено для визначення еродуємості ґрунту в ПАУ-2;

- заперечується можливість повної відсутності втрат ґрунту з полів, оброблених плоскорізом, а також зайнятих озимими посівами та багаторічними травами. Розрахунки втрат ґрунту з цих полів здійснюються в обов'язковому порядку;

- оцінювання інтенсивності дефляційних процесів здійснюється з урахуванням коефіцієнта руйнації агрегатів, тривалості пилових бур, їх повторюваності, рельєфу місцевості.

Для визначення умовно-потенційних втрат ґрунту модель має такий вигляд (Можейко, 2000):

$$E_p = \frac{0,1 \cdot 10^{a-bK-cS} K_s (V_{\max})^3 t K_p K_{ec}}{V_{\text{мод}}^3}, \quad (8.14)$$

де  $E_p$  - умовно-потенційні втрати ґрунту, т/га·рік;  $K$  - грудкуватість ґрунту, %;  $S$  - вид і кількість рослинних залишків на поверхні ґрунту, шт/м<sup>2</sup>;  $a, b, c$  - коефіцієнти, що залежать від генезису, фізичних та фізико-хімічних властивостей ґрунтів та виду і кількості рослинних залишків;  $K_s$  - коефіцієнт руйнації агрегатів;  $K_p$  - коефіцієнт впливу рельєфу;  $K_{ec}$  - коефіцієнт ерозійної стійкості сільськогосподарських культур;  $t$  - середнє багаторічне число годин з пиловою бурею;  $V_{\max}$  - середня максимальна швидкість вітру 20% забезпеченості, м/с;  $V_{\text{мод}}$  - швидкість повітряного потоку у аеродинамічній установці ПАУ-3, що дорівнює 13,5 м/с = 23 м/с на флюгері.

Цю модель було апробовано на матеріалах багаточисленних обстежень у час та одразу після припинення пилових бур 1974, 1981 та 1984 років у різних регіонах степової зони України. Апробація показала високу сходимість розрахункових та натурних даних. Коефіцієнти кореляції між розрахунковими та натурними даними коливались у межах 0,75-0,93 (Можейко, 2000).

**Модель Шиятого.** У 1976 році для Північного Казахстану Є.І. Шиятим було запропоновано модель дефляції, яка враховувала швидкість вітру, дистанції ерозійного пробігу повітряного потоку, тривалість пилових бур, розміри поля та відстань від навітряного боку поля, на якій концентрація дрібнозему в потоці досягає максимуму (Можейко, 2000). У 1981 році ним же запропоновано іншу модель, яка базується на тих же характеристиках, але враховує вплив лісосмуг. Ця модель виключає можливість виносу ґрунту з полів, на яких є залишена стерня, а також полів, покритих озимими культурами та багаторічними травами.

Модель Шиятого має наступний вигляд (Можейко, 2000):

$$Q = \frac{(0,45B - 4,07H)lt(\overline{V_{\text{cep}}})^3(P - P_1)}{aS(18,5)^3P},$$

(8.15)

де  $Q$  - втрати ґрунту з 1 га сівозмінної площі, т/га;  $B$  - середня ширина поля у напрямку господарюючих вітрів, м;  $H$  - середня висота полезахисних лісосмуг, м;  $l$  - довжина поля впоперек напрямку господарюючих вітрів, м;  $t$  - середнє число годин з пиловою бурею;  $\overline{V_{cep}}$  - середня швидкість вітру в час пилових бур на висоті флюгера, м/с;  $P$  - площа оранки, га;  $P_1$  - площа оранки, що зайнята багаторічними травами, озимими культурами та плоскорізним обробіткою, га;  $a$  - середньозважена відстань, на якій переніс дрібнозему досягає максимуму, м;  $S$  - середня площа поля сівозміни, га.

В цій моделі не враховується імовірнісний фактор, бо модель розрахована на середні багаторічні втрати ґрунту і не дає можливості розрахунку максимально можливих втрат ґрунту, що є дуже важливим, як для самого прогнозу, так і для проектування ґрунтозахисних заходів, що мають певну ступінь надійності. Крім того, ця модель не враховує виносу ґрунту з полів, захищених стернею, озимими культурами та багаторічними травами, у той час як ці втрати завжди мають місце, хоча і суттєво знижені в порівнянні з відкритою поверхнею. До того ж, у цій моделі, вплив лісосмуг враховується дуже приблизно (Можейко, 2000).

**Модель WEPS.** Модель WEPS (Wind Erosion Prediction System), розробником якої є Відділ досліджень вітрової ерозії Департаменту сільського господарства США і розробку якої було заплановано на заміну Рівняння вітрової ерозії (WEQ), є однією з найкращих на даний момент моделей дефляції (The Wind..., 2006; Wagner, 2006). WEPS – це динамічна комп'ютерна модель, що прогнозує втрати ґрунту, шляхом моделювання фізичних процесів, які лежать в основі дефляції. Модель WEPS розроблялась для планування ґрунтозахисних заходів та забезпечення ґрунтоохоронної політики на регіональному і національному рівнях. За допомогою WEPS можна розраховувати інтенсивність руху ґрунтових частинок, шкоду від дефляції, якої зазнає рослинність, кількість наносів, а також прогнозувати емісію ґрунтових частинок певного розміру.

Структура WEPS є модульною і складається з семи підмоделей (Гідрологія, Господарство, Ґрунт, Рослинність, Рослинні залишки, Ерозія, Погода) та чотирьох баз даних (Клімат, Ґрунти, Господарство, Рослинність та рослинні залишки).

Подальший розвиток WEPS буде здійснюватися у напрямку включення складових, за допомогою яких можна буде моделювати продуктивність сільськогосподарських культур у дефляційно небезпечних регіонах, кількість наносів у водних об'єктах, оцінювати запиленість атмосфери та економічну шкоду від дефляції (Wagner, 2006).

Більш докладно зазначені вище моделі описуються у роботах (Можейко, 2000; Светличный, Черный, Швебс, 2004; Світличний, Чорний, 2007; Сурмач, 1992; Швебс, 1981; Morgan et al., 1998; Wagner, 2006) та інших.

Нагадаємо, що це лише невеликий перелік моделей водної ерозії та дефляції, який охоплює найбільш популярні та розповсюджені в Україні моделі.

## **9. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ В УКРАЇНІ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ ПОДАЛЬШОГО УДОСКОНАЛЕННЯ**

На сьогоднішній день в Україні повноваження центральних органів виконавчої влади в сфері охорони земель (ґрунтів) розподілені в такий спосіб (Концепція..., 2008):

- Міністерство аграрної політики України – організація, розроблення та реалізація загальнодержавних і регіональних програм відтворення родючості ґрунтів, участь у формуванні та реалізації державної політики з використання та охорони земель сільськогосподарського призначення, організація розробки в установленому законом порядку стандартів, норм і правил з охорони та підвищення родючості ґрунтів, проведення моніторингу ґрунтів та агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення, участь у здійсненні природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель, розроблення і впровадження рекомендацій та заходів щодо забезпечення родючості ґрунтів, розроблення механізмів економічного стимулювання впровадження заходів щодо використання та охорони земель і підвищення родючості ґрунтів;

- Міністерство охорони навколишнього природного середовища України – участь у розробленні та реалізації загальнодержавних і регіональних програм використання та охорони земель, здійснення державного контролю за використанням та охороною земель, обмеження чи зупинення (тимчасово) або припинення діяльності підприємств і об'єктів незалежно від їх підпорядкування та форм власності відповідно до закону, якщо їх експлуатація здійснюється з порушенням законодавства про охорону земель, участь у здійсненні природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель, участь у розробці нормативно-правових актів у галузі охорони земель, участь у розробці та здійсненні заходів щодо економічного

стимулювання використання та охорони земель, організація моніторингу земель, подання позовів про відшкодування шкоди і втрат, заподіяних внаслідок порушення законодавства України про охорону земель, здійснення міжнародного співробітництва з питань охорони земель;

- Державний комітет України із земельних ресурсів – внесення пропозицій щодо формування державної політики у галузі охорони земель і забезпечення її реалізації, участь у розробленні та реалізації загальнодержавних і регіональних програм охорони земель, здійснення державного контролю за використанням та охороною земель, забезпечення здійснення моніторингу земель, розроблення та затвердження відповідно до закону нормативно-правових актів, державних стандартів, норм і правил у галузі охорони земель, забезпечення здійснення природно-сільськогосподарського, еколого-економічного, протиерозійного та інших видів районування (зонування) земель;

- Державний комітет лісового господарства України – проведення та технічна підтримка лісомеліоративних заходів;

- Державний комітет України по водному господарству – здійснення заходів, пов'язаних із запобіганням шкідливої дії вод і ліквідацією її наслідків.

Наукове забезпечення галузі охорони земель (ґрунтів) здійснюється наступними суб'єктами:

- Науковими установами Української академії аграрних наук та Національної академії наук України – наукове забезпечення охорони земель (ґрунтів) від ерозії, участь у експертизі проектів протиерозійних заходів;

- ДП “Головний науково-дослідний та проектний інститут землеустрою” та його регіональними підрозділами – науково обґрунтоване землевпорядкування, яке має забезпечувати захист земель (ґрунтів) від ерозії;

- Науковими колективами вищих навчальних закладів Міністерства аграрної політики України та Міністерства освіти і науки України – проведення наукових досліджень у сфері охорони земель (ґрунтів) від ерозії.

Освітня робота у сфері охорони земель (грунтів) здійснюється наступними суб'єктами:

- Вищими навчальними закладами Міністерства аграрної політики України та Міністерства освіти і науки України – підготовка фахівців (в тому числі і вищої кваліфікації) у сфері охорони земель (грунтів) від ерозії;
- Науковими установами УААН та НАН України – підготовка фахівців вищої кваліфікації у сфері охорони земель (грунтів) від ерозії, забезпечення експериментальної і виробничої бази для підготовки студентів, аспірантів і докторантів вищих навчальних закладів.

Таким чином, галузь охорони земель (грунтів) є розділеною між різними відомствами, що знижує рівень відповідальності за стан справ у сфері охорони земель (грунтів). До того ж, простежується дублювання функцій різними відомствами, що також не сприяє ефективному управлінню сферою охорони земель (грунтів).

В таких умовах важливими організаційними завданнями є налагодження ефективної координації вище зазначених відомств з метою централізованого та більш ефективного управління системою охорони ґрунтів від ерозії, створення системи незалежного контролю ефективності роботи цих відомств в сфері охорони ґрунтів від ерозії, а, в майбутньому, створення єдиного центрального органу державної влади, який би централізовано займався проблемами галузі охорони ґрунтів від ерозії, охоплюючи усі вище викладені напрямки.

З метою забезпечення ефективного централізованого управління системою охорони ґрунтів (в тому числі і від ерозії) необхідно створити орган виконавчої влади, який би охоплював своєю діяльністю усі вище викладені напрямки роботи, мав достатні повноваження для здійснення та реалізації державної політики у галузі охорони ґрунтів від ерозії та одноосібно і в повній мірі відповідав би за стан проблеми ерозії в державі. Таким органом, на початковому етапі, може бути Міжвідомча комісія з координації діяльності органів виконавчої влади у сфері охорони земель (грунтів), склад якої затверджується Кабінетом Міністрів України, а в подальшому – єдина,



самоврядна, державна Служба охорони ґрунтів. Створення подібного органу передбачає внесення відповідних змін у законодавство України.

Згаданий вище орган виконавчої влади з питань охорони земель (ґрунтів) має бути розгалуженою структурою, побудованою логічно, системно, ієрархічно, від рівня адміністративного району до загальнодержавного рівня.

Діяльність вище згаданого органу виконавчої влади з питань охорони земель (ґрунтів) має спиратися на науково-експертну, консультативну та фахову допомогу профільних наукових установ УААН та НАН України. Розробка та впровадження заходів з охорони ґрунтів від ерозії має здійснюватись з обов'язковою участю профільних наукових установ УААН та НАН України.

Здійснення робіт з охорони ґрунтів від ерозії має узгоджуватись з Міністерством аграрної політики України, Міністерством охорони навколишнього природного середовища України, Державним комітетом України із земельних ресурсів, іншими профільними відомствами та зацікавленими сторонами (Концепція..., 2008).

## **10. ЗАКОНОДАВЧЕ ТА НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОХОРОНИ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ ТА НАПРЯМКИ ЇЇ ПОДАЛЬШОГО УДОСКОНАЛЕННЯ**

Правову основу охорони ґрунтів від ерозії забезпечують:

- Конституція України (№245 від 28.06.96);
- Земельний кодекс України (№2768-III від 25.10.01);
- Закон України “Про охорону земель” (№962-IV від 19.06.03);
- Закон України “Про державний контроль за використанням та охороною земель” (№963-IV від 19.06.03);
- Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” (№1264-XII від 25.06.91);
- Закон України “Про землеустрій” (№858- IV від 22.05.03).

У цих документах впорядковується та регламентується діяльність щодо охорони земель і ґрунтів. В той же час цих документів недостатньо для повноцінного здійснення охорони ґрунтів від ерозії. Найближчим часом необхідно розробити й інші законодавчі акти, а найголовніше, задіяти механізми, без впровадження яких оптимізувати державну систему охорони ґрунтів від ерозії неможливо. Слід прийняти такі закони як Закон “Про ґрунти та їх родючість“, де необхідно чітко визначити правовий статус ґрунтів, Закон “Про особливо цінні й зникаючі ґрунтові об’єкти”, де необхідно визначити ґрунтові об’єкти, що мають підлягати особливій охороні, та регламентувати режим їх охорони, Закон “Про вивід деградованих і малопродуктивних земель з ріллі та їх консервацію”, в якому треба визначити критерії виводу ґрунтів з ріллі та порядок здійснення консервації ґрунтів, Закон “Про Загальнодержавну програму використання й охорони земель” та Закон “Про Національну програму охорони родючості ґрунтів”, в яких прописано порядок здійснення та обсяги фінансування заходів з охорони ґрунтів (земель) від ерозії.

На сьогоднішній день в Україні діє лише один стандарт у сфері охорони ґрунтів від ерозії (стандарт 1986 року на метод визначення потенційної

небезпеки ерозії під дією дощів) і розроблено проекти національних стандартів України на терміни й визначення, норми змиву, методи визначення змиву, моніторинг еродованих ґрунтів, способи захисту схилених земель від водної ерозії, загальні вимоги до заходів з охорони ґрунтів від дефляції, визначення потенційної загрози ерозії під впливом дощів.

Для реалізації ґрунтоохоронного законодавства необхідно продовжувати розробку нормативних документів за такими напрямками:

- нормативні документи, що регламентують оптимальне співвідношення земельних угідь із урахуванням регіональної специфіки;
- нормативні документи, що встановлюють нормативи якісного стану ґрунтів;
- нормативні документи, що регламентують діяльність у сфері охорони ґрунтів від ерозії;
- нормативні документи, що встановлюють нормативи допустимих рівнів антропогенного навантаження на ерозійно небезпечні ґрунти;
- нормативні документи, що регламентують використання методів визначення ерозійної небезпеки, еродованості та інтенсивності ерозійних процесів (Концепція..., 2008).

## ПІСЛЯМОВА

Захист ґрунтів від ерозії та дефляції є одним із пріоритетних напрямків науки і виробництва в усьому світі. Сучасні екологічні, економічні та продовольчі проблеми людства лише збільшують актуальність ґрунтозахисної галузі та стимулюють подальший її розвиток.

В Україні накопичено величезний досвід захисту ґрунтів від ерозії. За кілька останніх десятиліть було проведено велику кількість експериментальних робіт з ґрунтозахисного землеробства, закладено різноманітні польові дослідження, розроблено низку польових, лабораторних та розрахункових методів визначення ерозійної небезпеки земель та інтенсивності ерозії, впроваджено протиерозійні заходи та їх комплекси на значних площах. Значна частина цього досвіду викладена у даній монографії.

Але подальший розвиток ґрунтозахисної галузі в Україні гальмується наявними проблемами сучасності. Сьогодні, в умовах перманентної економічної та соціальної кризи, науково-дослідні та виробничі роботи ґрунтозахисного спрямування пригальмовано, а деякі з них взагалі припинено. Унікальні дослідження світового рівня залишилися незавершеними, а результати цих досліджень не було повноцінним чином узагальнено та систематизовано. Характерна для останнього часу занедбаність галузі охорони ґрунтів від ерозії не дозволяє повноцінно підбити підсумки проведених робіт, виявити найбільш ефективні протиерозійні заходи та їх комплекси, продовжити найбільш перспективні дослідження у даній сфері, здійснити широку виробничу перевірку новітніх протиерозійних технологій та впровадити у виробництво найефективніші розробки.

Важливим завданням сьогодення є відновлення та продовження вищезазначених робіт.

Початкові кроки вже зроблено: прийнято Закони України „Про охорону земель” та „Про державний контроль за використанням та охороною земель”, в яких було регламентовано діяльність держави у сфері охорони земель,

розроблено Концепцію охорони ґрунтів від ерозії в Україні, де викладено бачення фахівців на проблеми галузі охорони ґрунтів від ерозії та запропоновано шляхи поліпшення нормативно-правового забезпечення, організаційної структури, фінансового забезпечення, наукового та технологічного забезпечення, освітньої та пропагандистсько-виховної діяльності у сфері охорони ґрунтів від ерозії в Україні, розроблено проекти Загальнодержавної програми використання та охорони земель і Національної програми охорони родючості ґрунтів, де прописано порядок здійснення та обсяги фінансування заходів з охорони ґрунтів (земель) від ерозії в Україні.

Залишається зробити головне – почати діяти. Причому якомога швидше. Адже затримка у справі повсюдного впровадження ґрунтозахисних заходів та їх комплексів у сільськогосподарське виробництво обходиться державі надто дорого (за окремими джерелами економічні збитки від ерозії в Україні сягають від 6 до 10 млрд. доларів США в рік).

Тільки в умовах повсюдного впровадження сучасних, ефективних, науково обґрунтованих комплексів ґрунтозахисних заходів є можливим досягнення Україною суттєвих економічних проривів та перетворення її на справжню житницю Європи.

## СЛОВНИК ОСНОВНИХ ТЕРМІНІВ

**Агроландшафт** – ландшафт, основу якого становлять сільськогосподарські угіддя та лісові насадження, зокрема лісосмути й інші захисні насадження.

**Агроландшафтна реорганізація (організація) земель** – створення ґрунтозахисно-меліоративної просторової структури майбутнього агроландшафту на землях, що використовувалися сільським господарством (або на новоосвоюваних землях).

**Ажурна конструкція лісової смуги** – конструкція лісової смуги з рівномірно розташованими просвітами площею від 15 до 35% за всім поздовжнім вертикальним профілем.

**Ажурно-продувна конструкція лісової смуги** – конструкція лісової смуги із просвітами площею понад 60% у нижній приземній частині поздовжнього вертикального профілю й площею від 15 до 35%, рівномірно розташованими у верхній частині.

**Вали протиерозійні** – земляні споруди, що будуються на схилах для припинення процесів ерозії. За цільовим призначенням виділяються водоутримуючі та водовідвідні.

**Вимоїна** – лінійний розмив, який не можна зарівняти (заорати) землеробськими знаряддями.

**Водна ерозія ґрунту** – процес руйнування, переміщення та відкладання ґрунтового матеріалу під дією дощу та поверхневого стоку, який визначається законами падіння крапель і руху водних потоків.

**Водовідведення** – уповільнене ерозійно безпечне розосереджене відведення води, що утворилася на поверхні ґрунту, переважно в напрямі, близькому до напрямів горизонталей рельєфу по борознах орного нанорельєфу або через перетікання води з однієї ємності нанорельєфу поверхні до іншої, розташованої нижче по схилу.

**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.

**Ґрунтозахисний (ґрунтоохоронний)** – спрямований на попередження та подолання процесів деградації ґрунту.

**Ґрунтозахисний обробіток ґрунту** – обробіток, що забезпечує підвищену протиерозійну та протидефляційну стійкість ґрунтів.

**Ґрунтозахисно-меліоративна просторова структура агроландшафту (угідь)** – ландшафтно стабільна дискретизація земель дійсними системами ґрунтозахисно-меліоративних заходів постійної дії.

**Ґрунтозахисно-меліоративне впорядкування агроландшафту** – створення ґрунтозахисно-меліоративної структури угідь (майбутнього агроландшафту) і здійснення раціональної виробничої технології в умовах переходу від сучасного членування угідь, яке поступово ліквідується, до просторової структури, що створюється, а потім проходить стадію становлення.

**Ґрунтозахисно-меліоративні заходи** – заходи, спрямовані на захист ґрунтів (переважно від ерозії та дефляції) і на одночасне поліпшення умов сільськогосподарського виробництва, особливо умов зростання рослин (в першу чергу, їхньої вологозабезпеченості).

**Деградація ґрунтів** – погіршення корисних властивостей та родючості ґрунтів внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів.

**Державна захисна лісова смуга** – захисне лісове насадження у вигляді широкої лісової смуги, штучно створене в різних географічних зонах для поліпшення гідрологічних і кліматичних умов місцевості, захисту посівів сільськогосподарських культур від посух, суховіїв і пилових бур, запобігання засипанню полів піском і снігозатримання (*Примітка.* Як правило, державні захисні лісові смуги відзначаються більшою шириною та протяжністю [до сотень кілометрів] порівняно з полезахисними лісовими смугами).

**Дефльованість ґрунту** – показник, що характеризує зміни ґрунту внаслідок дефляції.

**Дефляційність ґрунту** – здатність ґрунту видалятися вітром.

**Дефляційно небезпечний регіон (ділянка)** – територія, в межах якої можливі інтенсивні дефляційні процеси при суцільному використанні території під рілля без проведення протидефляційних заходів.

**Дефляція ґрунту (вітрова ерозія ґрунту)** – видування та перевідкладення ґрунтового дрібнозему під дією вітру.

**Дистанційне зондування** – визначення характеристик об'єктів без прямого контакту з ними, шляхом реєстрації електромагнітних хвиль, випромінених цими об'єктами або відбитих від них.

**Діяльна поверхня** – поверхня ґрунту, води або рослинності, що безпосередньо поглинає сонячну та атмосферну радіацію і віддає випромінювання в атмосферу, а також піддається фізичній дії води атмосферних опадів та вітрових потоків.

**Донне захисне лісове насадження** – захисне лісове насадження у формі куртини, масиву чи смуги, яке створюють у верхів'ях річок і струмків, по дну ярів і балок, вздовж русел і в заплавах річок, на ділянках лиманного зрошення.

**Допоміжна лісова смуга (поперечна лісова смуга)** – лісова смуга, яка є складовою частиною системи поперечних лісових смуг і розташовується перпендикулярно до основної поперечної лісової смуги.

**Допустимі втрати ґрунту** – максимальні ерозійні втрати ґрунту, які не призводять до деградації ґрунтового покриву і встановлюються з урахуванням наявних та перспективних ґрунтоохоронних можливостей та (або) швидкості формування гумусового шару ґрунту.

**Еколого-технологічна група земель** – у концепції “ґрунтозахисних систем землеробства з контурно-меліоративною організацією території” схиліві мікрозони для диференціації виробничих технологій, форм використання землі, культур, що вирощуються, відповідно до схилової



мікрональності: перша група відповідає плакорному типу місцевості, друга – схиловому польовому, третя – схиловому пасовищному.

**Еродовані ґрунти** – ґрунти, які зазнали негативного впливу ерозії. Еродовані ґрунти поділяють на змиті і розмиті ґрунти.

**Еродованість ґрунту** – показник, що характеризує зміни ґрунту внаслідок ерозії.

**Еродуємість** – піддатливість ґрунту ерозійному руйнуванню.

**Ерозійні (дефляційні) втрати ґрунту** – кількість ґрунту, видалена ерозією (дефляцією) в певному пункті простору або винесена за межі певної ділянки земної поверхні.

**Ерозійно небезпечний регіон (ділянка)** – територія, в межах якої можливе ерозійне руйнування земель при суцільному використанні території під рілля без проведення протиерозійних заходів.

**Ерозія ґрунту** – процес руйнування, переміщення та відкладання ґрунтового матеріалу під дією води, вітру та інших агентів.

**Ерозія лінійна** – процес інтенсивного розмиву в глибину природного або штучного поглиблення на схилі, результатом чого є формування лінійних ерозійних форм (вимоїн, ярів).

**Ерозія яружна** – ерозія ґрунту і порід у лінійних поглибленнях з повздовжнім профілем, відмінним від профілю поверхні, що розмивається (ярах).

**Живоплоти** – ґрунтозахисно-меліоративні насадження, непролазні для тварин.

**Захисне лісове насадження** – природне чи штучне лісове насадження для захисту природних, сільськогосподарських, промислових, комунальних, транспортних та інших об'єктів від несприятливої дії природних і антропогенних чинників.

