

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Л.Ю. Божко

**АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ ОСНОВИ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МЕЛІОРАЦІЙ**

Конспект лекцій

Одеса

ББК 40.6

Б 70

УДК 631.6

Друкується за рішенням Вченої ради Одеського державного екологічного університету (протокол № _ від _ 200_ року)

Божко Л.Ю.

Агрометеорологічні основи сільськогосподарських меліорацій:
Конспект лекцій. - Одеса: Вид-во _____, 2007. - _____ стор.

У конспекті лекцій викладено основні положення агрометеорологічного обґрунтування сільськогосподарських меліорацій. Наводяться загальні відомості про: споживання води рослинами, методи розрахунку потреб рослин у воді, закономірності витрат води із різних сільськогосподарських угідь, види та способи сільськогосподарських меліорацій, вплив різних видів сільськогосподарських меліорацій на формування продуктивності рослин і ін.

Конспект лекцій призначений для студентів напряму навчання «Гідрометеорологія», спеціальності «Агрометеорологія».

@ Одеський державний
екологічний університет, 2007

Передмова

Для розвитку виробничої діяльності людини в сільському господарстві, для ефективного використання земельних угідь, одержання високих і сталих врожаїв сільськогосподарських культур необхідна наявність цілого комплексу умов: соціально-економічних, кліматичних, ґрунтових, гідрогеологічних та інших.

На жаль не на всій території України спостерігається наявність цих комплексів у повній мірі. Більшість орних земель з родючими ґрунтами розташована в лісостеповій та степовій зонах, де достатньо тепла та світла для розвитку рослин але не достає вологи. У північних та північно-західних областях України вологи достатньо, в деяких районах спостерігається заболочення, але не достає тепла.

Степові райони досить посушливі і отримання урожаїв сільськогосподарських культур цілком залежить від умов вологозабезпеченості. Тому, практично по всій території України необхідні заходи по покращенню умов вирощування сільськогосподарських культур. Головним заходом покращення умов вирощування є меліорація земель.

Меліоративні заходи дозволяють змінювати природні умови територій, збільшувати площі земель, придатних для вирощування сільськогосподарських культур та підвищення їх продуктивності.

Мета сільськогосподарських меліорацій в купі з агротехнічними заходами - це підвищення родючості ґрунтів шляхом створення необхідного режиму зволоження, повітряного, теплового режимів та режиму живлення. Сільськогосподарські меліорації виступають як управляюча меліоруюча діяльність людини для підтримки антропогенних систем у рівноважному стані

Проведення меліоративних заходів потребує вивчення біологічних особливостей рослин та споживання ними води у різні фази розвитку при різних кліматичних умовах, особливостей пересування вологи у ґрунтах різного механічного складу і ін. Вивчення цих питань необхідне для того, щоб точніше регулювати параметри екосистем, враховувати взаємовплив біосферних процесів, не допускати прискорення кругообігу води та питомих речовин, розвитку ерозійних процесів, заболочування ґрунтів, дефляції, змивання ґрунту та надходження добрив у водоймища, річки, озера та моря. Роль сільськогосподарських меліорацій полягає не тільки в створенні оптимальних умов для вирощування сільськогосподарських культур, але і в створенні умов збереження рвiноваги режиму біосферних процесів.

При організації меліорацій також слід пам'ятати про те, що вони змінюють природні умови, умови розвитку сільськогосподарських культур

(грунтові та мікрокліматичні) і дуже сильно впливають на вимоги рослин до навколишнього середовища.

Меліоративні заходи у країнах СНД отримали широкий розвиток наприкінці минулого століття. Серед різних видів меліорацій найбільше поширення отримало зрошення. Трохи менше – осушування земель і інші види меліоративних заходів.

У програмі дисципліни “Агрометеорологічні основи сільськогосподарських меліорацій” передбачено ознайомлення слухачів з історичним розвитком та задачами сільськогосподарських меліорацій, біологічними особливостями споживання води рослинами, основними видами меліорацій та їх значенням у народному господарстві.