**Земельний масив** – просторова сукупність земель, як правило досить чітко відокремлена переважно геоморфологічно. Існує реально внаслідок

спільності стокоерозійних парадинамічних зв'язків. Вихідна одиниця (для подальшого поділу) агроландшафтно-земельного поділу території.

**Злива** – короткочасні атмосферні опади у вигляді дощу, що відрізняється великою інтенсивністю (до 100 мм/год).

**Змив ґрунту** – втрати ґрунту внаслідок водної ерозії.

**Змиті ґрунти** – ґрунти, грубизна яких зменшена переважно внаслідок водної ерозії. Часто змиті ґрунти є *зрито-намитими*.

**Каламутність** – концентрація наносів в одиниці об'єму води.

**Кольматуюче захисне лісове насадження (мулофільтр)** – захисне лісове насадження, що розміщується перпендикулярно напрямку стоку по дну й схилах ярів, балок і улоговин, а також на конусах винесення тимчасових водотоків для акумулювання в них і поза їх межами твердого поверхневого стоку.

**Комплекс заходів з охорони ґрунтів від ерозії (протиерозійний комплекс)** – сукупність взаємопов'язаних та взаємоузгоджених заходів, спрямованих на попередження та подолання ерозії ґрунтів, а також на покращення гідрологічного режиму території.

**Конструкція лісової смуги** – будова поздовжнього вертикального профілю лісової смуги в листяному стані, що визначає її аеродинамічні властивості.

**Контурно-смугова орна робоча ділянка** – витягнута в довжину (в поперечносхиловому напрямі) орна робоча ділянка, верхня й нижня поперечносхилові межі якої спроектовані таким чином, щоб на всій площі ділянки витримувався стоковідвідний принцип контурно-смугового структурування території. Ширина ділянки звичайно дорівнює системній відстані між полезахисними смугами, котрі закріплюють поперечносхилові межі ділянки і практично унеможливають виконання агротехнічних операцій у будь-якому напрямі, крім заданого поперечносхилівими межами ділянки. У проектуванні слід прагнути до паралельності цих меж, а при можливості також до довжини, достатньої як довжина гону для засобів механізації.

**Контурно-смуговий загін пасовищезміни (контурно-смугова пасовищна робоча ділянка)** – витягнута в довжину (в напрямі впоперек схилу) робоча ділянка пасовищних угідь між двома суміжними елементами дійсної системи живоплотів, які закріплюють безпечно стоковідвідні поперечносхилкові межі загону; останні, на відзнаку від меж контурно-смугової орної робочої ділянки, можуть бути не паралельними одна одній.

**Коректуючий клин** – робоча ділянка нерегулярної конфігурації (як правило, з непаралельними верхньою та нижньою поперексхилковими межами), що розміщується між двома орними контурно-смуговими робочими ділянками для поліпшення відповідності горизонталям їхніх поперексхилкових меж, для забезпечення безпечного відведення в їхньому напрямі вод поверхневого стоку.

**Куртина (куртинне захисне лісове насадження)** – штучне або природне захисне лісове насадження довільної форми площею до 1 га, за винятком лісової смуги.

**Лісові меліорації** – система заходів, спрямованих на докорінне поліпшення біокліматичного та господарського потенціалу територій за допомогою меліоративного впливу створених захисних лісових насаджень різного цільового призначення.

**Лісова смуга** – штучне захисне лісове насадження у вигляді стрічки.

**Майданчик стоковий** – частина природного водозбору або штучно обмежений майданчик, пристосований для детального спостереження за ерозією та стоком талих, дощових або поливних вод, а також для вивчення впливу на стік і ерозію різноманітних заходів та об'єктів.

**Мікрозона (схилова мікрозона)** – витягнута в напрямі впоперек схилу смуга схилкових земель, певною мірою однорідна за природними умовами.

**Мульчування** – покриття поверхні ґрунту різними матеріалами (мульчею) з метою зниження ерозійних (дефляційних) втрат ґрунту, зменшення випаровування вологи з його поверхні, регулювання температури ґрунту тощо.

**Намиті ґрунти** – ґрунти із збільшеною грубизною через відкладення змитого вище по схилу ґрунтового матеріалу.

**Основна поєзахисна лісова смуга (поздовжня лісова смуга)** – лісова смуга, розташована впоперек напрямку суховійних вітрів або поверхневого стоку вод.

**Охорона ґрунтів** – система правових, організаційних, технологічних та інших заходів, спрямованих на збереження і відтворення родючості та цілісності ґрунтів, їх захист від деградації, ведення сільськогосподарського виробництва з дотриманням ґрунтозахисних технологій та забезпеченням екологічної безпеки довкілля.

**Охорона ґрунтів від ерозії** – система правових, організаційних, технологічних та інших заходів, спрямованих на захист ґрунтів від ерозії та збереження і відтворення родючості ґрунтів у ерозійно небезпечних регіонах.

**Поверхневий стік** – стік із міжструмкових просторів, а також стік струмками без постійних русел.

**Поєзахисна лісова смуга (вітрозахисна смуга)** – лісова смуга для захисту ріллі і сільськогосподарських культур від впливу шкочочинних природних і антропогенних чинників.

**Прибалкова лісова смуга** – лісова смуга вздовж брівки балки для захисту її схилів від розмиву й підвищення продуктивності прилеглих земель.

**Приканальне захисне лісове насадження** – захисне лісове насадження вздовж каналів для поліпшення умов експлуатації зрошувальних систем гідрологічного режиму й зниження випаровування з водної поверхні.

**Прияружна лісова смуга** – лісова смуга вздовж брівки яру або вище за його вершину для запобігання його росту.

**Продувна конструкція лісової смуги** – конструкція лісової смуги із просвітами площею понад 60% і до 10% відповідно в нижній та верхній частині поздовжнього вертикального профілю.

**Протиерозійна стійкість ґрунту** – здатність ґрунту протистояти ерозії.

**Протидефляційна стійкість ґрунту** – здатність ґрунту протистояти дефляції.

**Протиерозійний** – спрямований на попередження та подолання ерозії.

**Протидефляційний** – спрямований на попередження та подолання дефляції.

**Робоча ділянка** – відокремлена за допомогою реально існуючих постійних і матеріально закріплених меж частина угідь, яка використовується, як правило, як єдине ціле і переважно не потребує виробничого поділу на ділянки, дрібніші за площею і однорідніші за умовами господарювання.

**Родючість ґрунту** – здатність ґрунту задовольняти потреби рослин в елементах живлення, воді, повітрі та теплі в достатніх кількостях для нормального розвитку, що у сукупності є основним показником якості ґрунту.

**Розмиті ґрунти** – ґрунти, на яких наявні від’ємні лінійні форми мікрорельєфу, створені і поновлювані стоком через струмки й потоки. Більшість розмитих ґрунтів є змито-розмитими.

**Розпилювачі стоку** – найпростіші протиерозійні гідромеліоративні земляні споруди, які призначаються для розосередження і відведення поверхневого стоку, що концентрується вздовж природних і штучних рубежів місцевості, у безпечні щодо розмиву ґрунту місця.

**Система лісових смуг (сітка лісових смуг)** – сукупність лісових смуг, розміщених на науково-обґрунтованих відстанях для забезпечення захисту всієї площі, облямованої ними від несприятливої дії природних і антропогенних чинників.

**Смугова робоча ділянка** – у власне плакорному підтипі місцевості витягнута в довжину робоча ділянка (звичайно обмежена двома суміжними полезахисними смугами як елементами їхньої дійсної системи), у трасуванні довгих меж якої немає необхідності точно дотримуватися принципу контурності і стоковідвідного принципу (хоча ці принципи можуть ураховуватися); відповідно ці межі можуть бути (або не бути) прямолінійними. У орної смугової робочої ділянки бажано мати довгі межі паралельними одна одній.

**Стоковідведення** – відведення вод поверхневого стоку вздовж горизонталей рельєфу.

**Стоковідвідна і стокоскидна інфраструктура агроландшафту** – система споруд, спеціально створених, і елементів поверхні, спеціально облаштованих для ерозійно безпечного відведення води (поверхневого стоку) з площі угідь і його безпечного скидання на дно гідрографічної мережі, у водойми або водостоки.

**Стоковідвідний принцип контурно-смугового структурування території** – принцип, який полягає в тому, що для надійності функціонування й збереження контурно-смугової ґрунтозахисно-меліоративної просторової структури схилкових земель всі рубежі на схилкових землях повинні сприяти ерозійно безпечному відведенню води (поверхневого стоку) до ерозійно безпечних стокоскидних ланок стоківідвідної інфраструктури агроландшафту, а відстань між рубежами має бути такою, щоб виключити можливість виконання операцій, які дозволяють стокові концентруватися у вздовжсхилкові потоки, і взагалі будь-яких операцій не контурного напрямку.

**Стоковідвідні заходи постійної дії (стоківідвідні споруди)** – лінійні земляні наорані або виїмково-насіпні споруди, іноді закріплені постійним рослинним покривом, які призначені для перехоплювання вздовжсхилового поверхневого стоку і відведення його з ерозійно безпечним ухилом на ерозійно безпечні ділянки.

**Стокорегулювальна лісова смуга** – лісова смуга для виконання стокорегулювальних і вітрорегулювальних функцій.

**Струменеві розмиви (водомії, водорівчаки)** – лінійні ерозійні форми, які ще можуть бути зарівнені землеробськими знаряддями. Їх максимальна глибина не перевищує 0,5 м, часто обмежуючись плужною підшвою (20-22 см). Ширина їх може досягати 2-3 м і більше.

**Схилкові землі** – землі, розташовані вище від берегів елементів гідрографічної мережі, за винятком привододільних земель із крутизною менше 2°.

**Терасування** – штучна зміна поверхні схилів для боротьби з ерозією та кращого використання їх під сільськогосподарські та лісові культури; утворення *терас* – земляних споруд, обмежених валами майданчиків, виступів.

**Улоговина стоку** – від’ємна форма вздовжсхилового розчленування поверхні схилу переважно ерозійного походження (звичайно м`яких обрисів).

**Щільна конструкція лісової смуги** – конструкція лісової смуги майже без просвітів (до 10%) по всьому поздовжньому вертикальному профілю.

**Яр** – поглиблення лінійної форми, яке утворилось внаслідок лінійної та яружної ерозії ґрунту та має власний повздовжній профіль, відмінний від профілю схилу.

**Яружна ерозія** – ерозія ґрунту і ґрунтоутворювальних порід у лінійних поглибленнях, яка проявляється під дією концентрованих водних потоків.

## **ДОДАТКИ**



## ДОДАТОК А

Розподіл еродованості ріллі в межах України

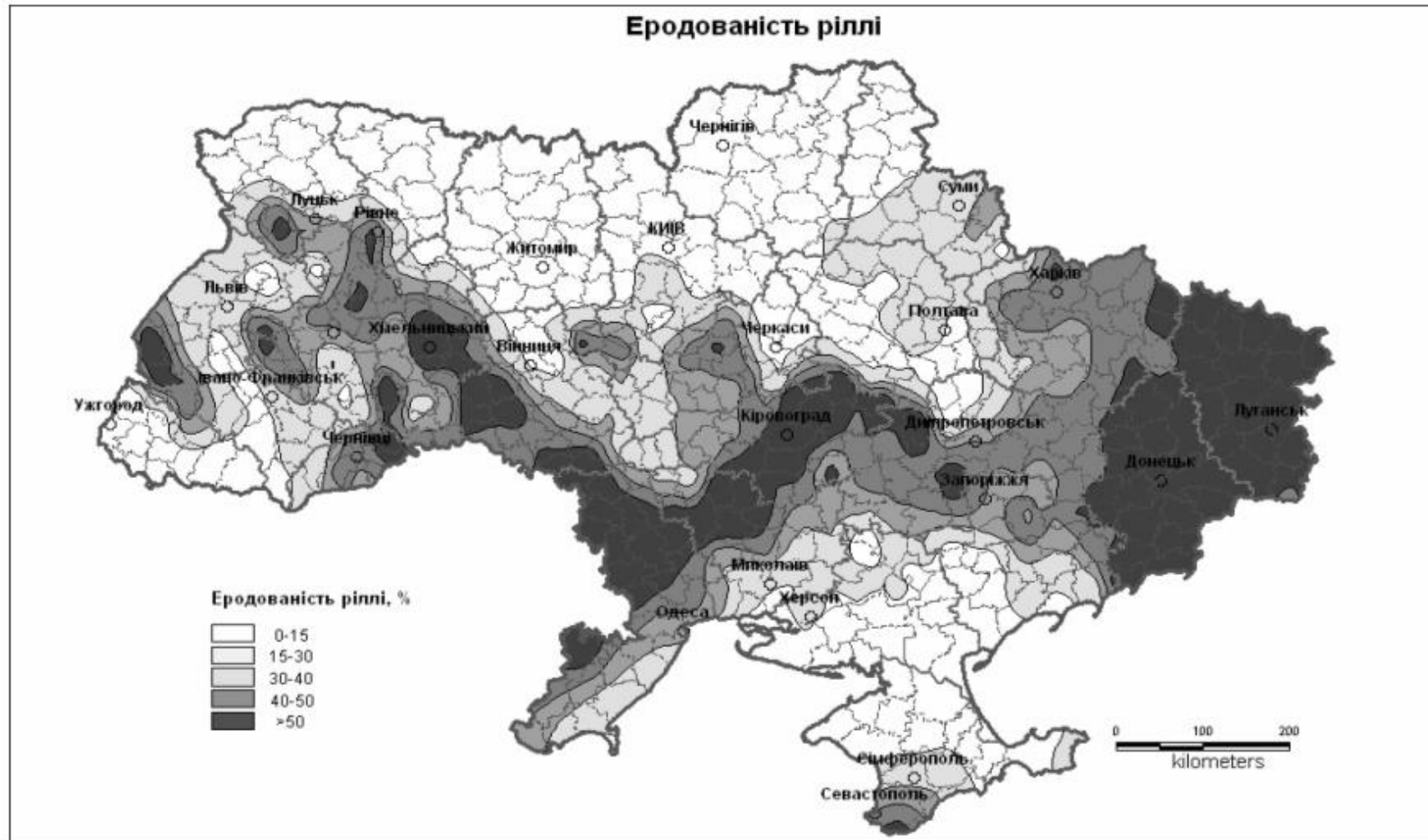


Рисунок А.1. Розподіл еродованості ріллі в межах України

## ДОДАТОК Б

Втрати ґрунту від вітрової ерозії в межах України

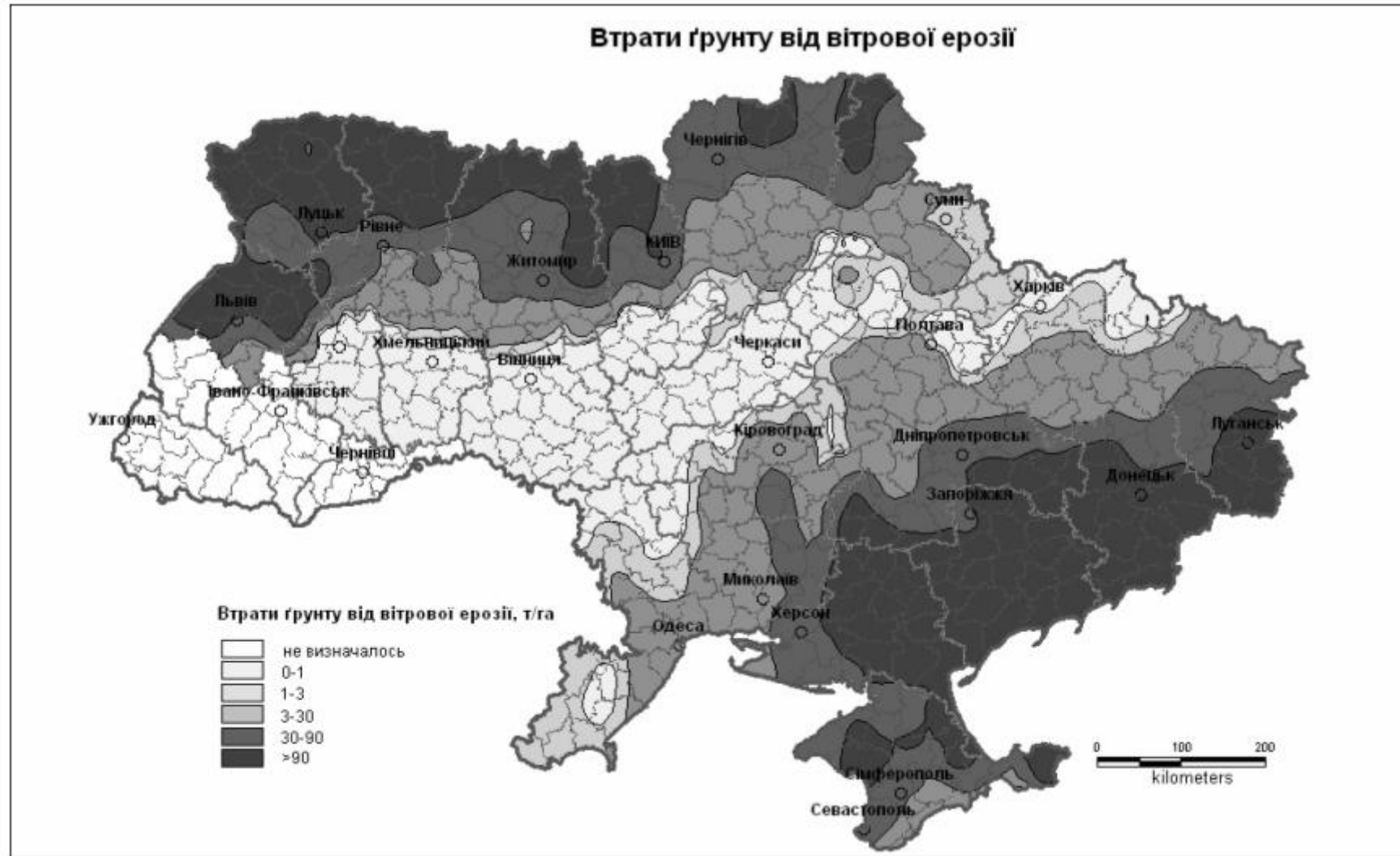


Рисунок Б.1. Втрати ґрунту від вітрової ерозії в межах України

## ДОДАТОК В

### Допустимі норми ерозії для ґрунтів України

Таблиця В.1. Допустима норма ерозії для основних типів (підтипів) ґрунтів України в залежності від ступеня еродованості (регіональний рівень), т/га за рік

Тип (підтип) ґрунту	Допустима норма ерозії залежно від ступеня еродованості, т/га за рік			
	Не еродовані	Слабо	Середньо	Сильно
Сірі та темно-сірі	0,2	0,6	1,3	1,7
Типові чорноземи	0,2	0,6	1,1	1,5
Звичайні чорноземи	0,1	0,3	0,6	1,1
Південні чорноземи	0,2	0,4	0,7	1,2
Каштанові та темно-каштанові	0,2	0,7	0,9	1,2

Таблиця В.2. Допустима норма ерозії для основних типів (підтипів) ґрунтів України для сівозмін з часткою багаторічних та однорічних трав менше 30 % (локальний або технологічний рівень)

Тип (підтип) ґрунту	Ступінь еродованості	Допустима норма ерозії в залежності від рівня агротехніки, т/га за рік <sup>*)</sup>		
		високий	середній	низький
Сірі та темно-сірі	Нееродовані	0,2/0,2	0,2/0,2	0,2/0,2
	Слабо	0,7/0,7	0,6/0,6	0,4/0,4
	Середньо	1,6/1,6	1,3/1,3	0,6/0,6
	Сильно	2,2/2,2	1,7/1,7	0,7/0,7
Типові чорноземи	Нееродовані	0,2/0,2	0,2/0,2	0,2/0,2
	Слабо	0,9/0,8	0,6/0,5	0,3/0,2
	Середньо	1,5/1,4	1,1/1,0	0,5/0,4
	Сильно	2,0/1,9	1,5/1,4	0,6/0,5
Чорноземи звичайні	Нееродовані	0,1/0,1	0,1/0,1	0,1/0,1
	Слабо	0,3/0,2	0,3/0,2	0,1/0,1
	Середньо	1,1/0,9	0,7/0,6	0,2/0,1
	Сильно	1,6/1,4	1,1/1,0	0,2/0,2
Чорноземи південні	Нееродовані	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1
	Слабо	0,6/0,3	0,5/0,3	0,1/0,1
	Середньо	1,1/0,8	0,8/0,6	0,2/0,1
	Сильно	1,7/1,4	1,2/1,1	0,1/0,1
Каштанові та темно-каштанові	Нееродовані	0,2/0,2	0,2/0,2	0,1/0,1
	Слабо	1,0/0,6	0,8/0,5	0,2/0,2
	Середньо	1,2/0,9	0,9/0,8	0,3/0,2
	Сильно	1,6/1,3	1,2/1,1	0,3/0,2

\*) Чисельник – північна експозиція, знаменник – південна експозиція

Таблиця В.3. Допустима норма ерозії для основних типів (підтипів) ґрунтів України для сівозмін з часткою багаторічних та однорічних трав більше 30 % (локальний або технологічний рівень)

Типи (підтипи) ґрунтів	Ступінь еродованості	Допустима норма ерозії в залежності від рівня агротехніки, т/га за рік <sup>*)</sup>		
		високий	середній	низький
Сірі та темно-сірі	Нееродовані	0,2/0,2	0,2/0,2	0,2/0,2
	Слабо	0,9/0,9	0,6/0,6	0,6/0,6
	Середньо	1,9/1,9	1,6/1,6	0,8/0,8
	Сильно	2,2/2,2	1,7/1,7	0,7/0,7
Типові чорноземи	Нееродовані	0,2/0,2	0,2/0,2	0,2/0,2
	Слабо	1,3/1,2	0,9/0,8	0,4/0,3
	Середньо	1,8/1,7	1,4/1,3	0,7/0,6
	Сильно	2,3/2,2	1,9/1,7	0,9/0,8
Чорноземи звичайні	Нееродовані	0.1/0.1	0.1/0.1	0.1/0.1
	Слабо	0.4/0.3	0.3/0.2	0.2/0.1
	Середньо	1.2/0.9	0.9/0.8	0.4/0.3
	Сильно	1.7/1.5	1.4/1.3	0.4/0.4
Чорноземи південні	Нееродовані	0.2/0.2	0.2/0.2	0.1/0.1
	Слабо	0.7/0.4	0.5/0.3	0.2/0.1
	Середньо	1.2/0.8	1.0/0.7	0.3/0.2
	Сильно	1.8/1.5	1.4/1.2	0.4/0.4
Каштанові та темно-каштанові	Нееродовані	0.2/0.2	0.2/0.2	0.1/0.1
	Слабо	1.1/0.6	0.9/0.5	0.4/0.2
	Середньо	1.3/0.9	1.1/0.8	0.4/0.3
	Сильно	1.7/1.3	1.4/1.2	0.4/0.3

<sup>\*)</sup> Чисельник – північна експозиція, знаменник – південна експозиція

Таблиця В.4. Допустима норма ерозії для зрошуваних ґрунтів  
(локальний або технологічний рівень)

<i>Рівень агротехніки**</i>	<i>Допустима норма ерозії, т/га за рік*)</i>							
	<i>Чорноземи південні</i>				<i>Каштанові та темно-каштанові ґрунти</i>			
	<i>Еродованість</i>				<i>Еродованість</i>			
	<i>Не еродовані</i>	<i>Слабо</i>	<i>Середньо</i>	<i>Сильно</i>	<i>Не еродовані</i>	<i>Слабо</i>	<i>Середньо</i>	<i>Сильно</i>
<i>Для сівозмін з часткою багаторічних та однорічних трав менше 30 %</i>								
високий	1,5/1,5	1,8/1,6	2,3/2,1	2,6/2,4	1,7/1,7	2,4/2,1	2,7/2,5	3,0/2,6
середній	1,2/1,2	1,3/1,3	1,6/1,5	1,9/1,8	1,3/1,3	1,8/1,6	1,9/1,8	2,1/1,9
низький	0,3/0,3	0,3/0,3	0,3/0,3	0,2/0,2	0,3/0,3	0,4/0,4	0,4/0,3	0,2/0,2
<i>Для сівозмін з часткою багаторічних та однорічних трав більше 30 %</i>								
високий	1,6/1,6	1,9/1,6	2,5/2,3	2,9/2,8	1,9/1,9	2,6/2,3	2,9/2,6	3,2/2,8
середній	1,3/1,3	1,5/1,3	1,7/1,8	2,2/2,2	1,5/1,5	2,0/1,9	2,2/2,1	2,5/2,2
низький	0,5/0,5	0,5/0,5	0,6/0,6	0,6/0,6	0,7/0,6	0,7/0,6	0,7/0,6	0,7/0,6