Для складання конспекту лекцій використані праці: А.Ф. Лебедева, В.В. Докучаєва, А.А. Ізмаїльського, П.А. Костичева, Г.Н. Висоцького, П.С. Косовича, А.А. Роде, О.М.Алпатьєва, С.М. Багрова, О.М.Костякова, О.Р. Костянтинова, В.П.Кучерявого, Л.О. Разумової, С.О. Веріго, С.І. Харченко, О.М. Шульгіна, Н.Я. Гаркуші, Н.С. Фролова та ін.

Автор висловлює вдячність професору А.М. Польовому за поради та співробітництво, асистенту О.А. Барсукові за допомогу при оформленні рукопису та завідувачці редакційного відділу О.Д. Соколенко за корисні поради.

У конспекті лекцій використані ілюстрації з різних літературних джерел, які подані у списку літератури.

Вступ

Меліораціями називають заходи, які направлені на поліпшення природних умов сільськогосподарського виробництва. До них відносяться: штучне зрошення, осушування, обводнення, полезахисне лісорозведення, укріплення пісків та ярів, очищення полів та луків від каміння, груддя, планування місцевості, будова терас на схилах та ін.

Меліоративні заходи у сільському господарстві застосовуються здавна. Особливого розвитку вони досягли за останні 20 років минулого століття.

В цілому сільськогосподарські меліорації можна розділити на дві групи:

1 – меліорації для створення та регулювання необхідного водного, теплового та питомого режимів сільськогосподарських угідь. Ця група в свою чергу поділяється на - снігові, фітомеліорації, зрошувальні та осушувальні меліорації.

2 – меліорації для боротьби з ерозією та сповзанням ґрунту.

В основі обох груп сільськогосподарських меліорацій лежить зміна природних гідрологічних, ґрунтових та інших умов території, на якій проводиться той чи інший вид меліорації.

Перед будь-яким видом сільськогосподарських меліорацій стоїть головна задача – поліпшити водний режим земель і пов'язаних з ним харчового, повітряного та теплового режимів ґрунтів, а також їх кліматичних і гідрологічних умов. Поліпшення водного режиму досягається двома шляхами – поповненням нестачі вологи та усуненням її надлишків.

Поповнення нестачі вологи досягається:

1 – підвищенням використання природних водних ресурсів шляхом зменшення коефіцієнтів стоку, затримки стоку, створення та підтримання грудкуватої структури ґрунту;

2 – збільшенням запасів продуктивної вологи шляхом накопичення природних ресурсів вологи (зяблева оранка, обробіток поперек схилів, снігова меліорація і ін.) та шляхом зрошення;

3 – скороченням зайвих витрат води шляхом зменшення випаровування з поверхні ґрунту та зменшення транспірації.

Усунення надлишків вологи в ґрунті досягається:

1 – збільшенням проникливості повітря в ґрунт шляхом збільшення грудкуватої структури;

2 – зменшенням надходжень води на будь яку площу шляхом зменшення притоків з інших площ;

3 – зменшенням вмісту води в ґрунті шляхом штучного відведення.

Територія України ділиться на три природно-кліматичних зони: Полісся, Лісостеп, Степ. Степ у свою чергу ділиться на Північний Степ та Південний Степ.

Полісся знаходиться в зоні надмірного зволоження. Воно займає північ України і розділяється долиною Дніпра на правобережне та лівобережне.

Лісостепова зона України майже співпадає із зоною нестійкого зволоження.

Степ України – це зона недостатнього зволоження.

У кожній із зон розвивались різні види меліорації. У лісовій зоні, де переважають заболочені землі (52 %) та болота (16,4 %), розвивались та продовжують розвиватись осушувальні меліорації.