\*) Чисельник північна експозиція, знаменник – південна

## ДОДАТОК Г

Асортимент деревних і чагарникових порід для створення лісових смуг різних видів

Таблиця Г.1. Асортимент деревних і чагарникових порід для створення полезахисних лісових смуг (Гладун, Трофименко, Лохматов, 2005)

Деревні породи (головні, супутні, чагарники)	Типи умов місцезростання (за Є.В.Алексєєвим, П.С.Погребняком, О.Л.Бельгардом, О.С.Мігуною)						
	Полісся: піщані і супіщані, дерново- підзолисті, суглинки	Лісостеп: сірі лісові, опідзолені і типові чорноземи	Північний Степ:  звичайні чорноземи	Південний Степ			
				південні чорноземи	темно- каштанові грунти	каштаново- солон- цюватий комплекс грунтів	піщані і супіщані грунти
1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Головні:</u>							
Береза повисла	A <sub>3</sub> , B <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>1-2</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Широкогілочник східний (Біота східна)	-	-	-	-	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-
В'яз листуватий, берест	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-
Гледичія колюча	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-
Горіх волоський	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Горіх чорний	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Дуб звичайний	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	-	-
Дуб північний	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	B <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3-</sub>	-	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-
Маслинка вузьколиста	-	-	-	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0h'</sub> - C <sub>0h''</sub>
Модрина сибірська	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-

## Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Модрина європейська	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	-	-	-	-	-
Робінія звичайна (біла акація)	-	-	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	B <sub>0-1h'</sub>
Платан західний	-	-	-	-	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-	-
Платан кленолистий	-	-	-	-	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-	-
Сосна звичайна	A <sub>2</sub> , A <sub>3</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , C <sub>1</sub> , D <sub>0</sub> , D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub>	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	B <sub>0-1h'</sub>
Сосна кримська (Паласова)	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	B <sub>0-1h'</sub>
Сосна чорна	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	B <sub>0-1h'</sub>
Клен гостролистий	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Клен сріблястий (цукровий)	-	-	D <sub>1-2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>1</sub> (CГ <sub>1</sub> )	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-
Клен несправжньоплатановий (явір)	-	D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Стифнолобіум японський (софора японська)	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>
Тополя бальзамічна	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Тополя берлінська	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Тополя Болле	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-
Тополя дельтовидна	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Тополя китайська	-	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Тополя пірамідальна	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Тополя чорна	-	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Тополя (гібридні форми)	-	C <sub>3</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-
Ялина європейська (смерека)	C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	-	-	-	-	-
Яловець віргінський	-	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	-
Яловець звичайний	-	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	-
Ясен гостроплідий	-	-	-	-	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	-
Ясен звичайний	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-	-



## Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Ясен ланцетний (зелений)	-	-	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> (CГ <sub>0-1</sub> , CГ <sub>1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-	-
Ясен пенсільванський	-	-	-	D <sub>1</sub> (CГ <sub>1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-	-
<u>Супутні:</u>							
Айлант найвищий, китайський ясен	-	-	-	-	-	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	-
Берека	-	C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Горобина звичайна	-	C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Груша звичайна	-	D <sub>0</sub> , D <sub>1</sub> , D <sub>1-2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> (CГ <sub>1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h''</sub>	-
Граб звичайний (в Правобережжі)	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Каркас західний	-	D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1-2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-	-
Клен польовий	-	-	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	-	-
Клен гостролистий	C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-	-
Клен несправжньоплатановий (явір)	-	D <sub>1-2</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Липа серцелиста (дрібнолиста)	B <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub> (CГ <sub>1</sub> , CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Липа широколиста	-	D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Черешня (вишня пташина)	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	-	-	-
Шовковиця біла	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	-	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h»</sub>	-
Яблуня лісова	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-	-
Ясен ланцетний (зелений)	-	-	D <sub>2</sub> (CГ <sub>1-2</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h»</sub>	-
<u>Чагарники:</u>							
Бирючина звичайна	-	D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> (CГ <sub>1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	C <sub>0</sub> (CГ <sub>0</sub> )	C <sub>0h'</sub> -C <sub>0h»</sub>	-
Бруслина бородавчата	B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , D <sub>2</sub> , D <sub>3</sub>	B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , C <sub>1</sub> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub>	D <sub>1</sub> (CГ <sub>1</sub> )	D <sub>0</sub> (CГ <sub>0-1</sub> )	-	-	-

## Продовження таблиці Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Бузина червона	$B_2, B_3, C_2$	$B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2$	-	-	-	-	-
Бузина чорна	$C_2$	$C_2, C_3, D_2, D_3$	$D_2(C\Gamma_{1-2})$	$D_0(C\Gamma_{0-1})$	-	-	-
Вишня сіра	-	-	$D_1, D_2$ ( $C\Gamma_1, C\Gamma_{1-2}$ )	$D_0(C\Gamma_{0-1})$	$C_0(C\Gamma_0)$	$C_{0h'}-C_{0h''}$	-
Жимолость звичайна	-	$B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, D_{1-2}, D_2$	$D_2(C\Gamma_{1-2})$	-	-	-	-
Жимолость татарська	-	-	$D_1, D_2$ ( $C\Gamma_1, C\Gamma_{1-2}$ )	$D_0(C\Gamma_{0-1})$	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Калина звичайна	$C_3, D_2, D_3$	$C_2, C_3$	$D_1(C\Gamma_1)$	-	-	-	-
Калина цілолиста (гордовина)	-	$B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, D_{1-2}, D_2$	$D_1, D_2$ ( $C\Gamma_1, C\Gamma_{1-2}$ )	$D_0(C\Gamma_{0-1})$	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Карагана дерев'яниста, жовта акація	-	$D_1, D_{1-2}$	$D_1(C\Gamma_1)$	$D_0(C\Gamma_{0-1})$	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Кизильник блискучий	-	-	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Кизильник цілокрай	-	-	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Клен татарський (чорноклен)	$C_2, D_2, D_3$	$B_2, B_3, C_1, D_0, D_2, D_3$	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Ліщина звичайна	-	$C_2, C_3, D_2, D_3$	$D_1(C\Gamma_1)$	-	-	-	-
Магонія падуболиста	-	$B_2, B_3, C_1, C_2, C_3, D_1, D_2, D_3$	$D_1, D_2$ ( $C\Gamma_1, C\Gamma_{1-2}$ )	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Свидина кров'яна	$C_2, D_2, D_3$	$D_{1-2}, D_2, D_3$	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$D_0(C\Gamma_{0-1})$	$C_0(C\Gamma_0)$	-	-
Скумпія	-	$D_0, D_{1-2}$	-	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	-	$C_{0h'}-C_{0h''}$	$B_{0-1h'}$
Смородина золотиста	-	$B_1, B_2, B_3$	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$D_0, D_1$ ( $C\Gamma_{0-1}, C\Gamma_1$ )	$C_0(C\Gamma_0)$	$C_{0h'}-C_{0h''}$	$B_{0-1h'}$
Тамарикс чотирьохтичинковий	-	-	-	-	-	$C_{0h'}-C_{0h''}$	$B_{0-1h'}$
Хеномелес японський		$B_2, B_3, C_1, C_2,$	$D_0, D_1$	$D_0, D_1$	$C_0(C\Gamma_0)$	$C_{0h'}-C_{0h''}$	-

Таблиця Г.2. Список деревних і чагарникових порід для створення масивних насаджень у рівнинних умовах (Гладун, Трофименко, Лохматов, 2005)

Породи	Лісогосподарські області					Заплави Лісостепу і Степу
	А. Лісова	Б. Лісостепова правобережна	В. Лісостепова лівобережна	Г. Північно- степова	Д. Південно- степова	
1	2	3	4	5	6	7
Айлант найвищий	-	-	-	-	D <sub>0-1</sub>	-
Аморфа кущова	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub>	CD <sub>0</sub> -CD <sub>1</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Береза повисла	A <sub>2-3</sub> ; B <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub>	-	-
Береза пухнаста	A <sub>2-4</sub> ; B <sub>2-4</sub>	A <sub>2-4</sub> ; B <sub>2-4</sub>	A <sub>2-4</sub> ; B <sub>2-4</sub>	-	-	-
Берека	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-	-
Бирючина звичайна	-	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	-
Бузина червона	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	-	-
Бузина чорна	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Бук лісовий	D <sub>2-4</sub>	D <sub>2-4</sub>	-	-	-	-
Верба біла	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>	-	-	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>
Вільха чорна	C <sub>4-5</sub> ; D <sub>4-5</sub>	C <sub>4-5</sub> ; D <sub>4-5</sub>	C <sub>4-5</sub> ; D <sub>4-5</sub>	-	-	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>
В'яз перисто-гіллястий	-	-	-	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	-
Гледичія колюча	-	-	-	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	-
Глід	-	-	-	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-
Горіх чорний	-	D <sub>2-3</sub>	D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Гордовина (калина цілолиста)	-	D <sub>1-2</sub>	D <sub>1-2</sub>	D <sub>1-2</sub>	-	-
Горобина звичайна	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub>	-	-	-
Граб звичайний	D <sub>2-3</sub>	D <sub>2-3</sub>	-	-	-	-
Груша звичайна	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Дуб північний	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub>	-	-	-
Дуб звичайний	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-4</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-4</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>
Дуб скельний	-	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	-	-	-	-

## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7
Жимолость татарська	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	-	-
Ірга	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-
Калина звичайна	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>	-	-	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>
Карагана дерев'яниста (акація жовта)	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> ; B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub>	-	-
Кизильник чорноплідний	-	-	-	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-
Кизил	-	D <sub>1-2</sub>	D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	-
Клен гостролистий	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Клен несправжньо- платановий (явір)	D <sub>2-3</sub>	D <sub>2-3</sub>	D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Клен польовий	-	D <sub>1-2</sub>	D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Клен татарський	-	-	D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Ліщина звичайна	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Липа серцелиста (дрібнолиста)	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Липа широколиста (крупнолиста)	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-	-
Липа срібляста	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Маслинка вузьколиста	-	-	-	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-
Модрина європейська	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Модрина сибірська	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Модрина японська	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-	-
Осика (зеленокора форма)	-	-	-	-	-	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>
Псевдотсуга тисолиста	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-	-
Робінія звичайна	-	-	-	D <sub>0-1</sub>	D <sub>0-1</sub>	-
Свидина кров'яна	-	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	-	-

## Продовження таблиці Г.2

1	2	3	4	5	6	7
Скумпія	-	-	-	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	-
Смородина золотиста	B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub> ; D <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub> ; D <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> ; C <sub>2</sub> ; D <sub>2</sub>	B <sub>1-2</sub> ; C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	B <sub>1</sub> ; C <sub>1</sub> ; D <sub>1</sub>	-
Смородина чорна	C <sub>3-5</sub> ; D <sub>3-5</sub>	C <sub>3-5</sub> ; D <sub>3-5</sub>	C <sub>3-5</sub> ; D <sub>3-5</sub>	-	-	C <sub>3-5</sub> ; D <sub>3-5</sub>
Сосна Банкса	A <sub>0-2</sub>	A <sub>0-2</sub>	A <sub>0-2</sub>	A <sub>0-2</sub>	A <sub>0-2</sub>	-
Сосна веймутова	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Сосна кримська (Паласова)	-	-	-	A <sub>0-2</sub> ; B <sub>0-2</sub> ; C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	A <sub>0-2</sub> ; B <sub>0-2</sub> ; C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-
Сосна австрійська	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	B <sub>2-3</sub> ; C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	B <sub>1-3</sub> ; C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	-	-	-
Сосна звичайна	A <sub>1-4</sub> ; B <sub>2-4</sub> ; C <sub>2-4</sub>	A <sub>1-4</sub> ; B <sub>2-4</sub> ; C <sub>2-4</sub>	A <sub>1-4</sub> ; B <sub>2-4</sub> ; C <sub>2-4</sub>	A <sub>0-2</sub> ; B <sub>0-2</sub> ; C <sub>0-1</sub>	A <sub>0-2</sub> ; B <sub>0-2</sub>	-
Софора японська	-	-	-	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-
Тамарикси	-	-	-	-	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-
Тополя чорна	-	-	-	-	-	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>
Тополя Болле	-	-	-	-	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>
Тополя біла	-	-	-	C <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub>	-
Тополя канадська	-	-	-	-	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Тополя бальзамічна	-	-	-	-	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>
Тополі гібридні	-	-	-	-	-	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>
Черемха звичайна	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>	-	C <sub>2-4</sub> ; D <sub>2-4</sub>	-	-	C <sub>3-4</sub> ; D <sub>3-4</sub>
Черемха пізня	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Черешня	-	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-	-
Шипшина	-	-	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	B <sub>1-3</sub> ; C <sub>1-3</sub> ; D <sub>1-3</sub>	B <sub>0-2</sub> ; C <sub>0-2</sub> ; D <sub>0-2</sub>	-
Шовковиця біла	-	-	-	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	C <sub>1-2</sub> ; D <sub>1-2</sub>	-
Яблуня лісова	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-
Ясень звичайний	-	D <sub>2-3</sub>	D <sub>2-3</sub>	D <sub>2-3</sub>	-	D <sub>2-4</sub>
Ялина європейська	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	C <sub>2-3</sub> ; D <sub>2-3</sub>	-	-	-
Яловець віргінський	-	-	-	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	C <sub>0-1</sub> ; D <sub>0-1</sub>	-

Таблиця Г.3. Асортимент дерев і чагарників для меліоративної групи заплачних насаджень (Гладун, Трофименко, Лохматов, 2005)

Породи	Трофотопи					Гранична тривалість затоплення, діб
	А	В	С	Д	ЗС	
1	2	3	4	5	6	7
Головні та супутні породи I ярусу						
Береза повисла	+	+	+	-	+	60
Береза пухнаста	+	+	-	-	-	90
В'яз дрібнолистий	-	+	+	+	-	30
Гледичія колюча	-	-	+	+	+	30
Дуб звичайний	-	-	+	+	+	60
Дуб червоний	-	+	+	+	-	30
Дуб скельний	-	+	+	+	-	30
Верба біла	-	+	+	-	+	100-120
Вільха чорна	-	-	+	+	-	75
Осика	-	+	-	-	-	60
Сосна веймутова	-	-	+	-	-	30
Сосна звичайна	+	+	+	-	-	30
Тополя бальзамічна	-	+	+	-	-	75
Тополя біла	-	+	+	-	+	45
Тополя канадська	-	+	+	-	-	75
Тополя сіра	-	+	+	-	-	45
Тополя чорна	-	+	+	-	+	90
Ясен звичайний	-	-	-	+	-	30
Ясен ланцетний	-	-	+	+	+	70-80
Супутні породи II-III ярусів						
Граб звичайний	-	-	+	-	-	30
Груша звичайна	-	-	+	+	+	30
Клен татарський	-	-	+	+	-	30
Липа серцелиста	-	-	+	+	-	30
Черемха сіра	-	-	+	+	-	30
Вільха сіра	+	+	+	-	-	60
Породи для узлісся						
Айва звичайна	-	-	+	+	-	30
Алича	-	-	+	+	-	30
Аморфа	+	+	+	-	+	90
Гледичія колюча	-	-	+	+	+	30
Груша звичайна	-	-	+	+	+	30
Верба вавілонська	-	+	+	+	-	90
Верба прутувидна	-	+	+	+	-	90
Маслинка вузьколиста	-	-	+	+	+	45
Обліпіха	-	+	+	-	-	30
Тополя пірамідальна	-	+	+	-	-	75
Шипшина собача	-	+	+	-	-	30
Шипшина зморшкувата	-	+	+	-	-	30

## Продовження таблиці Г.3

Породи підліску						
Бирючина	-	-	+	+	-	30
Бузина чорна	-	+	+	+	-	40-45
Гордовина	-	-	+	+	-	30
Калина звичайна	-	+	+	-	-	45
Крушина ломка	-	+	+	+	-	60
Верба п'ятитичинкова	-	+	+	-	-	60-70
Верба тритичинкова	+	+	+	-	-	100-120
Вільха сіра	+	+	+	-	-	60
Свидина кров'яна	-	+	+	+	-	60
Смородина чорна	-	-	+	+	-	45

Таблиця Г.4. Асортимент порід для деревно-чагарникового поясу прируслових лісових смуг на незасолених ґрунтах (Гладун, Трофименко, Лохматов, 2005)

Порода	Природна зона	Едатопи	Затоплення (місяців)
Головні породи			
1	2	3	4
Робінія звичайна	Л, С	C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	0,5
Береза повисла	Усі	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> BC <sub>2</sub>	2
Береза пухнаста	П	A <sub>1</sub>	3
В'яз низький	С	C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	1,5
Гледичія колюча	Л, С	C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	2
Дуб червоний	П, Л	BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub>	1,5
Дуб скельний	Л	BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub>	1,5
Дуб звичайний	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1,5
Верба біла	Усі	BC <sub>4</sub> BC <sub>2</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub>	>3
Модрина сибірська	П, Л	BC <sub>2</sub> BC <sub>3</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	2
Вільха чорна	Усі	BC <sub>5</sub> C <sub>5</sub> D <sub>5</sub>	>3
Горіх волоський	Усі	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1
Горіх чорний	П, Л	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	0,5
Осика	Усі	B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	2
Сосна веймутова	П, Л	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	1
Сосна звичайна	Усі	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> B <sub>1</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	2
Сосна чорна	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	1
Тополя бальзамічна	Усі	B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	1,5
Тополя біла	Усі	B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> BC <sub>2</sub> BC <sub>3</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	1,5
Тополя канадська	Усі	B <sub>2</sub> B <sub>4</sub> BC <sub>2</sub> BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	3
Тополя чорна пірамідальна	Усі	B <sub>3</sub> B <sub>4</sub> BC <sub>2</sub> BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	3
Ясен ланцетний	Усі	C <sub>5</sub> D <sub>5</sub>	>3
Ясен звичайний	Усі	D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1,5
Ясен пухнастий	Усі	C <sub>5</sub> D <sub>5</sub>	>3
Породи супутні			
Береза повисла	Усі	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> BC <sub>2</sub> B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	2
Береза пухнаста	П	A <sub>4</sub> B <sub>4</sub>	3

## Продовження таблиці Г.4

1	2	3	4
Граб звичайний	П, Л	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1
Клен гостролистий	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	0,5
Клен польовий	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	0,5
Липа серцелиста	Усі	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	0,5
Вільха чорна	Усі	C <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	>3
Клен явір	П, Л	C <sub>3</sub> D <sub>3</sub>	0,5
Ясен ланцетний	Л, С	C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub>	>3
Ясен пухнастий	Л, С	C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub>	>3
Узлісні породи			
Абрикос	Л, С	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	0,5
Айва звичайна	С	C <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	3
Алича	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub>	1,5
Аморфа	Л, С	B <sub>1</sub> BC <sub>1</sub>	>3
Гледичія колюча	Л, С	C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>4</sub>	2
Граб звичайний	П, Л	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1
Груша звичайна	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	2
Горобина звичайна	Усі	B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	2
Горіх волоський	Усі	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1
Тополя чорна пірамідальна	Усі	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	3
Шовковиця біла	Л, С	BC <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub>	2
Яблуня звичайна	Усі	D <sub>3</sub>	1,5
Карагана дерев'яниста	Усі	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	0,5
Калина звичайна	Усі	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub> D <sub>5</sub>	2
Ліщина звичайна	Усі	BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	2
Ліщина різнолиста	Усі	BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	2
Маслинка вузьколиста	Усі	C <sub>1</sub> C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>1</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	3
Обліпіха	Усі	BC <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub>	1,5
Шипшина корична	Усі	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	0,5
Шипшина собача	Усі	C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> C <sub>5</sub> D <sub>5</sub>	2
Бузок звичайний	Усі	C <sub>2</sub> C <sub>3</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub>	0,5
Смородина чорна	Усі	C <sub>4</sub> D <sub>5</sub> C <sub>5</sub> D <sub>5</sub>	2
Підліскові породи			
Бирючина звичайна	Усі		
Бузина червона	П, Л	C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	1,5
Бузина чорна	Усі	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> B <sub>2</sub> B <sub>3</sub> B <sub>4</sub>	1
Гордовина	Л, С	BC <sub>2</sub> BC <sub>3</sub> C <sub>3</sub> C <sub>4</sub> D <sub>2</sub> D <sub>3</sub> D <sub>4</sub>	1,5
Карагана дерев'яниста	Усі	C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	1,5
Клен татарський	Усі	A <sub>2</sub> A <sub>3</sub> B <sub>2</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	0,5
Вільха сіра	П	A <sub>3</sub> A <sub>4</sub> A <sub>5</sub> B <sub>3</sub> B <sub>4</sub> C <sub>3</sub> BC <sub>4</sub> B <sub>5</sub>	>3
Свидина кров'яна	Усі	B <sub>3</sub> B <sub>4</sub> B <sub>5</sub> BC <sub>4</sub> BC <sub>5</sub> C <sub>5</sub> D <sub>5</sub>	2
Скумпія	Усі	BC <sub>2</sub> C <sub>1</sub> D <sub>1</sub> C <sub>2</sub> D <sub>2</sub>	1



Таблиця Г.5. Асортимент дерев і чагарників для лісових насаджень, що створюються на присіткових схилах і гідрографічній мережі (в зоні поширення чорноземів) [Гладун, Трофименко, Лохматов, 2005]

Породи	Присіткові схили			Гідрографічна мережа					
	південні чорноземи	звичайні чорноземи	потужні чорноземи	по улоговинам і балках			на ярах		
				південні чорноземи	звичайні чорноземи	типові чорноземи	південні чорноземи	звичайні чорноземи	типові чорноземи
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Головні породи</b>									
Дуб звичайний	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Модрина європейська	-	-	+	-	+	+	-	+	+
Береза повисла	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Робінія звичайна	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Яловець віргінський	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Сосна звичайна	-	+	-	-	+	+	-	+	-
Ялина європейська	-	-	-	-	+	+	-	+	+
Тополя біла	-	+	+	+	+	+	-	+	+
Тополя чорна	-	+	+	+	+	+	-	+	+
Осика	-	-	-	-	+	+	-	+	+
Верба біла	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Вільха сіра	-	-	-	-	+	+	-	+	+
<b>Супутні породи</b>									
В'яз дрібнолистий	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Клен гостролистий	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Клен польовий	+	+	+	-	-	-	-	-	+
Клен явір	-	-	+	-	+	+	-	-	-
Клен ясенелистий	+	+	+	-	-	-		+	+
Дуб червоний	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Липа серцелиста	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Ясен ланцетний	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Черемха пізня	-	+	+	-	+	+	-	-	-
Шовковиця біла	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Черешня лісова	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Яблуня лісова	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Груша лісова	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Вишня	-	+	+	-	+	-	-	-	+
<b>Чагарники</b>									
Бирючина звичайна	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Жимолость татарська	+	+	-	+	+	-	-	+	+
Клен татарський	-	+	+	+	+	+	-	+	+
Гордовина	+	+	-	-	-	+	-	+	+
Бузина чорна	+	+	-	+	+	+	-	+	+
Бузина червона	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Ірга	+	+	+	+	-		-	+	+

## Продовження таблиці Г.5

Маслинка вузьколиста	+	+	+	-	-	-	+	+	+
Свидина кров'яна	+	+	+	+	+	+	-	+	+
Обліпіха	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Скумпія	+	+	-	+	+	-	+	+	-
Смородина золотиста	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Терен	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Шипшина собача	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Айва японська	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Ліщина звичайна	-	+	+	-	+	+	-	+	+
Карагана дерев'яниста	+	+	-	+	+	-	-	-	-
Глід	-	-	-	-	-	-	+	+	+

## ДОДАТОК Д

Грунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур у типових польових та ґрунтозахисних сівозмінах різних природних зон України

Таблиця Д.1. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Північного Степу України (перероблено з [Рекомендації..., 1984])

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Чорний пар	Дискування на глибину 6-8 см; внесення органічних і мінеральних добрив ПРТ-10, РУМ-5, РУМ-8 та ін.; осінній обробіток ПН-5-35, ПЧ-2,5 або КПГ-250 на глибину 27-30 см; на схилах крутизною більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	Культивації КПЕ-3,8 та КПС-4 на глибину 10-12 до 6-8 см, заміна культиваций внесенням гербіцидів суцільної дії	
2	Озима пшениця		Культивація КПС-4 на глибину 6-8 см при використанні дискових сівалок СЗ-3,6, СЗП-3,6, за відсутності передпосівної культивації – сімба сівалками прямої сівби	Прикореневе підживлення СЗ-3,6, на зріджених посівах підсів ячменю
3	Цукровий буряк	Луцнення стерні на глибину 6-8 см; обробіток БДТ-7 або плоскорізами на глибину 10-12 см; внесення гною та мінеральних добрив; оранка ПН-5-35 на глибину 28-30 см; на схилах крутизною більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування зябу БЗТС-1,0; шлейфування ШБ-2,5+3ОР-0,7; внесення гербіцидів ПОУ-2 та їх загортання УСМК-5,4, АРВ-8-01, ВНІС-Р; сімба сівалками ССТ-8 або ССТ-12А	Коткування посівів ЗКН-2,8 в агрегаті з 3ОР-0,7; культивация міжрядь в міру необхідності