У лісостеповій зоні заболочені ґрунти та болота розташовані в основному в *плавнях* рік. Тут також розвиваються осушувальні меліорації. На більшості території лівобережжя лісостепової зони спостерігаються роки з достатнім зволоженням та роки з посушливими умовами, особливо літнього періоду. Тому в окремі роки тут може застосовуватись зрошення. Але основними засобами поповнення вологи у ґрунті є агротехнічні заходи, а також фітомеліорація, лісомеліорація та ін.

У областях Північного Степу та деяких областях Лісостепу України переважає зрошення невеликих ділянок, для яких використовується вода з ставків, річок та штучних водоймищ.

У степовій зоні – зоні недостатнього зволоження - найбільший розвиток отримали зрошення та обводнення степів. Із сільськогосподарських районів України найбільш посушливий Степ між Дніпром та Азовським морем, включно із степовою зоною Криму, де річки влітку пересихають. Тому найбільші площі зрошувальних земель розташовані в областях Південного Степу.

Загальна площа зрошувальних земель в Україні складає біля 600 тис.га.

Розвиток меліорацій в Україні. Зрошувальні та осушувальні меліорації почали розвиватись на початку дев'ятнадцятого століття.

До кінця минулого століття були побудовані великі осушувальні системи на площі до 1100 тис. га. Найбільша меліоративна система Ірпенська збудована в 1954 році. Нині осушувальні системи двосторонньої дії будуються у плавнях рік Верещиці, Супоя та ін. У Нижньодніпровських плавнях найбільші меліоративні системи розташовані у Запорізькій області.

Велике господарське значення має також осушування лісів. На разі осушення лісів здійснено на площі біля 46 тис. га.

Рівнинність території, жаркий клімат з м'якими зимами створюють у степовій зоні України сприятливі умови для вирощування зернових

культур. Але у степових районах головною задачею хліборобів є боротьба з посухами та суховіями.

Сильні неврожаї у минулому столітті спонукали розвиток зрошувального землеробства. Найбільші масиви зрошуваних земель розташовані в АР Крим, Запорізькій, Херсонській, Миколаївській та Одеській областях. Найбільша зрошувана система на Україні - Кам'яний Под – розташована у Запорізькій області. Крім того, діють також Краснознаменська зрошувально-обводненська, Інгuleцька, Татарбунарська, Бортничська зрошувальні системи.

Для зрошення полів АР Крим використовуються зрошувальні системи - Тайганська, Альминська, Качинська, Салгірська та Північно – Кримський канал.

Основною задачею меліораторів України є забезпечення всіх маловодних районів достатньою кількістю води для отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур та водопостачання господарств.

В різних районах України мають значення і інші види меліорацій: боротьба з ерозією ґрунтів, закріплення пісків, агролісомеліорації. На правобережжі Дніпра у межах Придніпровської та Волино-Подільської височин біля 40 % всіх земель розташовано на схилах, де ґрунти легко змиваються. В результаті змиву збільшується кількість балок, юрів, урвищ, занедбаних земель, зменшуються урожаї сільськогосподарських культур. Кількість зруйнованих земель в Україні становить більше 400 тис. га. За даними Центрального статистичного управління найбільший розвиток ерозійні процеси одержали у Черкській (20 % орної землі), Хмельницькій та Харківській областях (по 9 –10 %), Чернівецькій (більше 8 %).

Боротьба з водною ерозією проводиться технічними та меліоративними заходами, серед яких перше місце займають фітомеліорація, лісомеліорація та побудова гідротехнічних споруд.

В Україні в степових областях також досить розповсюджена вітрова ерозія. Пилові буревії спостерігаються один раз у два роки. Для боротьби з вітровою ерозією застосовуються полезахисні лісосмуги.

В долинах річок Дніпровсько-Донецької та Причорноморської впадин розташовані великі пісчані масиви, що потребують закріплення. Закріплення пісків проводиться за допомогою лісових смуг та масивів. Але створення лісосмуг та лісових масивів ускладнюється в напрямі з північного заходу на південний схід в наслідок поганих умов зростання лісу.

1. ЗРОШУВАЛЬНІ МЕЛІОРАЦІЇ

1.1 Потреба в зрошенні і його розповсюдження

Потреба у зрошенні виникає у тих випадках, коли культури, які вирощуються на полях, впродовж всієї вегетації або в окремі відрізки її відчують значну нестачу природного зволоження для розвитку та формування врожаю. Основою для організації зрошення є водний баланс території. За основний показник водного балансу приймається індекс сухості K_c , який уявляє собою відношення величини випаровування (E - витратна частина) до суми опадів (L - прибуткова частина). Якщо K_c менше 1, то територія відноситься до зони достатнього зволоження і зрошення не потребує. По значенню K_c території розподіляються; території нестійкого зволоження - K_c від 1 до 2; території недостатнього зволоження - K_c від 2 до 3; при K_c більше 3 – посушливі території.

В зоні нестійкого зволоження (лісостепові райони Європейської частини СНД) зрошення необхідне в окремі найбільш посушливі роки. Для цієї зони характерні невеликі зрошувальні ділянки (від 5 до 200 га), які зрошуються періодично. Найчастіше зрошуються овочеві та кормові культури.

В зоні недостатнього зволоження, де посухи повторюються через кожні 2 – 3 роки, створюються великі зрошувальні системи, що охоплюють сотні тисяч га. На зрошуваних землях у цій зоні в основному вирощуються зернові, технічні та овочеві культури. До цієї зони відноситься Південний Степ України, Поволжя та Ростовська область Росії, країни Середньої Азії та Закавказзя.

В посушливій зоні вирощування сільськогосподарських культур без зрошення неможливе. Основними зрошуваними культурами тут є бавовна, рис, овочеві та баштанні культури.

За даними О.М. Костякова в практиці зрошувального землеробства розрізняють такі види зрошувальних меліорацій:

1) регулярно діюче правильне зрошення, при якому вода подається в систему самостійно або з механічною подачею в необхідні терміни та в необхідній кількості із річок, водосховищ, ставків. Цей вид зрошення має розповсюдження на найбільших площах (майже 80 %);

2) одноразове зрошення (під час повеней або лиманне). При цьому виді зрошення затримують талу воду за допомогою валків. Тала вода проникає в ґрунт і тим самим створює запас продуктивної вологи, що потім споживаються рослинами;

3) спеціальні види зрошення – питоме та утеплювальне. Питоме зрошення – це полив водами, насиченими питомими речовинами. Утеплювальне зрошення – полив водами, що надходять з теплових електростанцій;

4) обводнення – це заходи по підвищенню забезпечення водою господарських та побутових потреб шляхом використання місцевого стоку та підземних вод у маловодних районах.

Подача води на поля при зрошенні може бути різноманітною: *напуском* (розподіл води по поверхні ґрунту); *всередині ґрунту* (з низу по трубах); *дощуванням* – розбризкування води у вигляді дощу за допомогою дощувальних спеціальних установок; *крапельне* – подача води спеціальними установками безперервними краплями, *субіригація* – підтоплення водою активного шару ґрунту за рахунок близько розташованих ґрунтових вод.

Способи і техніка поливів повинні створювати та підтримувати у ґрунті оптимальний водно-повітряний, харчовий та сольовий режими, забезпечувати високий коефіцієнт використання зрошувальної води.

Дія зрошення на розвиток рослин проявляється шляхом поповнення дефіциту необхідної для розвитку рослин вологи та питомих речовин, шляхом впливу на мікроклімат приземного шару повітря, на температуру ґрунту та рослин, на різноманітні процеси в ґрунті.

У зв'язку з обмеженістю водних та земельних ресурсів при проектуванні зрошення виникають дві основні задачі: отримання максимально можливої продукції з одиниці зрошуваної площі та найбільш ефективно і економне витрачання зрошувальної води. У поняття режиму зрошення входить визначення загальної потреби культур у воді, зрошуваної норми, термінів та норм поливів, гідромодулю для ділянки сівозміни.