4	Ярий ячмінь	Внесення мінеральних добрив; розпушення ґрунту плоскорізами, чизельними плугами ПЧ-2,5, ПЧ-4,5 на глибину 20-22 см; на схилах крутизною більше 1° щільювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	Культивація КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6 та ін.	Коткування посівів ЗКШ-6; обробіток посівів гербіцидами
5	Горох	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив РУМ-5, РУМ-8 та ін., загортання їх БДТ-7, ДМТ-6 на глибину 10-12 см; обробіток ПН-5-35 або КПГ-250 на глибину 23-25 см; на схилах крутизною більше 1° щільювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0; культивування КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗ-5,4	Коткування посівів ЗКШ-6; післясходове боронування; обробіток посівів гербіцидами
6	Озима пшениця	Розпушення ґрунту боронами БІГ-3А або дисковими лушильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив РУМ-5, РУМ-8 та ін.; обробіток БДТ-7, КПШ-5, КПШ-9, КРЕ-3,8 на глибину 8-10 см	На схилах крутизною більше 1° щільювання ЩП-000 на глибину до 50 см через 8-10 м; культивування КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6, якщо волога знаходиться на глибині більше 8 см – СЗС-2,1	Ранньовесняне підживлення сівалками; обробіток посівів гербіцидами
7	Кукурудза на зерно	Лушення на глибину 6-8 см; друге лушення на глибину 10-12 см; внесення органічних та мінеральних добрив ПРТ-10, РУМ-5, РУМ-8 та ін.; оранка на глибину 25-27 см; на схилах крутизною більше 1° щільювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0; культивування КПС-4 на глибину 10-12 та 8-10 см; сівба сівалкою СПЧ-6М	Досходове або післясходове боронування БЗСС-1,0; внесення гербіцидів; на схилах щільювання ґрунту при першому рихленні міжрядь на глибину 18-20 см; обробіток посівів гербіцидами
8	Кукурудза на силос	Такий же як на полі № 7		

9	Озима пшениця	Дискування на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив; обробіток ґрунту культиваторами КПШ-5, КПШ-9, КРЕ-3,8 в агрегаті з БГ-3А	На схилах щільовання ґрунту на глибину до 50 см ЩП-000 через 8-10 м; культивація КРС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6, СЗС-2,1	Підживлення розкидним способом; обробіток посівів гербіцидами
10	Соняшник	Розпушення ґрунту бородами БГ-3А; внесення мінеральних добрив; культивація КПШ-5, КПШ-9 або КРЕ-3,8 на глибину 8-10 см; розпушення КРГ-250, КРГ-2-150 на глибину 25-27 см; на схилах щільовання ЩН-2-140 до 60 см через 4-6 м, або чизельний обробіток	Культивація КРЕ-3,8 або КРС-4 на глибину 10-12 та 6-7 см; внесення ґрунтових гербіцидів, сівба сівалками СПЧ-6М, УПС-12	На схилах щільовання ґрунту на 18-20 см; при першому рихленні міжрядь окучування ПП-5-0,4

Таблиця Д.2. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Північного Степу України (варіант ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Чорний зайнятий пар	і Подрібнення рослинних решток ПР-4,5; дискування БДВП-6,3 на глибину 6-8 см, або луцення КРЕ-8 на глибину 8 см; внесення органічних і мінеральних добрив ПРТ-11, МВД-900 та ін.; осінній обробіток ПНЯ-6-42; ПНН-8, ПЛН-8-40 або ПРПВ-8-50 на глибину 27-30 см; на схилах крутістю більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩРП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м. Культивація пару КНС-7/4 на глибину до 6 см.		
2	Озима пшениця	В зайнятому парі обробіток ґрунту важкими дисковими бородами ДМТ-6,	Передпосівний обробіток ґрунту АМО-7,2, АКГ-6 на глибину 6-8 см	Весною боронування посівів ЗБР-24, а на зріджених посівах

		БДШ-8, АГД-5,6, культивация КРЕ-8 на глибину 8-10 см з наступним обробіткою боронами БГ-3А	перед застосуванням дискових сівалок СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 за відсутності передпосівної культивации посів стерньовими сівалками Сиріус-10 або СТС-6, або АГД-18,35 або АПП-6	підсів ячменю
3	Цукровий буряк	Лушення дисковими луцильниками ЛДГ-15, або культиваторами КРЕ-8 на глибину 6-8 см або лемішними луцильниками ПЛУ-6-35 на глибину 10-12 см; внесення органічних та мінеральних добрив ПРТ-11, МВД-900; оранка ПНЯ-6-42; ПНЯ-4-42 на глибину 28-30 см; на схилах крутістю більше 1° щільвання зябу ЩН-2-140 або ЩРП-3-7 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування зябу БЗТС-1,0; шлейфування ШБ-2,5+3ОР-0,7; внесення гербіцидів ОПШ-2000 та їх закладання в ґрунт одночасно з передпосівною культивацией АКГ-6, сівба сівалками ССТ-12В або УПС-12 одночасно із внесенням добрив	Культивация міжрядь при необхідності КРНВ-5,6 з підживленням
4	Ярий ячмінь	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; розпушування ґрунту плоскорізними знаряддями АКШ-5,6, АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; на схилах крутістю більше 1° щільвання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток АМО-7,2 або АКГ-6 на глибину 4-6 см; сівба сівалками СЗ-10,8 або СЗ-5,4, «Клен»-6 або Сиріус 9, АГД-18,35 одночасно із внесенням добрив	Ущільнення ґрунту після сівби дисковими сівалками при необхідності і захист посівів від хвороб і бур'янів ОПШ-2000
5	Горох	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив МВД-900 та ін., закладка їх боронами ДМТ-6, БДВП-6,3 на глибину 10-12 см; обробіток ПНН-6 або ПЩН-3,5 на глибину 22-25 см; на схилах крутістю більше 1° щільвання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток КПС-8П на глибину 6-8 см, сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4	Ущільнення посівів АМО-7,2, АКГ-6; обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000
6	Озима пшениця	Розпушування ґрунту боронами БГ-3А або дисковими луцильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; обробіток АКШ-5,6;	Культивация КПС-8П на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-10,8; СЗ-5,4 або сівалками Сиріус-9, АПП-6, або	Ранньовесняне боронування ЗБР-24, обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000

		АКШ-3,6 на схилах крутістю більше 1 <sup>0</sup> щільювання ЩП-3-70 на глибину до 50 см через 8-10 м	СТС-6, або АГД-18,35	
7	Кукурудза на зерно	Лушення на глибину 6-8 см культиваторами КПЕ-8, або лемішне лушення ПЛУ-6-35 на глибину 10-12 см; внесення органічних та мінеральних добрив ПРТ-11, МВД-90 та ін.; оранка плугами ПНЯ-6-42, ПНН-6 на глибину 25-27 см або обробіток плоско різами ПЩН-3,5 на глибину 25-27 см; на схилах крутістю більше 1 <sup>0</sup> щільювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0; внесення ґрунтових гербіцидів ОПШ-2000, передпосівний обробіток АМО-7,2, АКГ-6 на глибину 10-12 та 8-10 см; сівба сівалкою УПС-12 із внесенням добрив	Досходове і післясходове боронування ЗБР-24; внесення пестицидів; на схилах щільювання ґрунту при першому розпушуванні міжрядь на глибину 18-20 см; обробіток
8	Кукурудза на силос	Такий же як на полі № 7		
9	Озима пшениця	Дискування ДМТ-6 або БДВ-6 на глибину 8-10 см або обробіток ґрунту культиваторами АКШ-5,6, АКШ-3,6, КПЕ-8 на схилах крутістю більше 1 <sup>0</sup> , щільювання ґрунту на глибину до 50 см ЩП-3-70 через 8-10 м	Передпосівна культивація АМО-7,2, АКГ-4 на глибину 6-18 см; сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6, СТС-6, Сиріус-9 із внесенням добрив	Весняне боронування посівів ЗБР-24; обробіток посівів пестицидами ОПШ-200
10	Соняшник	Розпушення ґрунту боронами БГ-3А або ЛДГ-15, внесення мінеральних добрив МВД-900; обробіток ПЩН-3,5 на глибину 25-27 см або оранка плугами ПНЯ-6-42 глибину 25-27 см; на схилах крутістю більше 1 <sup>0</sup> щільювання ЩН-2-140 глибиною до 60 см через 8-10 м	Ранньовесняне боронування боронами БГ-3А або ЗБР-24; передпосівна культивація АКШ-5,6 або АМО-7,2 на глибину 10-12 та 6-7 см; сівба сівалкою СУПН-12А або СУПН-8 із внесенням мінеральних добрив	Досходове і післясходове боронування ЗБР-24; на схилах щільювання ґрунту на 18-20 см; при першому розпушування міжрядь; обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000

Таблиця Д.3. Грунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Центрального і Південного Степу України (перероблено з [Рекомендації..., 1984])

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Чорний пар	Дискування на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив; плоскорізний або чизельний обробіток на глибину 28-30 см; пошарові культивування КПЕ-3,8 та КПС-4 на глибину 10-12 і 8-10 см	–	–
2	Озима пшениця	–	На схилах щільвання ґрунту ЩП-000 до 50 см через 8-10 м; культивування КПС-4 на глибину 7-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, при пересушеному верхньому шарі ґрунту – СЗС-2,1	Ранньовесняне прикореневе підживлення зерновими сівалками
3	Озима пшениця	Обробіток ґрунту важкими дисковими боронами; внесення мінеральних добрив, розпушення культиваторами КПШ-5, КПШ-9 на глибину 8-10 см з наступною культивуванням КПЕ-3,8 в агрегаті з БГ-3А	На схилах крутизною більше 1° щільвання ґрунту ЩН-2-140 або ЩП-000 на глибину до 50 см через 8-10 м; культивування КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба дисковими сівалками	Те ж саме
4	Кукурудза на зерно	Обробіток ґрунту боронами БГ-3А; внесення мінеральних добрив; культивування КПШ-5, КПШ-9 на глибину 8-10, 10-12 см; в кінці вересня плоскорізний або чизельний обробіток на глибину 25-27 см; на схилах крутизною більше 1° щільвання зябу на глибину до 60 см через 4-6 м	Культивування КПЕ-3,8 на 10-12 см і передпосівний обробіток КПС-4 на 8-10 см; внесення ґрунтових гербіцидів, сівба сівалкою СПЧ-6М	Внесення гербіцидів, на схилах щільвання ґрунту на глибину 18-20 см при першому рихленні міжрядь КРН-4,2; окучування з перемичками пристосуванням ППБ-06А
5	Ярі колосові	Дискування на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив; обробіток ґрунту	Ранньовесняне боронування зубовими боронами БЗСС-1,0; передпосівна	Коткування посівів ЗКШ-6; обробіток посівів гербіцидами



		ПН-5-35 або КПГ-250, на глибину 20-22 см; на схилах крутизною більше 1° щільювання зябу ЩН-2-140, ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	культывація КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, при пізньому збиранні кукурудзи – пряма сівба.	
6	Горох та однорічні трави на зелений корм	Обробіток ґрунту голчатою бороною БГ-3А; внесення мінеральних добрив; розпушення КПШ-5 або КПШ-9 на 10-12, 8-10 см; в кінці вересня безполицевий обробіток на глибину 23-25 см	Ранньовесняне боронування БГ-3А; культувація КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалкою СЗ-3,6, СЗ-5,4	Коткування посівів ЗКШ-6; обробіток посівів гербіцидами
7	Озима пшениця	Обробіток ґрунту важкими дисковими боронами; культувація КПШ-9 або КПЕ-3,8 в агрегаті з БГ-3А на глибину 8-10 см	На схилах крутизною більше 1° щільювання ґрунту ЩП-000 до 50 см через 8-10 м; культувація КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6, СЗС-2,1	Ранньовесняне прикореневе підживлення; обробіток посівів гербіцидами
8	Кукурудза на силос	Такий же як на полі № 4		
9	Озима пшениця	Дискування на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив РУМ-5, РУМ-8 та ін.; культувація КПШ-5, КПШ-9 і КПЕ-3,8 в агрегаті з БГ-3А на глибину 8-10 см	На схилах крутизною більше 1° щільювання ґрунту ЩП-000 на глибину до 50 см через 8-10 м; культувація КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6, СЗС-2,1	Ранньовесняне підживлення; обробіток посівів гербіцидами
10	Соняшник	Розпушення ґрунту боровами БГ-3А на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив; культувація КПШ-5, КПШ-9 на глибину 10-12 см; плоскорізний або чизельний обробіток на глибину 25-27 см; на схилах крутизною більше 1° щільювання зябу ЩН-2-140, ЩП-000 на глибину до 60 см через 4-6 м	Культывація КПС-4 на глибину 6-8 см; внесення ґрунтових гербіцидів, сівба сівалкою СПЧ-6М, УПС-8	На схилах щільювання ґрунту на глибину 18-20 см при першому рихленні міжрядь; окучування ППБ-06

Таблиця Д.4. Грунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Центрального і Південного Степу України (варіант ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Чорний пар	Подрібнення рослинних решток ПР-4,5, дискування БДВП-6,3 або розпушування КРЕ-8 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив МДВ-900 та ін.; плоскорізний обробіток ПЩН-3,5, ПЩН-2,5 на глибину 28-30 см; весною закриття вологи БГ-3А або ЗБР-24; пошарові культивациі КНС-7/4 на глибину 10-12 і 6-8 см	—	—
2	Озима пшениця	На схилах щільвання ґрунту ЩП-3-70 до 50 см через 8-10 м;	культивациа КНС-7/4 на глибину 4-8 см; сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 при пересушеному верхньому шарі ґрунту сівба сівалками АГД-18,33, Сиріус-10, або СТС-6, АПП-6	Весною боронування посівів ЗБР-24; при необхідності внесення пестицидів ОПШ-2000
3	Озима пшениця у зайнятому парі	Обробіток ґрунту важкими дисковими боронами ДМТ-6, АГД-5,6 або культиваторами КРЕ-8, БДТ-7; на схилах крутизною більше 1° щільвання ґрунту ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 50 см через 8-10 м.	Обробіток АКГ-6; АМО-7,2, культивациа КПС-4 на глибину 6-8 см; посів дисковими сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 із внесенням добрив при пересушеному верхньому шарі ґрунту – СТС-6	Те ж саме

4	Кукурудза на зерно	Обробіток ґрунту культиваторами КПЕ-8; 1-2 пошарових плоскорізних культивації на глибину 8-10, 10-12 см; в кінці вересня розпушування ПРП-8-50 на глибину 25-27 см.	Ранньовесняне боронування БГ-3А, культивація АКШ-5,6 на 10-12 см і передпосівний обробіток АМО-7,2, АКГ-6 на 8-10 см; сівба сівалкою УПС-12 із внесенням добрив	Досходове та післясходове боронування ЗБР-24; на схилах щільовання ґрунту на глибину 18-20 см при першому розпушенні міжрядь КРНВ-5,6 при застосуванні механічних методів боротьби з бур'янами; внесення пестицидів ОПШ-2000 при застосуванні хімічних методів
5	Ярі колосові	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; розпушування ґрунту плоскорізними знаряддями АКШ-5,6, АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; на схилах крутістю більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток АМО-7,2 або АКГ-6 на глибину 4-6 см; сівба сівалками СЗ-10,8 або СЗ-5,4, «Клен»-6 або Сиріус 9, АГД-18,35 одночасно із внесенням добрив	Прикочування посівів ЗККШ-6 при необхідності після дискових сівалок і захист посівів від хвороб і бур'янів ОПШ-2000
6	Горох та однорічні трави на зелений корм	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив МВД-900 та ін., закладка їх боронами ДМТ-6, БДВП-6,3 на глибину 10-12 см; обробіток ПНН-6 або ПЩН-3,5 на глибину 22-25 см; на схилах крутістю більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток КПС-8П на глибину 6-8 см, сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6	Прикочування посівів АМО-7,2, АКГ-6; обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000
7	Озима пшениця	Розпушування ґрунту боронами БГ-3А або дисковими луцильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; обробіток АКШ-5,6; АКШ-3,6 на схилах крутістю більше 1° щільовання ЩП-3-70 на глибину до 50 см через 8-10 м	Культивація КПС-8П на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-10,8; СЗ-5,4, «Клен»-6 або сівалками Сиріус-9, АПП-6, або СТС-6, або АГД-18,35	Ранньовесняне боронування ЗБР-24, обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000

8	Кукурудза на силос	Такий же як на полі № 4		
9	Озима пшениця	Дискування ДМТ-6 або БДВ-6 на глибину 8-10 см або обробіток ґрунту культиваторами АКШ-5,6, АКШ-3,6, КПЕ-8 на схилах крутістю більше 10, щілювання ґрунту на глибину до 50 см ЩП-3-70 через 8-10 м	Передпосівна культивация АМО-7,2, АКГ-4 на глибину 6-18 см; сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 СТС-6, Сиріус-9 із внесенням добрив	Весняне боронування посівів ЗБР-24; обробіток посівів пестицидами ОПШ-200
10	Соняшник	Розпушення ґрунту боронами БІГ-3А або ЛДГ-15, внесення мінеральних добрив МВД-900; обробіток ПЩН-3,5 на глибину 25-27 см або оранка плугами ПНЯ-6-42 глибину 25-27 см; на схилах крутістю більше 10 щілювання ЩН-2-140 глибиною до 60 см через 8-10 м	Ранньовесняне боронування боронами БІГ-3А або ЗБР-24; передпосівна культивация АКШ-5,6 або АМО-7,2 на глибину 10-12 та 6-7 см; сівба сівалкою СУПН-12А або СУПН-8 із внесенням мінеральних добрив	Досходове і післясходове боронування ЗБР-24; на схилах щілювання ґрунту на 18-20 см; при першому розпушування міжрядь; обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000

Таблиця Д.5. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Центрального і Південного Степу України (варіант Луганського інституту агропромислового виробництва)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
7-пільна сівозміна				
1	Чорний пар	<p>Дискування стебел соняшнику БДТ-7, УДА-4,5-20, АГ-2,4-20, БДВП-3,0, БДВП-6,3, ДТМ-4, ДТМ-6 на глибину 8-10 см; - плоскорізний обробіток ґрунту КПП-250, ПГ-3, ППР-2,5 на глибину 20-22 см;</p> <p>- пізньосіннє щільовання на глибину 50-60 см через 4-6 м ЩРП-3-70; - весною закриття вологи БГ-3 або БЗТС-1;</p> <p>- з появою бур'янів або падалиці культивування КПЕ-3,8, КПЕ-6Н або АКШ-3,6 на глибину 10-12 см; - пошарові (на глибину від 8-10 до 5-6 см) культивування КПС-4, КПН-4, КПП-8, КН-3,8; - під одну з літніх культивувань внесення мінеральних добрив РУМ-5, МВД-05, МВД-900</p>		
2	Озима пшениця		<p>Передпосівна культивування КПС-4, КПН-4, КПП-8, КН-3,8 на глибину 5-6 см; - сівба сіялками СЗ-3,6А, СЗ-5,4, "Клен"-6, "Клен"-4,5; - за необхідністю прикочування ЗККШ-6А, К-10, КПЗ-9, КЗК-6</p>	<p>Навесні при необхідності боронування посівів БЗТС-1,0 та внесення гербіцидів групи 2,4Д агрегатами ОП-2000-2, ЕКО-2000-21.5, ОСШ-2500</p>

3	Кукурудза на зерно	Лущення стерні ЛДГ-10, ЛД-10, ЛД-14, обробіток мульчувачем МНР-4,2 на глибину 6-8 см; - за відростання бур'янів повторні обробітки цими ж знаряддями; - внесення мінеральних добрив РУМ-6, МВД-0,5, МВД-900; - рихлення знаряддями КППГ-250, ПГ-3, ГР-2,5 на глибину 28-30 см	Ранньовесняне боронування БІГ-3 або БЗТС-1; - перша культивуація КПС-4, КРН-4, КПП-8, КН-3,8 на 8-10 см; передпосівна на 6-7 см; - сівба сівалками СПЧ-6, УПС-6, УПС-8; - внесення ґрунтових гербіцидів групи Ацетохлорамідів (Харнес, Оскар) з наступним загортанням боролами БЗСС-1,0.	Міжрядний обробіток: перший на 5-6 см, другий 7-8 см культиваторами КРН-4,2, КРНВ-5,6-0,4; - за необхідності внесення страхового гербіциду обприскувачами ОП-2000-2, ЕКО-2000-21,5, ОСШ-2500.
4	Ярий ячмінь	Дискування БДТ-7, УДА-4,5-20, АГ-2,4-20, БДВП-3,0, ДТМ-6 у два сліди на глибину 8-10 см; - внесення мінеральних добрив РУМ-6, МВД-05, МВД-900 між дискуваннями; основний обробіток ґрунту КПШ-5, АКШ-3,6, ППР-2,5 на глибину 12-14 см; - пізньоосіннє щільування зябу ЩРН-3-70 через 4-6 м на глибину 50-60 см	На весні боронування БЗТС-1,0, передпосівна культивуація КПС-4, КРН-4, КПП-8, КП-3,8 на 5-6 см; - сівба СЗ-3,6А, СЗ-5,4, "Клен"-4,5, "Клен"-6	Застосування страхових гербіцидів у разі необхідності
5	Кукурудза на силос	Лущення стерні КПШ-5, АКШ-3,6, ППР-2,5 на глибину 8-10 см; - повторний обробіток тими ж знаряддями на 10-12 см по мірі з'явлення бур'янів; - внесення органічних добрив ПРТ-8, МТО-6, МТО-10, РУН-15; - оранка плугами ПН-4-35, ПОН-5-40, ПЛН-5-35 на глибину 28-30 см; - пізньоосіннє щільування зябу ЩРН-3-70 через 4-6 м на глибину 50-60 см	Ранньовесняне боронування БІГ-3 або БЗТС-1; - перша культивуація КПС-4, КРН-4, КПП-8, КН-3,8 на 8-10 см; передпосівна на 6-7 см; - сівба сівалками СПЧ-6, УПС-6, УПС-8; - внесення ґрунтових гербіцидів групи Ацетохлорамідів (Харнес, Оскар) з наступним загортанням боролами БЗСС-1,0.	Міжрядний обробіток: перший на 5-6 см, другий 7-8 см культиваторами КРН-4,2, КРНВ-5,6-0,4; - за необхідності внесення страхового гербіциду обприскувачами ОП-2000-2, ЕКО-2000-21,5, ОСШ-2500.