Режим зрошення повинен бути таким, щоб задовольняти потреби рослин у воді в кожен фазу їх розвитку з в рахунком агротехніки вирощування та виду культури, регулювати водний, харчовий, сольовий та тепловий режими ґрунту, не допускати заболочення, засолення та ерозії ґрунтів.

1.2 Водний режим ґрунтів та зрошення сільськогосподарських полів

У процесі зростання та розвитку рослини потребують певну кількість вологи, яку вони отримують із шару ґрунту, в якому розповсюджене коріння. Тому її кількість, рухливість та доступність для рослин є важливими показниками.

А.А. Роде в сімдесяті роки минулого століття визначив характеристики головних ґрунтово-гідрологічних констант, за яких змінюється рухливість вологи і які використовуються при вирішенні практичних задач зрошення: максимальна гігроскопічність ($W_{\text{мг}}$), вологість

в'янення ($W_{вз}$), вологість розриву капілярних зв'язків ($W_{врк}$), найменша волого місткість ($W_{нв}$) та повна волого місткість ($W_{пв}$).

Кількість води, що споживається рослинами залежить від: умов навколишнього середовища – температури та вологості повітря, освітленості; родючості та властивостей ґрунтів; властивостей рослин та методів їх вирощування. Мають значення також глибина залягання, склад та режим ґрунтових вод.

З врахуванням гідрологічних констант ресурси ґрунтової вологи за мірою доступності для рослин також поділяються на декілька категорій. Зовсім не споживна волога майже однакова з максимальною гігроскопічністю. Далі виділяється важко доступна волога у межах від максимальної гігроскопічності до вологості в'янення ($W_{вз}$). $W_{врк}$ – вологість розриву капілярів, Вологість між $W_{вз}$ та $W_{врк}$ також важко доступна для рослин, але її доступність підвищується по мірі наближення до $W_{врк}$. При вологості ґрунту більшій від $W_{врк}$ в оптимальних умовах вологозабезпеченості. Найбільш доступна волога у межах між найменшою та повною вологомісткістю. Але вологість в цьому діапазоні зменшує аерацію ґрунту.

Запаси вологи у ґрунті вище значень вологості в'янення називаються запасами продуктивної вологи. Різні за механічним складом ґрунти мають різні значення запасів продуктивної вологи.

Якщо оптимальну вологість ґрунту приймати як сполучення факторів навколишнього середовища, за яких потреби рослин у воді повністю задовольняються, то в цьому випадку надходження вологи до коріння рослин повинне бути збалансовано з витратами.

У всіх зонах зрошуваного землеробства заслуговує уваги проблема азоту та гумусу у ґрунті. При тривалому вирощуванні однієї і тієї ж культури на зрошуваних полях без внесення азотних добрив співвідношення азоту і гумусу падає.

За даними О.П. Мішустіна дослідження цієї проблеми в останній час, показали, що важливу роль у балансі співвідношення азоту та гумусу в ґрунті виконують сапрофітні бактерії.

При систематичному застосуванні мінеральних добрив у сівозміні з бобовими травами спостерігається процес накопичення гумусу, загального та рухливого азоту і рухливого фосфору, що підвищує ефективну родючість ґрунтів і забезпечує зростання врожаїв сільськогосподарських культур.