6	Озима пшениця	Дискування агрегатами ЛДГ-10, ЛД-10, ЛД-14 на глибину 6-8 см; - внесення мінеральних добрив розкидувачами РУМ-6, МВД-0,5, МВД-900, МВД-3000	Передпосівна культивування культурами КПС-4, КПН-4, КПП-8, КП-3,8 на глибину 5-6 см; - посів сівалками СЗ-3,6А, СЗ-5,4, "Клен"-4,5, "Клен"-6; - за необхідності прикочування катками ЗККШ-6А, К-10, КПЗ-9, КЗК-6	Весною за необхідності боронування БЗТС-1,0 і обробка гербіцидами групи 2,4Д.
7	Соняшник	Те ж саме, що і в полі 3, але основний обробіток ґрунту на глибину 25-27 см.		
3-пільна зернопаропросапна сівозміна				
1	Чорний пар	Те ж саме, що і в полі № 1 7-пільної сівозміни		
	Горох	Після кукурудзи на зерно лущення поживних залишків агрегатами БДТ-7, УДА-4,5-20, АГ-2,4-20, БДВП-3,0, БДВП-6,3, ДТМ-4, ДТМ-6 на глибину 8-10 см; - внесення мінеральних добрив; - за відростання бур'янів повторний обробіток ґрунту тими ж знаряддями; - оранка плугами ПОН-5-40, ПЛН-5-35 на глибину 20-22 см; - з метою вирівнювання культивування КПЕ-3,8 в агрегаті з БЗТС-1,0, АКШ-3,6, КПЕ-6Н; - пізньоосіннє щільування зябу ЩРН-3-70 через 4-6 м на глибину 50-60 см	Ранньовесняне боронування та передпосівна культивування КПС-4, КПН-4, КПП-8, КН-3,8 на 6-7 см; - сівба СЗ-3,6, СЗ-5,4, "Клен"-6, "Клен"-4,5; - коткування посівів катками ЗККШ-6А, К-10, КПЗ-9, КЗК-6	Досходове БЗСС-1,0 та післясходове ЗБП-0,6А, ЗБР-24 боронування
2	Озима пшениця	Після чорного пару – те ж саме, що і в полі № 2 7-пільної сівозміни; після гороху – обробіток ЛДГ-10, ЛД-10, ЛД-14 на глибину 6-8 см; - за необхідності повторний обробіток тими ж знаряддями; - внесення мінеральних добрив	Передпосівна культивування на 5-6 см; - сівба СЗ-3,6А; - за необхідності – коткування	Весною при необхідності боронування посівів БЗТС-1,0 та внесення гербіцидів
3	Кукурудза на зерно	Те ж саме, що і в полі №5 7-пільної сівозміни		
	Соняшник	Те ж саме, що і в полі №7 7-пільної сівозміни		

3-пільна зернопросапна сівозміна				
1	Горохо- вівсяна суміш на з/к	Після збирання ячменю дискування ЛДГ-10, ЛД-10, ЛД-14 на 6-8 см; - по мірі відростання бур'янів ця операція повторюється; - після збирання сояшнику поле обробляється дисковими боронами УДА-4,5-20, БДВП-6,3, ДМТ-6 у два сліди на глибину 8-10 см; - внесення органічних та мінеральних добрив; - оранка на глибину 20-22 см з вирівнюванням; - пізньоосіннє щілювання зябу ЩРН-3-70 через 4-6 м на глибину 50-60 см	Передпосівна культивуація на 5-6 см; - сівба; - за необхідності коткування	
2	Озима пшениця	Те ж саме, що і в полі №2 3-пільної сівозміни (озима пшениця після гороху)		
3	Ячмінь	Лушення стерні ЛДГ-10, ЛД-10, ЛД-14; - обробка мульчувачем МНР-4,2 на глибину 6-8 см; - за відростання бур'янів повторні обробітки цими ж знаряддями; - внесення мінеральних добрив; - основний обробіток ґрунту знаряддями КПШ-5, АКШ-3,6, ППР-2,5 на глибину 12-14 см	На весні боронування БЗТС-1,0; - передпосівна культивуація КПС-4, КПН-4, КПП-8, КП-3,8 на 5-6 см; - сівба СЗ-3,6А, сз-5,4, "Клен"-4,5, "Клен"-6	Застосування страхових гербіцидів у разі необхідності
	Сояшник	Те ж саме, що і в полі №7 7-пільної сівозміни		



Таблиця Д.6. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій ґрунтозахисній сівозміні Центрального і Південного Степу України (перероблено з [Рекомендації..., 1984])

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1-3	Багаторічні трави	–	–	Щільювання посівів другого і третього років використання перед виходом в зиму ЩП-000 на глибину до 50 см через 8-10 м; внесення мінеральних добрив, боронування БЗСС-1,0
4	Озима пшениця	Обробіток ґрунту важкими дисковими боронами БДТ-3 або БДТ-7; внесення добрив РУМ-5, РУМ-8 та ін.; культивація КПЕ-3,8 в агрегаті з БГ-3А, комбінований обробіток ОПТ-3-5 на глибину 8-10 см	Щільювання ґрунту ЩП-000 на глибину до 60 см через 8-10 м; культивація КПС-4 на глибину 8-10 см; посів СЗ-3,6, СЗП-3,6	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0 або БЗТС-1,0; позакореневе підживлення; при необхідності обробіток посівів гербіцидами
5	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	Обробіток ґрунту боронами БГ-3А; внесення добрив; пошаровий обробіток культиваторами КПШ-5 і КПШ-9 на глибину 8-10, 10-12 см; плоскорізний обробіток на глибину 20-22 см; щільювання зябу ЩН-2-140, ЩП-000 перед виходом в зиму на глибину до 60 см через 4-6 м	Культивація КПС-4 на глибину 6-8 см; сівба сівалкою СЗТ-3,6 з одночасним внесенням мінеральних добрив	Коткування посівів ЗККШ-6 в агрегаті з легкими боронами

Таблиця Д.7. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій ґрунтозахисній сівозміні Центрального і Південного Степу України (варіант ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1-3	Багаторічні трави	–	–	Щілювання посівів другого і третього років використання перед виходом в зиму ЩП-3-70 на глибину до 50 см через 8-10 м; внесення мінеральних добрив МВД-900, боронування весною, або після скошування ЗБР-24 зчіпка СГ-21+БЗСС-1,0
4	Озима пшениця	Дискування ДМТ-6 або БДВ-6 на глибину 8-10 см або обробіток ґрунту культиваторами АКШ-5,6, АКШ-3,6, КПЕ-8 на схилах крутістю більше 10, щілювання ґрунту на глибину до 50 см ЩП-3-70 через 8-10 м	Передпосівна культивація АМО-7,2, АКГ-4 на глибину 6-18 см; сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 СТС-6, Сиріус-9 із внесенням добрив	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0 або БЗТС-1,0; позакореневе підживлення; при необхідності обробіток посівів гербіцидами позакореневе підживлення МВД-900
5	Ячмінь підсівом багаторічних трав	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; розпушування ґрунту плоскорізними знаряддями АКШ-5,6, АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; на схилах крутістю більше 1° щілювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток АМО-7,2 або АКГ-6 на глибину 4-6 см; сівба сівалками СЗТ-3,6 одночасно із внесенням добрив	Прикочування посівів ЗККШ-6 при необхідності після дискових сівалок і захист посівів від хвороб і бур'янів ОПШ-2000

Таблиця Д.8. Грунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні (0-3°) Лісостепу України (перероблено з [Рекомендації..., 1984])

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Багаторічні трави	–	–	Пізно восени щілювання ЩП-000 або ЩН-2-140 на глибину до 50 см через 10-12 м в напрямку горизонталей; навесні боронування зубовими боронами по діагоналі до напрямку схилу
2	Озима пшениця	Дискування на глибину 5-6 см в двох напрямках; внесення мінеральних добрив РУМ-5, РУМ-8, ІРМГ-4, КСА-3; оранка впоперек основного напрямку схилу ПН-5-35 на глибину 23-25 см в агрегаті з кільчасто-шпоровим котком або плоскорізний обробіток на глибину 10-12 см в агрегаті з БІГ-3А і кільчасто-шпоровим котком	Культивація КПС-4 з боронуванням БЗСС-1,0; посів впоперек основного напрямку схилу сівалкою СЗ-3,6 або СЗП-3,6 на глибину 5-6 см	Щілювання пізно восени ЩН-2-140 на глибину до 50 см через 7-10 м по лініях, близьких до напрямку горизонталей; весняне поверхневе підживлення РУМ-8 або прикореневе СЗП-3,6; внесення гербіцидів
3	Цукровий буряк	Дискування ДМТ-4 на 6-8 та 10-12 см, внесення мінеральних добрив під друге дискування, У вересні глибокий чизельний обробіток на 35-40 см	Культивація КПЕ-3,8; внесення гербіцидів, передпосівна культивування УСМК-5,4А на глибину 3-4 см; сімба сівалкою ССТ-12А на глибину 3-4 см	Коткування посівів ЗККН-2,8 в агрегаті з ЗОР-0,7; внесення гербіцидів стрічкою в рядок в фазі 1-2 справжніх листів
4	Кукурудза на силос	Внесення мінеральних добрив РУМ-8; оранка ПН-5-35 або плоскорізний обробіток глибокорозпушувачем КПП-250 на 25-27 см; щілювання ЩП-000 пізно осінню на глибину 50 см через 7-8 м; снігозатримання СВУ-2,6	Культивація на глибину 10-12 см КПС-4 або КПЕ-3,8 з БЗСС-1,0; внесення гербіцидів ПОУ-2 з одночасним загортанням під передпосівну культивування КПС-4 на 7-8 см, сімба на 6-7 см	Коткування посівів ЗККШ-6, 1-2 міжрядних обробітки КРН-5,6, КРН-4,2

5	Озима пшениця	Внесення мінеральних добрив РУМ-8; дискування БДТ-7+ БЗТС-1,0 або БД-10 в 2 сліди на глибину 8-10 см	Передпосівна культивування КПС-4+БЗТС-1,0 або КПЕ-3,8+БЗТС-1,0 на глибину 5-6 см; сівба сівалкою СЗ-3,6 або СЗП-3,6 на глибину 5-6 см; при пізньому збиранні попередника – пряма сівба	Коткування посіву ЗККШ-6; щілювання пізно осінню ЩП-000 або ЩН-2-140 через 7-8 м на глибину до 50 см; весняне підживлення мінеральними добривами
6	Кукурудза на зерно	Лущення стерні ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; друге лущення КПЕ-3,8 на глибину 10-12 см; внесення мінеральних добрив, оранка плугом ПН-5-35 на 25-27 см; щілювання ЩП-000 пізно восени на глибину 50 см через 7-8 м; снігозатримання СВУ-2,6	Весняне боронування зябу БЗТС-1,0; культивування КПС-4 на глибину 10-12 см з боронуванням БЗСС-1,0; внесення гербіцидів ПОУ-02 під передпосівну культивування КПС-4 на 6-7 см; сівба сівалкою СПЧ-6М або СУПН-8 на глибину 6-7 см	Коткування посіву ЗККШ-6, 1-2 міжрядних обробітки
7	Горох	Внесення мінеральних добрив РУМ-8; дискування БДТ-7 в 2 сліди на 8-10 см; основний обробіток ПЧ-2,5 або ПЛН-5-35 на глибину 23-25 см; щілювання ЩП-000 пізно осінню на глибину 50 см через 7-8 м; снігозатримання СВУ-2,6	Ранньовесняне боронування зябу БІГ-3А або БЗТС-1,0; передпосівна культивування КПЕ-3,8 або КПС-4 на глибину 6-7 см з боронуванням БЗТС-1,0; сівба сівалкою СЗ-3,6, на глибину 6-7 см	Коткування посівів ЗККШ-6
8	Озима пшениця	Лущення стерні ЛДГ-15; внесення мінеральних добрив; обробіток БДТ-7 на глибину 10-12 см з боронуванням БЗТС-1,0 або культиваторами-плоскорізами КПЕ-3,8, КПШ-9 в агрегаті з БІГ-3А і кільчасто-шпоровим котком ЗККШ-6	Передпосівна культивування КПС-4 на глибину 6-7 см з боронуванням БЗСС-1,0; сівба на глибину 5-6 см сівалкою СЗ-3,6 або СЗП-3,6	Щілювання ЩП-000 пізно восени на глибину 50 см через 7-8 м; весняне прикореневе підживлення
9	Цукровий буряк	Такий же як на полі №3		
10	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	Внесення мінеральних добрив РУМ-8; дискування на 10-12 см; щілювання ЩП-000 пізно осінню на глибину 50 см через 7-8 м	Передпосівна культивування КПС-4 або КПЕ-3,8 на глибину 6-7 см з боронуванням БЗСС-1,0; сівба сівалкою СЗТ-3,6 на глибину 5-6 см	Коткування посівів ЗККШ-6

Таблиця Д.9. Грунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні (0-3°) Лісостепу України (варіант ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту			Доза внесення гербіцидів, кг/га діючої речовини
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами	
1	Багаторічні трави	—	—	Пізно восени щільювання ЩП-3-70 або ЩН-2-140 на глибину до 50 см через 10-12 м в напрямку горизонталей; весною боронування важкими зубовими боронами СГ-21+БЗТС-1,0 або пружинними ЗБР-24 по діагоналі до основного напрямку схилу	—
2	Озима пшениця	Лушціння ЛДГ-15 на глибину 5-6 см в двох напрямках, або КПЕ-8 в один слід, обробіток АКШ-5,6 або АКШ-3,6 на глибину до 18 см	Передпосівний обробіток АМО-7,2, АКГ-6 поперек основного напрямку схилу сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 або Солітер-9, Солітер 12 із внесенням добрив	Щільювання посівів пізно восени ЩН-2-140 на глибину до 50 см через 7-10 м по лініях, близьких до напрямку горизонталей; весняне поверхневе підживлення РУМ-8 або прикореневе СЗП-3,6; внесення гербіцидів	В фазі кущення 2,4-Д амінна сіль — 0,8-1 або діален — 0,8-1,2
3	Цукровий буряк	Лушчення дисковими лушчильниками ЛДГ-15, або культиваторами КПЕ-8 на глибину 6-8 см або лемішними лушчильниками ПЛУ-6-35 на глибину 10-12 см; внесення органічних та мінеральних добрив ПРТ 11, МВД-900 та ін.; оранка ПНЯ-6-42; ПНЯ-4-42 на глибину 28-30 см; на схилах крутістю більше 1° щільювання зябу	Ранньовесняне боронування зябу БЗТС-1,0; шлейфування ШБ-2,5+ЗОР-0,7; внесення гербіцидів ОПШ-2000 та їх закладання в ґрунт одночасно з передпосівною культивацією АКГ-6, сівба сівалками ССТ-12В або УПС-12 одночасно із внесенням	Культивація міжрядь при необхідності КРНВ-5,6 з підживленням	До посіву трихлорацетат натрію — 7-9 або роніт — 4-4,5+ трихлорацетат натрію — 7-9, або етам — 2,5-3; по сходах в фазі 1-2 пари справжніх

		ЩН-2-140 або ЩРП-3-7 на глибину до 60 см	добрив		листів бетанал стрічкою в рядок - 3
4	Кукурудза на силос	Лущення на глибину 6-8 см культиваторами КПЕ-8, або лемішне лущення ПЛУ-6-35 на глибину 10-12 см; внесення органічних та мінеральних добрив ПРТ-11, МВД-90 та ін.; оранка плугами ПНЯ-6-42, ПНН-6 на глибину 25-27 см або обробіток плоско різами ПЩН-3,5 на глибину 25-27 см; на схилах крутістю більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0; внесення ґрунтових гербіцидів ОПШ-2000, передпосівний обробіток АМО-7,2, АКГ-6 на глибину 10-12 та 8-10 см; сівба сівалкою УПС-12 із внесенням добрив	Досходове і післясходове боронування ЗБР-24; внесення пестицидів; на схилах щільовання ґрунту при першому розпушуванні міжрядь на глибину 18-20 см; обробіток	Перед посівом — 7 кг/га (по препарату)
5	Озима пшениця	Дискування ДМТ-6 або БДВ-6 на глибину 8-10 см або обробіток ґрунту культиваторами АКШ-5,6, АКШ-3,6, КПЕ-8 на схилах крутістю більше 1°, щільовання ґрунту на глибину до 50 см ЩП-3-70 через 8-10 м	Передпосівна культивация АМО-7,2, АКГ-4 на глибину 6-18 см; сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6, СТС-6, Сиріус-9 із внесенням добрив	Весняне боронування посівів ЗБР-24; обробіток посівів пестицидами ОПШ-200	Весною в фазі куцнення 2,4-Д бутиловий ефір — 0,4-0,5 або діален — 0,9-1,2
6	Кукурудза на зерно	Лущення на глибину 6-8 см культиваторами КПЕ-8, або лемішне лущення ПЛУ-6-35 на глибину 10-12 см; внесення органічних та мінеральних добрив ПРТ-11, МВД-90 та ін.; оранка плугами ПНЯ-6-42, ПНН-6 на глибину 25-27 см або обробіток плоско різами ПЩН-3,5 на глибину 25-27 см; на схилах крутістю більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0; внесення ґрунтових гербіцидів ОПШ-2000, передпосівний обробіток АМО-7,2, АКГ-6 на глибину 10-12 та 8-10 см; сівба сівалкою УПС-12 із внесенням добрив	Досходове і післясходове боронування ЗБР-24; внесення пестицидів; на схилах щільовання ґрунту при першому розпушуванні міжрядь на глибину 18-20 см; обробіток	Ерадикан* перед посівом — 7 кг/га (по препарату)

7	Горох	Дискування і лушення ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив МВД-900 та ін., закладка їх боровами ДМТ-6, БДВП-6,3 на глибину 10-12 см; обробіток ПНН-6 або ПЩН-3,5 на глибину 22-25 см; на схилах крутістю більше 1° щілювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток КПС-8П на глибину 6-8 см, сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 із внесенням добрив	Прикочування посівів АМО-7,2, АКГ-6; обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000	2М-4ХМ в фазі трьох листів – 2-3
8	Озима пшениця	Лушення дисковими боровами. Розпушування ґрунту боровами БГ-3А або дисковими луцильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; обробіток АКШ-5,6; АКШ-3,6 на схилах крутістю більше 1° щілювання ЩП-3-70 на глибину до 50 см через 8-10 м	Культивація КПС-8П на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-10,8; СЗ-5,4, «Клен»-6 або сівалками Сиріус-9, АПП-6, або СТС-6, або АГД-18,35	Ранньовесняне боронування ЗБР-24, обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000	В фазі кушення амінна сіль 2,4-Д — 0,8-1 або діален — 0,8-1,2
9	Цукровий буряк	Такий же як на полі №3			
10	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; розпушування ґрунту плоскорізними знаряддями АКШ-5,6, АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; на схилах крутістю більше 1° щілювання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток АМО-7,2 або АКГ-6 на глибину 4-6 см; сівба сівалками СЗТ-3,6 одночасно із внесенням добрив	Прикочування посівів ЗККШ-6 при необхідності після дискових сівалок і захист посівів від хвороб і бур'янів ОПШ-2000	В фазі кушення 2,4-Д амінна сіль — 0,6-0,8

Таблиця Д.10. Грунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій грунтозахисній сівозміні Лісостепу України (перероблено з [Рекомендації..., 1984])

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1-3	Багаторічні трави	–	–	На другий та третій роки використання щілювання ЩП-000 або ЩН-2-140 пізно восени на глибину до 50 см через 7-8 м по лініях горизонталей; весною боронування БЗТС-1,0 по діагоналі до основного напрямку схилу
4	Озима пшениця	Лущення ЛДГ-15 на глибину 5-6 см; внесення мінеральних добрив РУМ-8; контурна оранка ПЛН-5-35 на глибину 23-25 см в агрегаті з кільчасто-шпоровим котком або обробіток ґрунту БДТ-7 на глибину 8-10 см	Передпосівна культивування КПС-4 на глибину 6-7 см з боронуванням БЗТС-1,0; сівба сівалкою СЗП-3,6	Пізно восени щілювання ЩП-000 або ЩН-2-140 на глибину 50 см через 7-8 м в напрямку горизонталей; при розрідженому травостої підсів ячменю або ярої пшениці
5	Горох	Лущення БГ-3А або ЛДГ-15; культивування на 10-12 см КПШ-5 в агрегаті з БГ-3А; внесення добрив РУМ-8; основний обробіток КПГ-250 або КПГ-2-150 в агрегаті з БГ-3А на глибину 23-25 см; щілювання ЩП-000 на глибину 50 см через 7-8 м в напрямку горизонталей	Культивування КПС-4 на глибину 6-8 см перед посівом; сівба сівалкою СЗП-3,6	Боронування після сходів ЗОР-0,7
6	Озима пшениця	Лущення БГ-3А на глибину 5-6 см; внесення мінеральних добрив;	Передпосівна культивування КПС-4 в агрегаті з БЗСС-1,0 на глибину 6-7	Пізно восени щілювання ЩП-000 на глибину 50 см через 7-8 м в напрямку



		плоскорізний обробіток ґрунту КПГ-250 в агрегаті з БІГ-3А і ЗКШ-6 на глибину 20-22 см або мілкий обробіток КПЕ-3,8 на глибину 8-10 см	см; сівба сівалкою СЗ-3, або СЗП-3,6 на глибину 6-7 см	горизонталей; весняне підживлення мінеральними добривами з літака Ан-2 або сівалкою СУК-24
7	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	Обробіток БІГ-3А; внесення мінеральних добрив; культивація КПЕ-3,8 на 8-10 см; плоскорізний обробіток КПГ-250, КПГ-2-150 або КПГ-2,2 на глибину 20-22 см; восени щільювання зябу ЩП-000 або ЩН-2-140 через 5-7 м на глибину 50 см	Весняне боронування зябу БІГ-3А; передпосівна культивація КПЕ-3,8 в агрегаті з БЗСС-1,0 або КПС-4 в агрегаті з БЗСС-1,0 на глибину 6-7 см; сівба ячменю на глибину 5-6 см та трав на глибину 2-3 см сівалкою СЗТ-3,6	Післяпосівне коткування ЗКН-2,8 в агрегаті з ЗОР-0,7

Таблиця Д.11. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій ґрунтозахисній сівозміні Лісостепу України (варіант ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1-3	Багаторічні трави	—	—	На другий та третій роки використання щільювання ЩРП-3-70 або ЩН-2-140 пізно осінню на глибину до 50 см через 7-8 м по лініях горизонталей; весною боронування СГ-21+БЗТС-1,0, або ЗБР-24 по діагоналі до основного напрямку схилу

4	Озима пшениця	Лущення БДВП-6,3 в двох напрямках на глибину 5-6 см; обробіток АКШ-5,6, АКШ-3,6 на глибину до 20 см	Передпосівна культивуація АМО-7,2, АКГ-6 на глибину 6-7 см сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 або Солітер-9, солітер-12	Пізно осінню щільвання посівів ЩРП-3-70 або ЩН-2-140 на глибину 50 см через 7-8 м в напрямку горизонталей; весною боронування СГ-21+БЗТС-1,0, або ЗБР-24; при розрідженому травостої підсів ячменю або ярої пшениці, при необхідності позакореневе підживлення МВД-900, або прикореневе СЗП-3,6 (СЗ-3,6)
5	Горох	Дискування і лушення ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив МВД-900 та ін., закладка їх боролами ДМТ-6, БДВП-6,3 на глибину 10-12 см; обробіток ПНН-6 або ПЩН-3,5 на глибину 22-25 см; на схилах крутістю більше 1° щільвання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток КПС-8П на глибину 6-8 см, сівба сівалками СЗ-10,8, СЗ-5,4, «Клен»-6 із внесенням добрив	Прикочування посівів АМО-7,2, АКГ-6; обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000
6	Озима пшениця	Розпушування ґрунту боролами БІГ-3А або дисковими луцильниками ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; обробіток АКШ-5,6; АКШ-3,6 на схилах крутістю більше 1° щільвання ЩП-3-70 на глибину до 50 см через 8-10 м	Культивуація КПС-8П на глибину 6-8 см; сівба сівалками СЗ-10,8; СЗ-5,4, «Клен»-6 або сівалками Сиріус-9, АПП-6, або СТС-6, або АГД-18,35	Ранньовесняне боронування ЗБР-24, обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000

7	Ячмінь з підсівом багаторічних трав	Дискування ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; розпушування ґрунту плоскорізними знаряддями АКШ-5,6, АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; на схилах крутістю більше 1° щільовання зябу ЩН-2-140 або ЩП-3-70 на глибину до 60 см через 4-6 м	Передпосівний обробіток АМО-7,2 або АКГ-6 на глибину 4-6 см; сівба сівалками СЗТ-3,6 або Сиріус 9, АГД-18,35 одночасно із внесенням добрив	Прикочування посівів ЗКШ-6 при необхідності після дискових сівалок і захист посівів від хвороб і бур'янів ОПШ-2000
---	-------------------------------------	---	--	--

Таблиця Д.12. Ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Полісся України (перероблено з [Рекомендації..., 1984])

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Люпин на силос	Луцнення стерні БІГ-3А на 6-8 см; внесення мінеральних добрив, РУМ-8, 1РМГ-4; розпушення КПГ-2,2 в агрегаті з БІГ-3А на глибину 18-20 см; щільовання на 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняна культивуація КПЕ-3,8, КПС-4 або КПН-3 на 10-12 см; культивуація КПС-4, КПН-3 в агрегаті з БЗСС-1,0 на 4-5 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6	Обприскування ґрунту гербіцидами до посіву або до появи сходів
2	Озиме жито	Луцнення стерні ЛДГ-10, ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив; розпушення КПГ-250, КПГ-2,2 на глибину 18-20 см	1-2 культивуації КПС-4 з боронуванням на глибину 5-7 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6	Передзимове щільовання ЩН-2-140, ЩП-000 на глибину 50-60 см через 6-8 м; весняне підживлення