У структурі ґрунтового покриву південної степової зони України спостерігаються такі особливості: північні та найбільш підвищені центральні райони зайняті звичайними чорноземами, на півдні змінюються південними чорноземами. У найбільш розповсюдженій південній пониженій частині Степу переважають темно-каштанові та

каштанові солонцюваті ґрунти у комплексі з солонцями. У Криму по мірі підвищення над рівнем моря ці ґрунти знову змінюються південними чорноземами. Кожен тип ґрунтів має свої водно-фізичні властивості (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Характеристика водно-фізичних властивостей метрового шару ґрунту основних типів та різновидностей ґрунтів степової зони України

Тип і різновидність ґрунту	Механічний склад	Найменша вологомісткість (мм)	Не споживна волога (мм)	Максимально можливі запаси продуктивної вологи (мм)
Північний та центральний Степ				
Чорноземи звичайні	Суглинковий легкий	305	130	175
	Середньосуглинковий	330	170	160
	Важкосуглинковий	350	195	155
Чорноземи південні мало гумусні	Середньосуглинковий	320	170	150
Чорноземи південні солонцюваті	Важкосуглинковий	330	190	150
	Супіщаний легкий	245	115	140
	Середній суглинок	315	165	125
Темнокаштанові солонцюваті	Важкий суглинок	340	200	120
Каштанові сильно солонцюваті	Важкий суглинок	350	225	

Продовження табл. 1.1.

Чорноземні грунти на пісках	Мілкий піщано- пилуватий	200	80	
Південний Степ				
Чорноземи південні солонцюваті	Важко- суглинковий	330	190	150
	Супіщаний легкий суглинок	245	115	140
Темно- каштанові солонцюваті	Середній суглинок	315	165	125
	Важкий суглинок	340	200	120
Каштанові сильно солонцюваті	Важкий суглинок	350	225	
Чорноземні грунти на пісках	Мілкий піщано- пилуватий	200	80	

Запаси вологи в ґрунтах Степу України характеризуються значною мінливістю, що викликана різкими коливаннями атмосферного зволоження по сезонах. Різні співвідношення опадів та випаровуваності обумовлюють накопичення вологи у холодний період року та витрати – у теплий. В цілому запаси продуктивної вологи поповнюються за осінньо-зимово-весняний періоди і в середньому багаторічному коливаються в залежності від типів ґрунту (табл. 1.2).

Запаси продуктивної вологи на полях зменшуються впродовж вегетаційного періоду і на початок сівби озимих у південних областях часто коливаються у орному шарі ґрунту від 0 до 35 мм. Л.О. Разумовою розрахована повторюваність різних значень запасів продуктивної вологи у різних зонах на початок сівби озимих культур (табл. 1.3).

Дуже нестійке зволоження спостерігається по території та по роках і в шарі 0 – 100 см. У сухо степовій зоні, де середні багаторічні запаси на початок сівби озимих становлять біля 40 мм, у 50 % років вони зовсім погані, нижче цієї величини та лише у 20 % років задовільні.

Л.О. Разумовою та Н.Б. Міщаниною розрахована повторюваність запасів продуктивної вологи під озимими культурами у шарі ґрунту 0 – 100 см (табл. 1.4)

Таблиця 1.2 – Запаси ґрунтової вологи в різних ґрунтах (мм) (за І.Р. Ільїним)

Шар ґрунту (см)	Запаси ґрунтової вологи		Дефіцит запасів Вологи
	Загальної	Продуктивної	
	при НВ	при НВ	При 70% НВ
Чорнозем вилужений легко глинистий			
0 – 50	190	90	60
0 – 100	370	160	70
Чорнозем звичайний важко суглинковий			
0 – 50	160	90	50
0 – 100	320	160	70
Чорнозем карбонатний середньо суглинковий			
0 – 50	160	90	50
0 – 100	310	170	90

Таблиця 1.3 – Повторюваність (%років) запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 20 см на початок сівби озимих культур

Зона	Середні багаторічні запаси, мм	Запаси продуктивної вологи, мм			
		≤ 10 мм	11 - 20	21 - 30	> 30
Сухостепова	10	60	30	10	-
Степова	20	20	40	30	10
Лісостепова	30	10	10	40	40

Таблиця 1.4 – Повторюваність (% років) запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 100 см на полях з озимими культурами

Зона	Середні багаторічні запаси вологи	Запаси продуктивної вологи, мм				
		< 40	41 - 80	81-120	121-160	>160
На початок сівби озимих культур						
Сухо степова	40	50	30	20	-	-
Степова	80	20	30	30	20	-
Лісостепова	120	-	20	30	50	-
На відновлення вегетації навесні						
Сухо степова	80	20	60	20	0	-
Степова	120	-	10	70	20	0
Лісостепова	160	-	-	20	60	20

Спостерігається також сильне відхилення у значеннях запасів продуктивної вологи у всіх шарах ґрунту в різні роки і на полях з якими культурами.