3	Картопля	Лущення стерні БІГ-3А, ЛДГ-15 на 6-8 см; внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив; культивація КПЕ-3,8 на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням БІГ-3А; внесення гербіцидів; розпушення КПП-250, КПП-2,2 на 20-22 см; передзимове щілювання на 50-60 см через 4-6 м	Весняне закриття вологи БІГ-3А або БЗТС-1,0; внесення органічних добрив ПРТ-10, ПРН-4, КСО-9; загортання органічних добрив БДТ-7; внесення мінеральних азотних добрив; культивація КПС-4 на 10-12 см; посадка	Двократне допосівне боронування БСН-2,8; двократне розпушення КОН-2,8; обприскування проти хвороб та шкідників; окучування
4	Овес+багато-річні трави	Внесення мінеральних добрив; розпушення КПП-250, КПП-2,2 на глибину 18-20 см з одночасним обробітком БІГ-3А; передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩП-000 на глибину 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняна культивація КПС-4 на 10-12 см; внесення азотних мінеральних добрив; культивація КПС-4 на 5-7 см з боронуванням; сівба вівса, підсів трав сівалкою СЗТ-3,6	–
5	Багаторічні трави	–	–	Передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩП-000 на глибину 50-60 см через 8-12 м; весняне підживлення мінеральними добривами; боронування БЗТС-1,0
6	Озима пшениця	Дискування БДТ-7 в два сліди на глибину 8-10 см; розпушення КПП-250, КПП-2,2 на глибину 18-20 см з одночасним обробітком БІГ-3А	Культивація КПС-4 на 10-12 см з боронуванням; культивація КПС-4 на 5-7 см з боронуванням; сівба сівалкою СЗ-3,6 або СЗП-3,6	Передзимове щілювання ЩП-000 на глибину 50-60 см через 6-8 м; весняне підживлення мінеральними добривами; боронування БІГ-3А
7	Льон	Лущення дисковими луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15 на 6-8 см; внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив; культивація КПЕ-3,8 на глибину 10-12 см; розпушення КПП-250, КПП-2,2 на глибину 18-20 см; щілювання на 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування БЗСС-1,0; внесення азотних мінеральних добрив РУМ-5, РУМ-8 та ін.; внесення ґрунтових гербіцидів; культивація УСМК-5,4 на 4-5 см з боронуванням або обробіток РВК-3,6; сівба	Внесення гербіцидів

8	Кукурудза на силос	Лущення стерні ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив; розпушення КПП-250, КПП-2,2 на глибину 23-25 см з одночасним обробітком БІГ-3А; щільювання ЩП-000 на 50-60 см через 4-6 м	Внесення органічних і мінеральних добрив ПРТ-10, РУМ-5, РУМ-8 та ін.; загортання добрив БДТ-7; культивування КПС-4 з боронуванням на глибину 6-8 см; посів сівалкою СПЧ-6	Внесення гербіцидів; міжрядний обробіток КРН-4,2
9	Озиме жито	Лущення стерні ЛДГ-15 на 6-8 см; внесення мінеральних добрив; розпушення КПП-250, КПП-2,2 на 18-20 см	Культивування КПС-4 з боронуванням на 5-7 см; сівба сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6	Передзимове щільювання ЩН-2-140, ЩП-000 на 50-60 см через 6-8 м; весняне підживлення мінеральними добривами

Таблиця Д.13. Грунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур в типовій польовій сівозміні Полісся України (варіант ННЦ „Інститут механізації та електрифікації сільського господарства”)

№ поля	Чергування культур	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	під час догляду за посівами
1	Люпин на силос і сидерати	Лущення ґрунту ЛДГ-10 на 6-8 см; внесення мінеральних добрив МВД-900; розпушення ґрунту АКШ-3,6 на глибину 18-20 см; оранка ПНН-5-40, щільювання ЩН-2-140, ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняна культивування КПЕ-3,8, або КПС-4 на 10-12 см; культивування КПС-4, КПН-3 в агрегаті з БЗСС-1,0 на 4-5 см; сівба сівалками СЗ-5,4, «Клен»-6	Обприскування ґрунту гербіцидами до посіву або до появи сходів
2	Озиме жито	Лущення ґрунту ЛДГ-10, ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення мінеральних добрив МВД-900; розпушення ґрунту АКШ-3,6 на глибину 18-20 см	Обробіток АКГ-6; сівба сівалками СЗ-5,4, «Клен»-6 із внесенням добрив	Передзимове щільювання ЩН-2-140, ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 6-8 м; весняне підживлення; боронування СГ-21+БЗСС-1,0

3	Картопля	Лущення стерні ЛДГ-10 на 6-8 см; внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив МВД-900 культивуація КРЕ-3,8 на глибину 10-12 внесення гербіцидів; обробіток АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 4-6 м	Весняне закриття вологи СГ-21+БЗСС-1,0; внесення органічних і мінеральних добрив ПРТ-11, МВД-900; закладка органічних і мінеральних добрив плугом ПНН-5-40 садіння картоплі	Двократне допосівне боронування БПШ-8; двократне розпушування КОН-2,8; обприскування проти хвороб та шкідників; ОПШ-2000 підгортання
4	Овес+багато-річні трави	Розпушування АКШ-3,6 на глибину 18-20 см; передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняна культивуація КПС-4 на 10-12 см; внесення азотних мінеральних добрив; культивуація КПС-4 на 5-7 см з боронуванням або обробіток РВК-3,6; посів вівса, з підсівом трав сівалкою СЗТ-3,6	—
5	Багаторічні трави	—	—	Передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 8-12 м; весняне підживлення мінеральними добривами; боронування БПШ-8
6	Озима пшениця	Дискування БДВ-6 в два сліди на глибину 8-10 см; розпушування АКШ-3,6 на глибину 18-20 см	Культивуація КПС-8М на 10-12 см з боронуванням; передпосівний обробіток АКГ-6 на 5-7 см; сімба сівалками СЗ-5,4, «Клен-6»	Передзимове щілювання посівів ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 6-8 м; весняне підживлення мінеральними добривами; боронування СГ-21+БЗСС-1,0
7	Льон	Лущення дисковими луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15 на 6-8 см; внесення мінеральних фосфорно-калійних добрив МВД-900; культивуація КРЕ-3,8 на глибину 10-12 см ; внесення гербіцидів; обробіток АКШ-3,6 на глибину 18-20 см; передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩРП-3-70 на глибину 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування СГ-21+БЗСС-1,0; внесення азотних мінеральних добрив МВД-900; обробіток АКГ-6 на 4-5 см сімба сівалками «Клен-6», «Клен-4»	Обробіток посівів пестицидами ОПШ-2000

8	Кукурудза на силос	Лущення ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; внесення органічних добрив ПРТ-11; закладання добрив БДВП-6,3; обробіток АКШ-3,6 на глибину 20-22 см; передзимове щілювання ЩРП-3-70 на 50-60 см через 4-6 м	Ранньовесняне боронування СГ-21+ БЗСС-1,0; обробіток АКГ-6 на глибину 6-8 см; сівба сівалкою СУПН-12А, СУПН-8 із мінеральними добривами	Досходове боронування БПШ-8; внесення гербіцидів ОПШ-2000; міжрядний обробіток при необхідності КРНВ-5,6
9	Озиме жито	Лущення ЛДГ-10, ЛДГ-15 на глибину 6-8 см; обробіток АКШ-6 на 18-20 см	Обробіток АКГ-6 на 5-7 см; сівба сівалками СЗ-5,4, «Клен»-6 із добривами	Передзимове щілювання ЩН-2-140, ЩП-000 на глибину 50-60 см через 6-8 м; весняне підживлення мінеральними добривами; боронування БІГ-3А

## ДОДАТОК Е

### Технологічні операції та технічні засоби механізації обробітку ґрунту

Таблиця Е.1. Технологічні операції та технічні засоби механізації обробітку ґрунту

№ пп.	Операція з обробітку ґрунту	Тип робочого органу	Марки знарядь для тракторів класу			
			0,6;0,9	1,4;2	3	5
1	2	3	4	5	6	7
1	Закриття вологи розпушування на глибину 4-6 см	Зубові	ЗБЗТС-1; БЗСС-1; ЗОР-07; БСО-4А; БВЗ-4; БО-0,7; БСН-4,4; СА-1+БР-1; TUNE NORDIC 5006; ЗБП-0,6А; ЗРГ-15	С-11У+11БЗТС-1; СГ-5+БЗСС-1,0; БНТУ-1; ЗОР-0,7; БСО-4А; БВЗ-5; БВЗ-6; СА-1+БП-3,8; СБ-15+15БР-1; TUNE NORDIC 7206; БЗЛ-0,7	СП-16+16БЗТС-1; (СГ-21Б)БЗСС-1; 3-БНТУ-1; КЗБ-21; БСО-4А; ЗБР-24	ЗПГ-24
2	Культивація на 4-12 см	Голчасті	-	БУК-4; БИГ-3-А	БУК-4; ЗБИГ-3А; БМШ-15; МРШ-16	БМШ-20
		Стрілчасті лапи	КНС-1,6	КШУ-4; КПСН-4Р; КГ-4	КШУ-12; КШУ-8; КШП-8; БП-8; КПН-8,4	КШУ-18; РВК-7,2
		Розпушувальні лапи	-	КЧП-5,4; КШП-3,6; УСМК-5,4; КРД-5,4; КРУ-3,7	КЧП-5,4; КЧП-7,2; КПЗ-9,7; КСР-5	-
		Пружинні робочі органи	КНС-1,7	КПС-4; РВК-3,6; КПЗ-3,6; ГК04-01	2хКПС-4; РВК-5,4	-
3	Ущільнення ґрунту	Кільчасто-шпорові та гладкі котки	ЗККШ-6А 2хСКГ-2;	2х3 ККШ-6А; 3хСКГ-2; КП-6; КПП-6; КВГ-3; ЗККН-8,4	3х3ККШ-6А; КЗК-10; К-10 СП-16+8СКГ-2; КУП-11; КТП-7,8	КП-10 К-10



## Продовження таблиці Е.1.

1	2	3	4	5	6	7
4	Лущення 2-6 см	Сферичні диски без вирізів, лемішні корпуси, лапи бритви	- -	ЛДГ-5; ЛДГ-10  АМО-3,6 ПЛ-4-30 ПЛ-7-35 ПЛ-3-20 ПЛ-3-25	ЛДГ-10; ЛДГ-15; ЛД-10М АМО-7,2 ПЛУ-6-35 ПЛУ-6-30	ЛДГ-20  -
5	Дискування на 6-16 см	Сферичні диски з вирізами	АГ-1,8-20	БДТ-3; БДН-3; БДН-2,5; БДВ-8,5; АГ-2,4-20; БДП-6,3; УДА-2,4-20	БДВП-4,2; БПРР-4,2; АГ-2,7-20; УДА-3,1-20	БВП-6; БД-10Б; БДС-8,4; БПРР-6,6; БДШ-8,2; АГ-3,0-20; УДА-4,5-20
6	Культивація на глибину 12-16 см	Лапи розпушувальні	-	КРНВ-5,6-4; КРНВ-5,6-02; КРНВ-4,2; КРУ-3,7; КПЗ-3,6;	КПЭ-6Н; КПЄ-3,8А; КТС-10-01; КРГ-3,6; КЧН-4; КПЕ-6П	КТС-10-02; 2хКПЄ-3,8 КПЕ-8
		Лапи пружинні	-	-	КГ-2,8; КР-4,5	-
7	Обробіток ґрунту до 16 см	Вирівнювачі, сферичні диски розпушувальні лапи, котки	Європак 3000; АК-3	АКГ-4; АКЧ-5,4; АКШ-3,6-02; Європак 5000; Борекс-МПГ-3,7; КДА-5,0; ККП-3,7	АМО-7,2; АКГ-6; ККП-6,0; ПАН-3; АРФ-2,8; АП-6; Європак 6000; ВПП-5,6; МПГ-01; УНИМАТ 6,6	АКГ-2,9; УНИМАТ 8,4
8	Фрезерування ґрунту на 3-20 см	Ротори з ножами з вертикальною та горизонтальною віссю обертання	ФМН-0,9; ФМН-1,2; КФК-1,4С	КВФ-2,8; КФМ-2,8; КФ-6,1К; КФК-2,8С	КФГ-3,6; АКР-3,6; КВФ-4,2; КФК-4,2	-

## Продовження таблиці Е.1.

1	2	3	4	5	6	7
9	Оранка на 25-30 см	Корпус плуга з полицями різної поверхні	ПН-1-35;	ПН-4-40; ПЛН-3-35; ПНИ-3-40; ПНО-3-35; ППО-4-40	ПЛН-5-35; ПНИ-5-40; ППИ-6-40; ПЛН-4-35; ПНИ-4-40; ПНУ-4-40; ПНЯ-4-42; ПЯ-3-35; ПФН-2; ПНП-5; ППО-5-40	ПН-8-40; ПЛГ-8-40; ПНИ-8-40; ПНЯ-6-42; ППН-4-40; ПНТК-10-35; ПНЛ-8-40; ПП-8-35; ППО-8-40
10	Подрібнення рослинних решток	Роторний робочий орган	NC-105C U COBRA 155	ПР-4,5; KG 402; NC-180; U COBRA 230; SUPER COBRA 250	КРК-9; КВС-10; КГП-8,4; АГШ-8; КГ-8; Агро-3; KG 602; SUPER COBRA 300	КТК-8/3,9; КПН-8 «Вакула» КНК-6,0 «Славутич»
11	Суцільне розпушення без обертання скиби на 25-30 см	Плоско ріжуча лапа	КПП-2,8	КЛД-2,0	ПГ-3-100; ПГ-3-5; КПГ-2,2; ППР-2,5	ПГ-3-5; ГУН-4
12	Смужне розпушення ґрунту на глибину 25-40 см	Розпушувач з долотом або лапкою	-	Razol STS 19 RH	ПЧ-2,5; ПРПВ-5-50; ПРПВ-4-50; ПЩН-2,5; АЧП-2,5; КЧ-750; Razol STS 23 RH	ПЧ-4,5; ПРПВ-8-50; АЧП-4,5
13	Щілювання ґрунту до 40 см	Щілювач (спец. Конструкція)	-	ЩРП-3-70	ПЩН-2,5; ЩРП-3-70; ЩН-2-140; ЩН-4 «Кіндрат»	-

## Продовження таблиці Е.1.

1	2	3	4	5	6	7
14	Глибоке розпушування ґрунту на глибину 50 см	Лапи глибокорозпушувач	RATOON 2	RATOON 4	РВ-80; РПГ-0,6; РУ-45-1; ЯР-70; ГР-2,5; ГР-3,4; ПЛАЙ-ПГ; RATOON 8	РОН-80; ЯР-70; ГР-4,3

## ДОДАТОК Ж

Система протиерозійного обробітку ґрунту в сівозміні на зрошуваних дощуванням схилових землях крутизною до 3°

Таблиця Ж.1. Приблизна система протиерозійного обробітку ґрунту в сівозміні на зрошуваних дощуванням схилових землях крутизною до 3° (перероблено з [Справочник..., 1990])

Номер поля	Чергування культур в сівозміні	Обробіток ґрунту		
		основний	передпосівний	при догляді за посівами
1	Ярий ячмінь на зерно або кукурудза на зелений корм з підсівом багаторічних трав	Розпушення ґрунту після збору попередника із загортанням добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Плоскорізний обробіток на 20-22 см (КПГ-250, ГУН-4, КПГ-2-150, ПГ-3-5) або плоскорізний обробіток на 12-14 см із щілюванням зябу на 50-60 см впоперек схилу (КПШ-9, КПШ-5, КПЕ-3,8А, ОПТ-3-5, ЩП-000, ЩН-2-140)	Закриття вологи навесні БІГ-3А. Внесення (локально) азотних добрив на глибину 10-12 см КРН-4,2. Передпосівна культивуація на глибину 6-8 см вздовж схилу КПС-4 разом з боронуванням. Сівба впоперек схилу на глибину 5-6 см СЗ-3,6 або СЗП-3,6	Коткування посівів ЗККШ-6. Розпушення після збору покрівельної культури впоперек схилу БІГ-3А
2-4	Багаторічні трави	—	—	Розпушення на початку весняно-польових робіт БІГ-3А, до відростання, розпушення долотами КРН-4,2, щілювання на глибину 38-40 см після другого укусу і перед вологозарядковим поливом по горизонталям місцевості

5	Озима пшениця	Розпушення після збирання попередника із загортанням добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Плоскорізний обробіток на 12-14 см ОПТ-3-5. Щілювання на 38-40 см впоперек схилу ЩН-2-140, ЩП-000, ЩП-3-70. Вологозарядковий полив	Закриття вологи БІГ-3А, внесення азотних добрив на глибину 10-12 см локально КРН-4,2. Передпосівна культивация на глибину 6-8 см уздовж схилу КПС-4. Сівба СЗ-3,6 впоперек схилу на 5-6 см	Прикочування посівів ЗККШ-6. Навесні проведення кореневого підживлення сівалкою впоперек схилу.
	Післяжнивна кукурудза на зелений корм	Загортання мінеральних добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Сівба впоперек схилу стерньовою сівалкою СЗС-2,1	—	—
6	Горох на зерно	Розпушення ґрунту після збирання попередника із загортанням добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Плоскорізний обробіток впоперек схилу на глибину 20-22 см (КПГ-250, ГУН-4, КПГ-2-150, ПГ-3-5, КПГ-2,2)	Закриття вологи навесні БІГ-3А. Внесення азотних добрив на глибину 10-12 см локально КРН-4,2. Передпосівна культивация на 6-8 см КПС-4 вздовж схилу. Сівба на 6-7 см впоперек схилу СЗ-3,6	Коткування посівів ЗККШ-6
7	Озима пшениця	Розпушення ґрунту після збирання попередника із загортанням добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Плоскорізний обробіток на 12-14 см КПЕ-3,8А або КПШ-9, КПШ-5, ОПТ-3-5. Щілювання впоперек схилу на 38-40 см ЩП-000, ЩН-2-140, ЩП-3-70. Вологозарядковий полив	Закриття вологи після вологозарядкового поливу БІГ-3А. Внесення азотних добрив на 10-12 см локально КРН-4,2. Передпосівна культивация КПС-4 на 6-8 см вздовж схилу. Посів впоперек схилу на 5-6 см СЗ-3,6 або СЗП-3,6	Коткування посівів ЗККШ-6. Навесні проведення кореневого підживлення впоперек схилу сівалкою
	Післяжнивне просо на зерно	Загортання мінеральних добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Сівба впоперек схилу стерньовою сівалкою СЗС-2,1	—	—

8	Кукурудза на силос	Дискування після збирання попередника на 8-9 см БДТ-7. Плоскорізний обробіток на 12-14 см КПЕ-3,8А або КПШ-9, КПШ-5, ОПТ-3-5. Загортання гною 80-100 т/га і мінеральних добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Плоскорізний обробіток впоперек схилу на 28-30 см КПП-250, КПП-2-150, ПГ-3-5, ГУН-4, або чизелювання ПЧ-4,5	Закриття вологи рано навесні БІГ-3А. Перша культивування впоперек схилу із загортанням добрив на 10-12 см, друга – передпосівна вздовж схилу на 8-10 см одночасно з боронуванням. Сівба впоперек схилу СКП-4	Прикочування посівів ЗККШ-6. До- і післясходове боронування, дві-три міжрядні культивування Обробіток впоперек схилу з передполивною нарізкою борізн-щілей на 32-35 см
9	Озима пшениця	Розпушення ґрунту після збирання попередника із загортанням добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Плоскорізний обробіток на глибину 12-14 см КПЕ-3,8А, КПШ-9, КПШ-5, ОПТ-3-5. Щілювання на 38-40 см впоперек схилу ЩН-2-140, ЩП-000, ЩП-3-70. Вологозарядковий полив.	Закриття вологи після вологозарядкового поливу БІГ-3А. Внесення азотних добрив на глибину 10-12 см локально КРН- 4,2. Передпосівна культивування КПС-4 вздовж схилу на глибину 6-8 см одночасно з боронуванням. Сівба впоперек схилу на глибину 5-6 см СЗ-3,6 або СЗП-3,6	Коткування посівів ЗККШ-6. Навесні проведення кореневого підживлення впоперек схилу сівалкою СЗ-3,6
	Післяжнивна багатокомпонентна суміш на зелений корм	Загортання мінеральних добрив важкою дисковою бороною БДТ-7. Сівба впоперек схилу стерньювою сівалкою СЗС-2,1	–	–

## ДОДАТОК К

### Підсистема ґрунтоводоохоронних заходів оптимізації агроландшафту схилів

Таблиця К.1. Підсистема ґрунтоводоохоронних заходів оптимізації агроландшафтів схилів

<i>Модель агроландшафту</i>	<i>Агроекологічна група земель (АЕГЗ), інтенсивність використання</i>	<i>Крутизна схилів і ступінь змитості ґрунтів</i>	<i>Сівозміни</i>	<i>Спеціальні протиерозійні заходи</i>	<i>Організація території</i>	<i>Лісомеліорація</i>	<i>Гідротехнічні заходи</i>
1	I АЕГЗ, інтенсивне використання	До 2°, незмиті, слабозмиті ґрунти	Польові, богарні і зрошувані	Інтенсивні технології	Прямолінійно-контурна	Полезахисні лісові смуги	
2	II АЕГЗ, помірне використання	2-3°, слабозмиті	Польові, кормові (без кормового та цукрового буряку)	Те ж + глибокий обробіток із збереженням рослинних решток (безполицевий, безполицевий, чизельний), смугове	Контурно-паралельна	Водорегулюючі дворядні	Виположення улоговин, вали-канави в лісових смугах
3	III АЕП, обмежене використання	3-4°, слабо- і середньозмиті	Ґрунтозахисні з багаторічними травами до 50-75%	Те ж + стокорегулюючі заходи: щільовання, кротування, радіальне щільовання з кротуванням в улоговинах	Контурно-паралельна	Водорегулюючі дворядні	Виположення улоговин і ярів, вали-канави в лісових смугах і між ними
4	IV АЕГЗ, дуже обмежене використання	4-7°, середньо- і сильнозмиті	„Консервація”, виведення з ріллі	Залуження	Контурно-паралельна	Водорегулюючі дворядні	Те ж + водовідводячі вали в улоговинах

5	V АЕГЗ, нерозорані землі	>7°, сильнозмиті	Сіножатє-пасовищні, постійне залуження	Поверхнєве і докорінне поліпшення, щілювання	Контурна	Водорегулюючі прибалкові, залісення	Виположення і засипка ярів, вали з широким фундаментом, вали-канави в лісових смугах
---	--------------------------	------------------	--	--	----------	-------------------------------------	--



## ЛІТЕРАТУРА

- Агроландшафтні основи запобігання утворенню мочаристих ґрунтів / За ред. В.О. Белоліпського.- Луганськ: Світлиця, 2008.- 80 с.*
- Агрехимическая характеристика почв СССР. Украинская ССР / Под ред. В.В. Соколова, Н.К. Крупского.- М.: Наука, 1973.- 343 с.*
- Андронников В.Л. Аэрокосмические методы изучения почв.- М.: Колос, 1979.- 280 с.*
- Атлас почв Украинской ССР / Под ред. Н.К. Крупского, Н.И. Полупана. – К.: Урожай, 1979. – 156 с.*
- Афанасьева Т.В. Использование аэрометодов при картировании и исследовании почв.- М.: Изд-во МГУ, 1965.- 159 с.*
- Ачасов А.Б. Використання дистанційних методів для дослідження ґрунтів: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук.- Х., 1998.- 20 с.*
- Ачасов А.Б., Трускавецький С.Р. Деякі аспекти картографування чорноземів з використанням матеріалів космічного зондування / Науковий вісник НАУ.- 2003.- Вип. 67.- С. 203-210.*
- Ачасов А.Б., Бідолах Д.І. Коригування результатів спектрального аналізу матеріалів дистанційної зйомки ґрунту з використанням цифрової фотокамери // Науковий вісник НАУ.- 2006.- №102.- С. 230-235.*
- Балян Г.А., Раменский Л.Г. О простейших способах учета смыва почв и определения их защебенности // Почвоведение.- 1954.- №2.- С. 75-81.*
- Бастраков Г.В. Эрозионная прочность почвенного покрова и оценка противоэрозионной устойчивости территории // Современные аспекты изучения эрозионных процессов.- Новосибирск, 1980.- С. 33-39.*
- Белолипский В.А. Прикладные подходы к ландшафтному земледелию в Степи Украины // Аграрная наука. – 1998. – №4. – С. 15-19.*
- Белолипский В.А. Экологические подходы формирования функциональных моделей почвоводоохранных агроландшафтов // Вісник аграрної науки.- 1998.- №1.- С. 28-34.*

*Белоліпський В.О.* Теоретичне обґрунтування і шляхи ґрунтоводоохоронної оптимізації агроландшафтів в зоні Степу України. Автореф. дис. ... д-ра с.-г. наук.- К., 2006.- 43 с.

*Белоліпський В.А., Шелякин, Зубов А.Р.* Ливневый сток и его регулирование // Земледелие.- 1987.- №7.- С. 28-31.

*Белоліпський В.А., Будник С.В.* Основы создания эрозионно-экологически устойчивых агроландшафтов / Вісник аграрної науки.- 1994.- №3.- С. 18-26.

*Белоліпський В.О., Белослудцева В.М.* Прогнозування і методологія використання еродованих ґрунтів: ґрунтоводоохоронна стратегія // Зб. наукових праць Луганського нац. аграрного ун-ту.- Луганськ, 2006.- №61/84.- С. 64-66.

*Бельгибаев М.Е.* К определению глубины выдувания почв / Материалы научной конференции молодых биологов г. Алма-аты.- Алма-ата, 1970.- С. 48-50.

*Бельгибаев М.Е.* Определение глубины выдувания почв по их опесчаненности / Рациональное использование и охрана природных ресурсов Северного и Центрального Казахстана.- Алма-ата: Кайнар, 1981.- С. 31-33.

*Бельгибаев М.Е.* Методы определения глубины выдувания почв / Методы изучения дефляции и охрана почв.- Алма-Ата: Кайнар, 1986.- С. 43-63.

*Бельгибаев М.Е., Федорович Б.А.* Процессы аккумуляции дефлируемых почв // Проблемы освоения пустынь.- 1972.- №6.- С. 44-49.

*Берлянт А.М.* Картографический метод исследования.- М.: Изд-во МГУ, 1978.- 257 с.

*Бефани Н.Ф., Калинин Г.П.* Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам.- Л.: Гидрометеиздат, 1965.- 439 с.

*Бідолах Д.І.* Геоінформаційне картографування ґрунтів неконтактними методами на прикладі лівобережної низинної провінції Лісостепу України: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук.- К., 2008.- 20 с.

*Борсук О.А., Спасская И.И., Тимофеев Д.А.* Вопросы динамической геоморфологии / Геоморфология. Том 5. (Итоги науки ВИНТИ АН СССР).- М., 1977.- 150 с.

- Бочаров А.П.* О способности стерни защищать почву от ветровой эрозии.- Вестник с.-х. науки.- 1962.- №11.
- Бочаров А.П.* Приборы и их применение в исследовании ветровой эрозии почв.- Алма-ата: Кайнар, 1972.- 96 с.
- Булыгин С.Ю.* Прогноз эрозии почв для целей проектирования почвозащитно устроенных агроландшафтов в Лесостепи и Северной Степи Левобережной Украины.- Х.: УНИИПА, 1988.- 41 с.
- Булигін С.Ю.* Формування екологічно сталих агроландшафтів.- К.: Урожай, 2005.- 300 с.
- Булыгин С.Ю., Неаринг М.А.* Формирование экологически сбалансированных агроландшафтов: проблема эрозии.- Х.: Эней, 1999.- 272 с.
- Булигін С.Ю., Можейко Г.О., Тімченко Д.О.* Деякі аспекти використання аерофотометричних методів для оцінки ресурсів ґрунтового покриву / Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 54.- К.: Урожай, 1992.- С. 80-86.
- Булыгин С.Ю., Неаринг М.А., Ачасов А.Б.* Возможности использования дистанционного зондирования при определении эрозионной стойкости почв / Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 61.- К.: Аграрна наука, 2001.- С. 139-145.
- Булигін С.Ю., Думін Ю.В., Куценко М.В.* Оцінка географічного середовища та оптимізація землекористування. – Харків: Світло зі сходу, 2002.- 168 с.
- Булигін С.Ю., Тімченко Д.О., Ачасов А.Б., Терновой Р.В., Котова М.М.* Верифікація WEPP - моделі ерозії ґрунтів // Вісник аграрної науки. -2004. -№ 2.- С. 54-56.
- Бураков В.И.* Неровности поверхности почвы как фактор ветровой эрозии / Эрозия почв и использование земли. Вып. 2.- Ульяновск: УГПИ, 1976.- С. 49-53.
- Бураков В.И.* Количественная характеристика деятельной поверхности как источника формирования пыльных бурь // Географическое исследование процессов эрозии.- Ульяновск, 1981.- С. 36-44.
- Бураков В.И.* Принципы и рабочие этапы агроландшафтного проектирования // Физ. география и геоморфология.- 1989.- Вып. 36.- С. 50-56.

*Бураков В.И.* Формирование и осуществление агроландшафтной земельной политики государства / Экология и охрана почв засушливых территорий Казахстана: Тез. докл.- Алма-Ата, 1991.- С. 141-142.

*Бураков В.И.* Ґрунтозахисно-меліоративне впорядкування агроландшафту як основоположний етап культурного агроландшафтогенезу (дисертація на здобуття наукового ступеня доктора географічних наук).- Харків, 1997.- 446 с.

*Бураков В.И., Никитенко В.П.* Опыт проектирования агроландшафтной реорганизации территории // Агрохімія і ґрунтознавство.- 1994.- Вип. 57.- С. 73-79.

*Вешко Е.І., Самойлов В.М.* Зимові пилові бурі 1969 року в Донецькій області / Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 18.- К: Урожай, 1971.- С. 28-37.

*Вешко Е. І., Бураков В. І.* Вплив грудкуватості чорнозему звичайного на його максимальне видування / Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 24.- К: Урожай, 1973.- С. 29-33.

*Виноградов Б.В.* Аэрокосмический мониторинг гумусового состояния почв // Почвоведение.- 1988.- № 4.- С. 38-48.

*Вказівки по боротьбі з ерозією ґрунтів.-* К., 1960.- 19 с.

*Волобуев В.Р.* Введение в энергетику почвообразования.- М.: Наука, 1974.- 128 с.

*Волощук М.Д., Петров Ю.П.* Ликвидация микроложбин на склонах // Земледелие.- 1986.- С.31-33.

*Воробьёв С.А., Буров Д.И., Туликов А.М.* Земледелие.- М: Колос, 1977.- 480 с.

*Воробьёв С.А., Каштанов А.Н., Лысаков А.М., Макаров И.П.* Земледелие / Под ред. Воробьева С.А.- М.: Агропромиздат, 1991.- 527 с.

*Гаель А.Г., Смирнова Л.Ф.* Ветровая эрозия лёгких почв каштаново-чернозёмной зоны СССР // Вестник МГУ (сер. биол. и почвовед.).- 1960.- №2.- С. 51-62.

*Герасименко В.П.* Инструкция по измерению смыва почвы на сельскохозяйственных угодьях.- Курск, 1989.- 14 с.

*Гічка М.М.* Сезонні особливості радіолокаційного зондування агрофізичних властивостей ґрунтів / *Агрохімія і ґрунтознавство*. Вип. 66.- Харків: ННЦ „ІГА ім. О. Н. Соколовського”, 2005.- С. 59-66.

*Гічка М.М.* Радіолокаційне зондування агрофізичних властивостей ґрунтів // *Вісник ХНАУ*.- 2005.- № 1.-С. 65-69.

*Гічка М.М.* Дистанційне зондування в системі моніторингу ґрунтів України // *Вісник аграрної науки*.- 2005.- №12.- С.72-75.

*Гічка М.М.* Наукове обґрунтування використання методів дистанційного зондування в моніторингу ґрунтів: Автореф. дис. ... канд. с.-г. наук.- Х., 2007.- 22 с.

*Гічка М.М.* Використання радіолокаційного методу в моніторингу агрофізичних показників ґрунтів / *Проблеми моніторингу ґрунтів і сучасні технології відтворення їх родючості* / *Збірник наукових праць*.- Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2007.- Випуск 15.- Т. 1- С. 90-94.

*Гічка М.М., Трускавецький С.Р., Биндич Т.Ю.* Визначення грубизни ґрунтового профілю георадарним методом / *Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 50-річчю з дня створення Інституту ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського* // *Сучасний стан ґрунтового покриву України та шляхи забезпечення його сталого розвитку на початку 21 століття*.- Харків: ННЦ ІГА, 2006.- С. 36-37.

*Гічка М.М., Трускавецький С.Р., Биндич Т.Ю., Орленко О.А.* Дослідження можливостей георадарної зйомки щодо визначення глибини гумусованого профілю чорноземів / *Агрохімія і ґрунтознавство*. Вип. 67.- Харків: ННЦ „ІГА ім. О. Н. Соколовського”, 2007.- С. 18-24.

*Гічка М.М., Тімченко Д.О.* Визначення показників вітроерозійної стійкості ґрунтів радіолокаційним методом // *Вісник аграрної науки*.- 2008.- №6.- С. 18-21.

*Гічка М.М., Тімченко Д.О.* Можливості методів дистанційного зондування для визначення показників протидефляційної стійкості ґрунту / *Агрохімія і*

грунтознавство. Вип. 68.- Харків: ННЦ „ІГА ім. О. Н. Соколовського”, 2008.- С. 142-149.

*Гладун Г.Б., Трофименко М.Є., Лохматов М.А.* /За редакцією Г.Б.Гладуна/ Захисні лісові насадження: проектування, вирощування, впорядкування.- Х.: Нове слово, 2005.- 390 с.

*Гладун Г.Б., Гладун Ю.Г.* Наукові основи підвищення ефективності полезахисного лісорозведення Лівобережного Лісостепу // Збірник статей учасників міжнародної науково-практичної конференції „Лісове та мисливське господарство: сучасний стан та перспективи розвитку” (27-29 листопада 2007 р. м. Житомир). - Т.ІІ., Житомир: ПП „Рута”, 2007.- С. 33-36.

*Гладун Г.Б.* Теорія та принципи формування просторової геометрії сучасних агролісоландшафтів // Науковий вісник НАУ, Вип. 96, Лісівництво. К.: НАУ, 2006.- С. 230-239.

*Гладун Г.Б.* Значення захисних лісових насаджень для забезпечення сталого розвитку агроландшафтів // Науковий вісник: Екологізація економіки як інструмент сталого розвитку в умовах конкурентного середовища.- Львів: УкрДЛТУ. – 2005, вип. 15.7. – С.113-118.

*Годулян И.С.* Рациональные севообороты – основа высокого урожая.- Днепропетровск: Промінь, 1972.- 160 с.

*Гордієнко В.П., Малієнко А.М., Грабак Н.Х.* Прогресивні системи обробітку ґрунту.- Сімферополь, 1998.- 267 с.

*Григорьев В.Я., Краснов С.А., Кузнецов М.С.* и др. Прогнозирование и предупреждение эрозии при орошении.- М.: Изд-во МГУ, 1992.- 206 с.

*Гудзон Н.* Охрана почвы и борьба с эрозией.- М.: Колос, 1974.- 304 с.

*Гуссак В.Г.* Эродированность почв, пути исследования и некоторые связанные с ней проблемы: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук.- Ташкент, 1959.- 35 с.

*Девдариани А.С.* Измерение перемещений земной поверхности.- М.: Наука, 1964.- 244 с.

*Джамаль В.А., Медведев К.В., Шелякин Н.М.* Контурное земледелие на склонах Украины // Вестник с.-х. науки.- 1985.- №3.- С. 38-42.

*Джос А.Н., Белолипский В.А., Милехин П.А.* и др. Программа освоения эколого-ландшафтной системы земледелия в Луганской области на период до 2010 г.- Луганск, 2000.- 56 с.

*Довідник агронома* / За ред. Л.Л. Зіневича.- Київ: Урожай, 1985.- 672 с.

*Довідник з агролісомеліорації* / За ред. П.С. Пастернака, вид. 2, К.: Урожай, 1988.- 286 с.

*Долгилевич М.И.* К методике измерения глубины выдувания почв // Почвоведение.- 1958.- №8.

*Долгилевич М.Й.* Захист ґрунтів від вітрової ерозії на Україні.- Львів: Вид-во ЛДУ, 1967.- 123 с.

*Долгилевич М.И., Карасев Г.М., Штода Г.А.* Ветровая эрозия почв на Украине и борьба с ней / Повышение плодородия эродированных почв: Научные труды, том VI, УНИИП.- К., 1963.

*Долгилевич М.И., Сидорчук И.Ф.* Экспериментальные исследования некоторых аэродинамических свойств почв степной зоны Украины // Почвоведение.- 1968.- №6.- С. 52-62.

*Дубинский Г.П., Бураков В.И.* Почвозащитное устройство агроландшафта.- Харьков: Вища школа, 1985.- 216 с.

*Заславский М.Н.* Эрозия почв.- М.: Мысль, 1979.-245 с.

*Заславский М.Н.* Эрозиоведение. Основы противозерозионного земледелия.- М.: Высшая школа, 1987.- 376 с.

*Заславский М.Н., Каишанов А.Н.* Почвозащитное земледелие.- М.: Россельхозиздат, 1979.- 199 с.

*Захаров П.С.* Пыльные бури.- Ленинград: Гидрометеиздат, 1965.- 164 с.

*Захист ґрунтів від ерозії* / За ред. В.А. Джамалія і М.М. Шелякіна.- К.: Урожай, 1986.- 240 с.

*Зборищук Ю.Н.* Дистанционные методы инвентаризации и мониторинга почвенного покрова.- М.: Изд-во МГУ, 1992.- 86 с.

*Звонков В.В.* Водная и ветровая эрозия земли.- М.: Изд-во АН СССР, 1962.- 175 с.

*Земельні ресурси України / За ред. В.В. Медведєва, Т.М. Лактіонової. – К.: Аграрна наука, 1998.- 150 с.*

*Зональные рекомендации по защите почв от ветровой и водной эрозии на юге Украины.-Х., 1969.- 55 с.*

*Зубов О.Р. Принципы размещения противоэрозионных гидротехнических сооружений на пашне//Мелиорация и водное хозяйство.- 1991.- №8.- С. 29-32.*

*Зубов О.Р. Спосіб боротьби з водною ерозією ґрунтів на схилах з улоговинами. Патент України № 30243А.- Бюл. № 6-ІІ, 15.11.2000119.*

*Зубов О.Р. Теоретичні та прикладні основи формування систем ґрунтоохоронних заходів постійної дії в агроландшафтах (на прикладі східної частини України): Автореф. дис... докт. с.-г. наук.- Х., 2001.- 32 с.*

*Игошин Н.И. Методика оценки и картографирование гидрометеорологических факторов ливневого смыва почв.- Одесса: ОГУ им. И.И. Мечникова, 1984.- 50 с.*

*Извеков А.С., Рыбалкин П.Н. Ветровая эрозия почв.- М.: Колос, 1975.- 112 с.*

*Инструкция по определению расчетных гидрологических характеристик при проектировании противоэрозионных мероприятий на Европейской территории СССР.- Л.: Гидрометеиздат, 1979.- 49 с.*

*Калинин М.И. Лесные мелиорации в условиях эрозионного рельефа.- Львов.: Вища школа, 1982.- 279 с.*

*Караванова Е.И., Сорокина Н.П., Куделина Е.А. Спектральная отражательная способность эродированных серых лесных почв Среднерусской возвышенности // Почвоведение.- 1998.- № 1.- С. 186-192.*

*Картографування ерозійно небезпечних ґрунтів за допомогою космічної зйомки: методичні рекомендації.- Харків: Вид-во „13 типографія”, 2005.- 44 с.*

*Кашистанов А.Н., Заславский М.Н. Почвоводоохранное земледелие.- М.: Россельхозиздат, 1984.- 462 с.*

*Кашистанов А.Н., Лисецкий Ф.Н., Швобс Г.И. Основы ландшафтного земледелия.- М.: Колос, 1994.- 128 с.*



- Кириченко П.Д.* Определение ветроустойчивости почв по ветропрочности их структурных агрегатов на лабораторной аэродинамической установке / Защита почв от ветровой эрозии.- М.: Типография ВАСХНИЛ, 1979.- С. 45-51.
- Кириченко П.Д., Климов А.Д., Грин Я.С.* и др. Аэродинамическая установка для моделирования и изучения ветровой эрозии почв / Защита почв от ветровой эрозии.- М.: Типография ВАСХНИЛ, 1979.- С. 30-44.
- Киселёв А.Н.* Ветровая эрозия и методы борьбы с ней // Вестник сельскохозяйственной науки (Алма-ата).- 1958.- №3.- С. 56-64.
- Козменко А.С.* Заиление речных водохранилищ и борьба с ним.- М.: Сельхозгиз, 1959.- 168 с.
- Константинов А.Р.* Погода, почва и урожай озимой пшеницы.- Л.: Гидрометиздат, 1978.- 263 с.
- Константинов И.С.* Защита почв от эрозии при интенсивном земледелии.- Кишинев: Штиинца, 1987.- 240 с.
- Концепція охорони ґрунтів від ерозії в Україні.*- Х., 2008.- 60 с.
- Копистинський М.М.* Протиерозійні гідротехнічні споруди.-К.: Урожай, 1988.- 176 с.
- Кочкин М.А., Донюшкин В.И.* К методике изучения эродированных почв // Почвоведение.- 1963.- №12.
- Кравцова В.И.* Космические методы исследования почв.- М.: Аспект Пресс, 2005.- 190 с.
- Кривов В.М.* Еколого безпечне землекористування Лісостепу України. Проблема охорони ґрунтів.- К.: Урожай, 2006.- 304 с.
- Кузнецов М.С.* Противоэрозионная стойкость почв.- М.: Изд-во МГУ, 1981.- 136 с.
- Куценко М.В., Червоний В.М.* Ґрунтозахисна оптимізація структури сільськогосподарських угідь / Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 68.- Харків: ННЦ „ІГА ім. О. Н. Соколовського”, 2008.- С. 150-153.
- Лавровский А.Б., Игуменцев А.Ф., Анисимов С.В., Щеголева Л.Г.* К вопросу построения модели стока и смыва почвы при ливневой эрозии //

Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях.- М.: Изд-во МГУ, 1987.- С. 89-90.

*Лазаренко П.И.* Севооборот и функционирование агроценоза.- Днепропетровск: Пороги, 1996.- 116 с.

*Лебідь Є.М., Андрусенко І.І., Пабат І.А.* Сівозміни при інтенсивному землеробстві.- Київ: Урожай, 1992.- 224 с.

*Лебідь Є.М., Бойко П.І.* Структура посівних площ і сівозміни в умовах недостатнього зволоження.- Пропозиція.- № 7.- 2000.

*Лебідь Є.М., Десятник Л.М.* Сівозміни зони Степу // Сівозміни у землеробстві України.- Методичні рекомендації (Міністерство аграрної політики УААН, Інститут зернового господарства). Київ, Наукова думка, 2002.

*Лисецкий Ф.Н.* Закономерности формирования гумусового горизонта зональных почв Русской равнины // Агрохимия и почвоведение, 1990, вып.53, с. 3-7.

*Литвин Л.Ф.* Эрозионно-аккумулятивные процессы в микроруслах на склонах // Геоморфология.- 1981.- №2.- С. 63-68.

*Ломакин М.М.* Мульчирующая обработка почвы на склонах.- М.: Агропромиздат, 1988.- 184 с.

*Мальцев Т.С.* Система безотвального земледелия.- М.: Агропромиздат, 1988.- 128 с.

*Медведєв В.В., Лактіонова Т.М., Почепцова Л.Г., Ламар Р.* Інноваційні тенденції в обробітку ґрунтів (за результатами Міжнародного проекту “Оцінка і розповсюдження знань про сталє землеробство”) / Агрохімія і ґрунтознавство. – Харків, 2006.- С. 79-97.

*Методики і нормативи* обліку прояву і небезпеки ерозії.- Х., 2000.- 64 с.

*Методические рекомендации* по защите почв от эрозии в колхозах и совхозах Харьковской области.- Х., 1977.- 48 с.

*Методические рекомендации* по проектированию комплекса противоэрозионных мероприятий для территории УССР.- Ворошиловград, 1982.- 36 с.

*Методические рекомендации по проектированию комплексов противоэрозионных мероприятий на расчетной основе.*- Курск, 1985.- 167 с.

*Методические рекомендации по применению материалов аэрофотосъемок для исследования и расчёта характеристик водной эрозии почв.*- Л.: Гидрометеиздат, 1986.- 110 с.

*Методические рекомендации по прогнозированию возможного проявления ветровой эрозии почв в Степи УССР.*- Х.: УНИИПА, 1987.- 35 с.

*Методические указания по проектированию водозадерживающих валов и инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям.*- К., 1968.- 86 с.

*Методические указания по размещению полевых защитных лесных полос в районах с активной ветровой эрозией.*- М., 1984.- 59 с.

*Методические указания по проектированию противоэрозионной организации территории при внутрихозяйственном землеустройстве в зонах проявления водной эрозии.*- М.: Госагропром СССР, 1989.- 79 с.

*Методические указания по определению потенциального стока с элементарных водосборов и проектированию почвоводоохранных мероприятий при контурно-мелиоративном земледелии.*- Луганск, 1990.- 35 с.

*Методические указания по проектированию почвозащитной системы земледелия с контурно-мелиоративной организацией территории в разных ландшафтных зонах республики Беларусь.*- Минск, 1997.- 44 с.

*Методологічні засади формування системи охорони земель сільськогосподарського призначення від ерозії і дефляції: Звіт про НДР (проміжний) / ННЦ „Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського”.*- № ДР 0101U006042.- Харків, 2002.- 64 с.

*Методы изучения дефляции и охрана почв:* Сб. науч. тр.- Алма-Ата: Кайнар, 1986.- 160 с.

*Милосердов Н.М., Антонюк В.Г., Титова В.Г.* Защита полей от пыльных бурь.- Симферополь: Таврия, 1978.- 80 с.

*Мирихулава Ц.Е.* Инженерные методы расчета и прогноза водной эрозии.- М.: Колос, 1970.- 240 с.

- Мицхулава Ц.Е.* Водная эрозия почв (механизм, прогноз).- Тбилиси: Мецниереба, 2000.- 422 с.
- Можейко Г. А.* Лесо-аграрные ландшафты Южной и Сухой Степи Украины.- Х.: Эней, 2000.- 312 с.
- Можейко Г.А., Семякин В.А.* Влияние полевых защитных лесных полос и способа обработки на урожай сельскохозяйственных культур на юге УССР / Лесоводство и агролесомелиорация, Вып. 69.- К.: Урожай, 1984.- С. 23-28.
- Можейко Г.А., Семякин В.А.* Ветровая эрозия почв в УССР и способы борьбы с ней / Агрохимия и почвоведение.- К.: Урожай, 1989.- С. 84-88.
- Можейко Г.А., Тимченко Д.О.* О почвозащитных агроландшафтах Южной и Сухой Степи УССР / Тезисы докладов Всес. научн.-практ. конф. „Почвозащитное земледелие с контурно-мелиоративной организации земледелия в степной зоне Украины”.- Луганск, 1991.- С. 25-27.
- Моргун Ф.Т.* Обработка почвы и урожай.- М.: Колос, 1977.- 272 с.
- Моргун Ф.Т., Шикун Н.К., Тарарико А.Г.* Почвозащитное земледелие.- К.: Урожай, 1983.- 240 с.
- Моргун Ф.Т., Шикун Н.К.* Почвозащитное бесплужное земледелие. – М.: Колос, 1984. – 279 с.
- Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України /* Редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін.- К.: Логос, 2004.- 776 с.
- Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і Західного регіону України /* Редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін.- К.: Урожай, 2004.- 559 с.
- Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України /* Редкол.: М.В. Зубець (голова) та ін.- К.: Аграрна наука, 2004.- 844 с.
- Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства /* За ред. акад. УААН О.Г. Тараріко, чл.-кор. УААН М.Г. Лобаса.-К., 1998.
- Обробіток ґрунту в системі інтенсивного землеробства /* За ред. В.М. Крутя.- К.: Урожай, 1986.-136 с.

*Определение податливости почв к ветровой эрозии при крупномасштабных эрозионных обследованиях в степной зоне УССР: Методические рекомендации.- Харьков: УНИИПА, 1980.- 14 с.*

*Основные положения по борьбе с водной и ветровой эрозией почв.- М.: Сельхозиздат, 1962.- 72 с.*

*Пабат І.А. Грунтозахисна система землеробства.- К.: Урожай, 1992.- 160 с.*

*Павловский Е.С., Зыков И.Г. Агролесомелиоративная защита почв от эрозии и комплексное освоение овражно-балочных систем // Вестник с.-х. науки.- 1984.- № 12.- С. 41-49.*

*Пащенко В.Ф., Буденный Ю.В., Шевченко Н.В. Способы основной обработки почвы под посев озимой пшеницы.- Техніка АПК.- Науково-технічний журнал.- 36-7.- 1999.- С. 48-49.*

*Письменный О.В. Зміна протидефляційних властивостей чорноземів південних та темно-каштанових ґрунтів внаслідок пилової бурі 23-24 березня 2007 року / Проблеми моніторингу ґрунтів і сучасні технології відтворення їх родючості / Збірник наукових праць.- Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2007.- Випуск 15.- Т. 1- С. 104-106.*

*Полупан М.І., Соловей В.Б., Кисіль В.І., Величко В.І. Визначник еколого-генетичного статусу та родючості ґрунтів України.- Київ: Колобіг, 2005.- 304 с.*  
*Почвоведение / Под ред. И. С. Кауричева.- М.: Колос, 1975.- 496 с.*

*Почвозащитное земледелие / Под ред. А.И. Бараева. – М.: Колос, 1975.- 302 с.*

*Почвоохранное земледелие на склонах / Сост. Л.Я. Мильчевская.- К.: Урожай, 1988.- 128 с.*

*Почвы Украины и повышение их плодородия / Под ред. Н.И. Полупана.- К.: Урожай, 1988. – Т. 1.- 291 с.*

*Почвы Украины и повышение их плодородия / Под ред. Б.С. Носко, В.В. Медведева, Р.С. Трускавецкого, Г.Я. Чесняка.- К.: Урожай, 1988.- Т. 2.- 177 с.*

*Правила рубок главного пользования и лесовосстановительных рубок в равнинных лесах Украинской ССР.- К.: Минлесхоз УССР, 1980.- 20 с.*

*Правила рубок* главного пользования и лесовосстановительных рубок в горных лесах Карпат Украинской ССР.- К.: Минлесхоз УССР, 1983.- 22 с.

*Правила технической эксплуатации* противозерозионных гидротехнических сооружений (для условий Украинской ССР).- К., 1976.- 135 с.

*Предварительные требования* к проектированию в УССР территориальной структуры экспериментальных образцов почвозащитно устроенного агроландшафта на землях и почвах, не требующих специальных мелиораций.- Х., 1988.- 67 с.

*Природа Українських Карпат* / За ред. К.І. Геренчука.- Львів: Вид-во ЛДУ, 1968.- 267 с.

*Прогноз возможных потерь почвы* от ветровой эрозии в степной зоне Украины: Методические указания.- Х.: ИПА УААН, 1993.- 83 с.

*Прокопенко С.С.* Оценка среднего годового весеннего смыва почвы для территории Добрянской оросительной системы // Комплекс первоочередных и перспективных научных и практических задач по мелиоративным мероприятиям на юге Украины.- Херсон, 1986.- С. 70-71.

*Пыльные бури* на Украине в январе-феврале месяцах 1969 г. (предварительный отчет).- Х.: УНИИПА, 1969.- 92с.

*Ревут И.Б., Масленкова Г.Л., Романов И.А.* Химические способы воздействия на испарение и эрозию почвы.- Ленинград: Гидрометеиздат, 1973.- 152 с.

*Региональные системы* противозерозионных мероприятий.- М.: Мысль, 1972.- 544 с.

*Рекомендации по борьбе с ветровой и водной эрозией почв.*- М.: Колос, 1964.- 36 с.

*Рекомендации по проведению* противозерозионных мероприятий в колхозах и совхозах Донбасса на основе материалов крупномасштабного почвенного обследования.- Донецк: Донбасс, 1964.- 52 с.

*Рекомендації по боротьбі з ерозією ґрунтів.*- К.: Урожай, 1967.- 60 с.

*Рекомендации по защите почв от ветровой и водной эрозии* в степной зоне Украины.- К.: Урожай, 1970.- 52 с.

*Рекомендации по защите почв от водной и ветровой эрозии в Донецкой области.*- Донецк: Донбасс, 1975.- 61 с.

*Рекомендації по захисту ґрунтів від ерозії в господарствах Харківської області.*- Х., 2002.- 32 с.

*Рекомендации по почвозащитному земледелию на склоновых землях Украинской ССР.*- М.: Колос, 1984.- 58 с.

*Рижиков Д.П., Васильев М.П., Коваленко А.П., Зуза О.Г.* Безполицевий обробіток ґрунту під озиму пшеницю як захід боротьби з вітровою ерозією / Агрохімія і ґрунтознавство. Вип. 24.- К: Урожай, 1973.- С. 37-41.

*Родючість ґрунтів: моніторинг та управління / За ред. В.В. Медведєва.*- К.: Урожай, 1992.- 248 с.

*Ромащенко М.І., Савчук Д.П.* Водні стихії. Карпатські повені. Статистика, причини, регулювання.- К.: Аграрна думка, 2002.- 304 с.

*Сазонов И.Н., Штофель М.А., Пилипенко А.И.* Система заходів проти ерозії ґрунту.- К.: Вища школа, 1984.- 248 с.

*Сайко В.Ф., Малієнко А.М.* Системи обробітку ґрунту в Україні.- К.: ВД "ЕКМО", 2007.- 44 с.

*Светличный А.А.* Рельефные условия склонового водно-эрозионного процесса и вопросы их моделирования // География и природные ресурсы.- 1991.- №4.- С. 123-131.

*Світличний О.О.* Кількісна оцінка характеристик схилового ерозійного процесу і питання оптимізації використання ерозійно-небезпечних земель: Автореф. дис. ... докт. геогр. наук.- Одеса, 1995.- 47 с.

*Светличный А.А.* Принципы совершенствования эмпирических моделей смыва // Почвоведение.- 1999.- №8.- С. 1015-1023.

*Светличный А.А., Швобс Г.И.* Оценка противоэрозионной эффективности почвозащитных мероприятий // Почвоведение.- 1984.- № 7.- С. 114-121.

*Светличный А.А., Швобс Г.И., Плотницький С.В.* и др. Проблемы оценки и пространственного моделирования характеристик противоэрозионных свойств Лесостепи // Наук. праці УкрНДГМІ.- 2002.- Вип. 250.- С. 162-178.

*Светличный А.А., Черный С.Г., Швец Г.И.* Эрозиоведение: теоретические и прикладные аспекты. - Сумы: Университетская книга, 2004.- 410 с.

*Світличний О.О., Чорний С.Г.* Основи ерозієзнавства.- Суми: Університетська книга, 2007.- 266 с.

*Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області.-* Дніпропетровськ: ІЗГ УААН, 2005.- 431 с.

*Скородумов А.С.* Эродированные почвы и продуктивность сельскохозяйственных культур.- К.: Урожай, 1973.-270 с.

*Сластухин В.В.* Вопросы мелиорации склонов Молдавии.- Кишинев: Картя Молдовеняске, 1964.- 212 с.

*Смирнова Л.Ф.* Ветровая эрозия почв.- Москва: Изд-во МГУ, 1985.- 136 с.

*Соболев С.С.* К методике исследования процессов дефляции // Природа.- 1945.- №1.

*Соболев С.С.* Защита почв от эрозии и повышение их плодородия.- М.: Сельхозиздат, 1961.

*Справочник по почвозащитному земледелию /* Под ред. И.Н. Безручко, Л.Я. Мильчевской.- К.: Урожай, 1990.- 280 с.

*Срибный И.К.* Исследование и усовершенствование инженерных методов расчёта водозадерживающих валов в системе противоэрозионных гидротехнических мероприятий: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук.- Ровно, 1975.- 28 с.

*Срібний І.К., Вергунов В.А.* Визначення змиву ґрунту зі схилів // Вісник аграрної науки.- 1993.- №7.- С. 42-46.

*Стадник А.П.* Мелиоративная напряженность территории как критерий при оптимизации агроландшафтов // Тез. докл. Всесоюзн. науч.-техн. конф. “Почвозащитное земледелие с контурно-мелиоративной организацией территории в степной зоне”.- Луганск, 1990.- Том 1.- С. 12-13.

*Стадник А.П.* Лісомеліоративне районування України як ландшафтно-екологічна основа для створення загальнодержавної оптимізованої системи



захисних лісових насаджень // Лісівництво і агролісомеліорація.- Харків, 2004.- Вип. 106.- С. 137-149.

*Сурмач Г.П.* Водная эрозия и борьба с ней.- Л.: Гидрометеиздат, 1976.- 255 с.

*Сурмач Г.П.* Рельефообразование, формирование лесостепи, современная эрозия, и противоэрозионные мероприятия.- Волгоград, 1992.- 175 с.

*Сухановский Ю.П.* Методы моделирования эрозионных процессов и основы формирования противоэрозионных комплексов: Автореф. дис...докт. с.-х. наук.- Курск: ВНИИЗЗПЭ, 2000.- 47 с.

*Сучасна система обробітку ґрунту в польових сівозмінах господарств Харківської області: Рекомендації.-* За ред. Ю.В.Будьонного. (Попов С.І., Турчинов О.Є., Будьонний Ю.В., Кудря С.І., Шевченко М.В., Тарасенко Г.О. та ін.).- Харків, 2004.- 34 с.

*Сучасні ресурсозберігаючі ґрунтозахисні технології вирощування зернових культур в господарствах Харківської області на 2006-2010 роки: Рекомендації //* Войтов І.М., Кодацький Д.В., Євтушенко М.Д., Будьонний Ю.В., Пащенко В.Ф., Свиридов А.М., Попов С.І., Кудря С.І., Кудря Н.А., Синявін В.Д., Шевченко М.В., Кириченко В.В., Костромітін В.М., Тимчук В.М., Сало О.С., Цехмейструк М.Г.- Харків, 2006.- 28 с.

*Сформувані теоретичні засади розробки системи охорони земель сільськогосподарського призначення від ерозії і дефляції: Звіт про НДР (проміжний) /* ННЦ „Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського”.- № ДР 0101U006042.- Харків, 2001.- 70 с.

*Тараріко А.Г.* Агроэкологические основы почвозащитного земледелия.- К.: Урожай, 1990.- 184 с.

*Тараріко О.Г., Вергунов В.В.* Ґрунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства.-К., 1999.

*Тараріко О.Г., Москаленко В.М.* Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. -К.:Фітосоціоцентр, 2002.

*Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Волошин В.І., Бушуєв Е.І., Паршина О.І., Греков В.О.* Використання космічних технологій в агропромисловому комплексі України // Вісник аграрної науки.- 2007.- № 7.- С. 5-9.

*Технологічні карти і витрати на вирощування зернових культур в умовах східного регіону України.* – Навчальний посібник // За ред. Ю.В. Будьонного, М.Д. Євтушенка, В.Ф. Пащенко та ін.- Харків, ХНАУ, 2005.- 377 с.

*Технологія відтворення родючості ґрунтів у сучасних умовах/* За ред. С.М. Рижука та В.В. Медведєва.- Харків: Друкарня № 13, 2003.- 214 с.

*Тимченко Д.О.* Основные параметры ветроэрозионной устойчивости почв Левобережной Степи УССР как основа конструирования почвозащитных технологий (диссертация на соискание учёной степени кандидата сельскохозяйственных наук).- Харьков, 1987.- 184 с.

*Тимченко Д.О., Діденко В.І.* Спосіб контурно-смугового обробітку ґрунту // Деклараційний патент на винахід. UA № 69229.2004.-Бюл. №8.- 6 с.

*Ткаченко В.Г.* Контурно-мелиоративное земледелие: Методические рекомендации.- Новосибирск, 1982.- 85 с.

*Толчельников Ю.С.* Эрозия и дефляция почв. Способы борьбы с ними.- М.: Агропромиздат, 1990.- 158 с.

*Трускавецький С.Р.* Використання багатоспектрального космічного сканування та геоінформаційних систем у дослідженні ґрунтового покриву Полісся України: Автореф. дис. ... канд. біол. наук.- Х., 2006.- 22 с.

*Трускавецький С.Р., Биндич Т.Ю., Гічка М.М., Чічоткіна О.А., Загородня Л.О.* Використання дистанційного зондування та геоінформаційних систем при дослідженні ерозійно небезпечних ґрунтів / Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції „Сучасні технології управління екологічною та інформаційною безпекою територій”.- Київ-Харків-Крим, 2005.- С. 64-70.

*Федотов В.С.* Ливневая эрозия почв и лесомелиоративные меры борьбы с ней в Молдавии.- Кишинев: Штиинца, 1980.- 135 с.

*Фурдичко О.І., Тараріко О.Г., Сиротенко О.В., Чернін В.М., Волошин В.І., Бушуєв Е.І., Греков В.О.* Моніторинг та прогнозування стану агроресурсів засобами космічного зондування // Вісник аграрної науки.- 2006.- №8.- С. 15-20.

*Циков В.С.* Состояние и перспективы развития системы обработки почвы (обзор-исследования-опыт).- Днепропетровск: ООО “ЭНЭМ”, 2008.- 168 с.

*Червяков В.А.* Определение скорости роста оврагов при помощи аэрофотоснимков // Вестник МГУ.- 1963.- № 1.- С. 23-27.

*Чернышев А.А.* Проектирование, устройство и эксплуатация водозадерживающих и водорегулирующих валов.- К.: Урожай, 1968.- 36 с.

*Чорний С.Г.* Схиліві зрошувані агроландшафти: ерозія, ґрунтоутворення, раціональне використання.- Херсон: Борисфен, 1996.- 170 с.

*Чорний С.Г.* Оцінка допустимої норми ерозії для ґрунтів Степу України // Український географічний журнал, 1999, №4, с. 18-22.

*Чорний пар / Г.Р. Пікуш, А.Я. Гетманець, Є.М. Лебідь, І.А. Пабат.* – К.: Урожай, 1992.- 168 с.

*Шатохін А.В.* Досвід використання сучасних методів дистанційного зондування при дослідженнях ґрунтів / Вісник аграрної науки південного регіону. Вип. 1.- Одеса: СМІЛ, 2000.- 320 с.

*Шатохин А.В., Ачасов А.Б.* Картографирование тёмно-серых лесных почв Украины по данным полевой спектрофотометрии // Почвоведение.-2001.- № 2.- С. 159-167.

*Шатохин А.В., Лындин М.А.* Сопряжённое изучение чернозёмов Донбасса наземными и дистанционными методами // Почвоведение.- 2001.- № 9.- С. 1037-1044.

*Швебс Г.И.* Формирование водной эрозии, стока наносов и их оценка.- Л.: Гидрометеиздат, 1974.- 184 с.

*Швебс Г.И.* Теоретические основы эрозиоведения.- Киев-Одесса: Вища школа, 1981.- 224 с.

*Швебс Г.И.* Контурное земледелие. - Одесса: Маяк, 1985.- 55 с.

*Швебс Г.И., Светличный А.А., Чорный С.Г.* Противоэрозионная стойкость почв юга УССР и её изменение под влиянием орошения // Почвоведение.- 1988.- №1.- С. 94-100.

*Швебс Г.И., Светличный А.А., Чорный С.Г.* Гидрометеорологические условия формирования ливневой эрозии почв // Деп. в ГНТБ Украины 24.02.93, № 261.- Ук. 93.

*Швебс Г.И., Светличный А.А., Еришов С.А., Кирток В.С., Лисецкий Ф.Н., Прокопенко С.С.* Компьютерная система оптимизации использования эрозионно- и дефляционно-опасных земель Украинского Причерноморья // Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы.- Херсон, 1993.- С. 51-52.

*Шевченко М.В.* Системи обробітку ґрунту. – Землеробство (випуск 80). – К.: ВД „Екмо”, 2008. – С. 33-39.

*Шелякин Н.М.* Простейшие гидротехнические сооружения // Почвоохранное земледелие на склонах. К.: Урожай, 1988. С. 84-93.

*Шелякин Н.М., Зубов А.Р.* Использование гидротехнических средств усиления водорегулирующих лесных полос и кротования для увлажнения склоновых земель Донбасса // Бюл. ВНИИАЛМИ. Вып. 2/ 34. Волгоград, 1984.-С. 47-48.

*Шелякин Н.М., Белолипский В.А., Головченко И.Н.* Контурно-мелиоративное земледелие на склонах.- К.: Урожай, 1990.- 168 с.

*Шелякин Н.М., Белолипский В.А.* Методика оптимизации площади и структуры посевных площадей в ландшафтных системах земледелия и порядок их внедрения // Вестник с.-х. науки.- 1994.- №9.- С. 32-39.

*Шелякин Н.М., Шелякина Т.П.* Формирование эрозионно-устойчивых агроландшафтов в условиях паевания земли // Вісник ХНАУ.- 2002.- №1.- С. 75-79.

*Шикула Н.К.* Борьба с эрозией и земледелие на склонах.- Донецк: Донбасс, 1968.- 124 с.

*Шикула Н.К., Назаренко Г.В.* Минимальная обработка чернозёмов и воспроизводство их плодородия.- М.: Агропромиздат, 1990.- 320 с.

*Шикла М.К., Антонец С.С. та ін.* Відтворення родючості ґрунтів в ґрунтозахисному землеробстві.- К.: Оранта, 1998.- 680 с.

*Шиятый Е.И.* Эродированность южных карбонатных черноземов в зависимости от шероховатости поверхности почвы.- Алма-ата: Вестник с.-х. науки.- 1965.- №12.- С. 27-31.

*Шутко А.М.* СВЧ-радиометрия водной поверхности и почвогрунтов.- М.: Наука, 1986.- 190 с.

*Эрозии – заслон.* Справочник.- Донецк: Донбасс, 1979.- 248 с.

*Эрозионные процессы* (Географическая наука практике) / Под ред. Н.И. Маккавеева, Р.С. Чалова.- М.: Мысль, 1984.- 256 с.

*Юхновський В.Ю.* Лісоаграрні ландшафти рівнинної України: оптимізація, нормативи, екологічні аспекти. – К.: Інститут аграрної економіки, 2003.- 273 с.

*Якимова И.В.* Количественная оценка рельефа при картировании эрозионно-опасных земель: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук.- М., 1988.- 22 с.

*Яцевич С.Е., Ефимов В.Б., Цымбал В.Н., Ачасов А.Б., Шатохин А.В.* Исследования земельных ресурсов по материалам многочастотной радиолокационной съёмки // Космічна наука і технологія.- 1999.- Т. 5.- № 2/3.- С. 34-40.

*Baez-Gonzalez A.D., Kiniry J.R., Maas S.J., Tiscareno L.M., Macias C.J., Mendoza J.L., Richardson C.W., Salinas G.J., Manjarrez J.R.* Large-Area Maize Yield Forecasting Using Leaf Area Index Based Yield Model // Agronomy journal.- 2005.- Vol. 97.- March-April.- P. 418-425.

*Bielek P.* Soils and soil degradation in the Slovak Republic // E.S.S.C Newsletter.- 1999.- № 3-4.- P. 3-30.

*Dubois P., Zyl J., Engman T.* Measuring soil moisture with imaging radars // IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing.- 1995.- Vol. 33.- № 4.- P. 915-926.

*Elliot, W.J., Liebenow, A.M., Laflen, J.M., Kohl, K.D.* 1989. A compendium of soil erodibility data from WEPP cropland soil field erodibility experiments 1987-88. NSERL Report 3. The Ohio State University/USDA-Agricultural Research Service, West Lafayette, IN.

*Ellison, W. D.* 1944. Studies of raindrop erosion // *Agricultural Engineering*, 25, p. 131-136.

*Ellison, W. D.* 1947. Soil Erosion Studies - Part II. Soil Detachment Hazard by Raindrop Splash // *Agricultural Engineering*, 28, p. 197-201.

*Elwadie M. E., Pierce F. J., Qi J.* Remote Sensing of Canopy Dynamics and Biophysical Variables Estimation of Corn in Michigan // *Agronomy journal*.- 2005.- Vol. 97.- January–February.- P. 99-105.

*Flanagan, D.C., M.A. Nearing (eds.)*. 1995. USDA-Water Erosion Prediction project: Hillslope profile and watershed model documentation. NSERL Report No. 10. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN 47097-1196.

*Gish T.J., Dulaney W.P., Kung K.-J.S., Daughtry C.S.T., Doolittle J.A., Miller P.T.* Evaluating use of ground-penetrating radar for identifying subsurface flow pathways // *Soil sci. soc. am. j.*- 2002.- Vol. 66.- SEPTEMBER-OCTOBER.- P. 1620-1629.

*Hagen L.J., Skidmore E.L., Saleh A.* Wind erosion: prediction of aggregate abrasion coefficients // *Transactions of the ASAE*.- 1992.-Vol.35(6).- November-December.- P. 1847-1850.

[Http://TerraWeb.wr.usgs.gov/projects/](http://TerraWeb.wr.usgs.gov/projects/).

*Huisman J.A., Hubbard S.S., Redman J.D., Annan A.P.* Measuring soil water content with ground penetrating radar: a review // *Vadose zone j.*- 2003.- Vol. 2.- November.- P. 476-491.

*Huisman J.A., Snepvangers J.J.J.C., Bouten W., Heuvelink G.B.M.* Monitoring temporal development of spatial soil water content variation: comparison of ground penetrating radar and time domain reflectometry // *Vadose zone j.*- 2003.- Vol. 2.- November.- P. 519-529.

*Kaufman Y.J., Tanre D.* Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-MODIS // *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*.- 1992.- Vol. 30.- № 2.- March.- P. 261-270.

*Klisch A., Borg E., Dech S.* Remote sensing as an important source for physically based soil erosion modeling / Multidisciplinary approaches to soil conservation strategies.- Munchenberg, 2001.- P. 33-38.

*Kulemin G.P.* Millimeter wave radar targets and clutter.- Boston-London: Artech House, 2003.- 327 p.

*Laften J.M., Elliot W.J., Flanagan D.C., Meyer C.R., Nearing M.A.* WEPP-predicting water erosion using a process-based model // Journal of soil and water conservation.- 1997.- March-April.- P. 96-102.

*Mirzamostafa N., Hagen L.J., Stone L.R., Skidmore E.L.* Soil aggregate and texture effects on suspension components from wind erosion // Soil Sci. Soc. Am. J.- 1998.- Vol. 62.- September-October.- P. 1351-1361.

*Morgan P.C., Quinton J.N., Smith R.E., Govers G., Poesen J.W.A., Auerswald K., Chisci, G., Torri, D., Styczen, M.E., Folly, A.J.V.* 2001. The European soil erosion model (EUROSEM). Part 1. Documentation Silsoe College, Cranfield University.

*Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Smith, R.E., Govers, G., Poesen, J. W. A., Auerswald, K., Chisci, G., Torri, D., Styczen, M.* 1998. The European Soil Erosion Model (EUROSEM): a dynamic approach for predicting sediment transport from fields and small catchments. Earth Surf. Processes 23, pp. 527-544.

*Nizeymana E., Petersen G.W.* Remote sensing applications to soil degradation assessments / Methods for assessment of soil degradation / edited by R. Low, W.H. Blum, C. Valentine, B.A. Stewart.- Boca Raton-New York: CRC Press, 1998.- P. 393-405.

*Okin G.S., Gillette D.A.* Modeling wind erosion and dust emission on vegetated surfaces / Spatial modeling of the terrestrial environment.- Hoboken: John Wiley&Sons, 2004.- P. 137-156.

*Palmer R.S.* 1963. The influence of thin water layer on water drop impact forces // Int. Assoc. Sci. Hydrol. Publ., 68, p. 141-148.

*Palmer M. J., Furby S. L, Wallace J. F.* Mapping Wind Erosion in the South Stirlings / A report from the LWRRDC project Detecting and Monitoring Changes in Land Condition Through Time using Remotely Sensed Data, June, 1994.

- Preuschen G.* Die Krise des Bodens // Wiss. Umwelt.- 1984.- № 3.- S. 196-201.
- Preuschen G.* Mutter Erde soll wieder leben // Naturschutz heute.- 1985.- 17, № 5.- S. 4-9.
- Preuschen G.* Soil compaction, soil erosion and their redress // Environ. Challenges and Solutions Agr. Eng.- Aas, 1991.- P. 114-118.
- Preuschen G.* Landnutzung und Abfluss aus ganzheitlicher Sicht // Dtsch. Gewasserk. Mitt.- 1992.- 36, № 2.- S. 61-67.
- Salomonson V.V., Appel I.* Estimating fractional snow cover from MODIS using the normalized difference snow index // Remote sensing of environment.- 2004.- Vol. 89.- P. 351-360.
- Shi J., Wang J., Hsu A., O'Neill P., Engman E.* Estimation of bare surface soil moisture and surface roughness parameter using L-band SAR image data // IEEE Trans. Geoscience and Remote Sensing.- 1997.-Vol. 35.- № 5.-P. 1254-1266.
- Smith, R.E., Quinton, J.N.* 2000. Dynamics and scale in simulating erosion by water. p. 283-294. In J. Schmidt (ed.) Soil erosion – Application of physically based models. Springer–Verlag, Berlin, Germany.
- Tewari S., Kulhavy J., Rock B.N., Hadas P.* Remote monitoring of forest response to changed soil moisture regime due to river regulation // Journal of forest science.- 2003.- Vol. 49.- № 9.- P. 429-438.
- The Wind Erosion Prediction System: User manual draft USDA-ARS / Wind Erosion Research Unit, Manhattan, Kansas, USA, February, 2006.*
- Wagner L.E.* An overview of the Wind Erosion Prediction System / Contribution from USDA-ARS in cooperation with Kansas Ag. Exp. Station, Contribution No. 96-205-A.
- Walker J.P., Houser P.R., Willgoose G.R.* Active microwave remote sensing for soil moisture measurement: a field evaluation using ERS-2 // Hydrol. Process.- 2004.- Vol. 18.- P. 1975-1997.
- Yang C.-M., Chen R.-K.* Modeling Rice Growth with Hyperspectral Reflectance Data // Crop Science.- 2004.- VOL. 44.- July-August.- P. 1283-1290.



*Zarco-Tejada P. J., Ustin S. L., Whiting M. L.* Temporal and Spatial Relationships between Within-Field Yield Variability in Cotton and High-Spatial Hyperspectral Remote Sensing Imagery // *Agronomy journal.*- 2005.- Vol.97.-№3.- P. 641-653.

Наукове видання

**Наукові та прикладні основи захисту ґрунтів від ерозії в Україні**

Монографія

(Українською мовою)