Різкі коливання метеорологічних умов, що призводять до коливання умов зволоження сільськогосподарських культур визначають необхідність пристосування до них поливних режимів.

Виникає необхідність встановлення закономірностей швидкості витрат води із зрошуваних полів та формування врожаїв сільськогосподарських культур при різних умовах погоди, різному зволоженні ґрунту та різному стані посівів.

Розглянемо далі потреби рослин у воді та методи їх розрахунку.

1.3 Потреба рослин у воді

Для росту та розвитку рослини при різних кліматичних, ґрунтових та агротехнічних умовах необхідна певна кількість води, що вони витрачають у процесі життєдіяльності на живлення, будову органічних речовин та транспірацію. Одночасно з цим вода випаровується з поверхні ґрунту. Співвідношення між транспірацією та випаровуванням з поверхні ґрунту значно коливається в залежності від виду рослин та фази їх розвитку, стану поверхні ґрунту, та міри його зволоження. Витрати води на транспірацію та випарування з поверхні ґрунту в природних умовах називаються *сумарним випаровуванням або водоспоживанням*.

Водоспоживання рослин залежить від кліматичних умов, кількості теплової енергії, що надходить до поверхні, вологості ґрунту, виду та фази розвитку сільськогосподарських культур. Затрати води на одиницю отриманого врожаю зернових культур складають від 600 до 1700 м³/т, овочевих – 100 – 350 м³/га. Водоспоживання сільськогосподарських культур збільшується з підвищенням порогу передполивної вологості або при безперервному постачанні води рослинам.

У практиці зрошуваного землеробства існує багато методів визначення потреб рослин у воді, які поділяються на три групи: 1 - теоретичні, засновані на фізичних законах випаровування (метод Пенмана, Тюрка та ін); 2 – метеорологічні, за яких випаровування функціонально пов'язано з метеорологічними факторами – температурою повітря, відносною вологістю (методи Н.Н. Іванова, Н.А. Шарова, Лаурі-Джонсона та ін); 3 – емпіричні, коли величина вологопотреби або окремі коефіцієнти визначаються дослідним шляхом (методи А.Н. Костякова, О. Алпат'єва, Блені і Крідла та ін.).

Існуючі методи врахуванням гідрометеорологічних факторів при встановленні потреб рослин у зрошенні та призначенні оптимальних

поливних режимів можуть бути поділені на дві категорії, які дозволяють розраховувати: 1 – лише оптимальну потребу сільськогосподарських культур у воді в залежності від метеорологічних умов за весь період вегетації в цілому, без врахування біологічних вимог рослин у окремі відрізки їх росту та розвитку; 2 – потребу рослин у воді з врахуванням біологічного циклу життя рослин та особливостей агрометеорологічних умов в окремі періоди їх вегетації.

Методи першої категорії дозволяють розраховувати зрошувальні норми на весь вегетаційний період, другої категорії – крім зрошувальних норм дозволяють встановлювати оптимальні терміни та норми окремих поливів сільськогосподарських культур з врахуванням потреб рослин у воді в окремі відрізки вегетаційного періоду та з врахуванням метеорологічних особливостей цих відрізків.

Більшість методів, які враховують метеорологічні фактори, при розрахунках оптимальних потреб у воді та оптимальних зрошувальних норм, побудовано на врахуванні випаровуваності.

Під випаровуваністю розуміють максимально можливе випаровування з водної поверхні, або з іншої підстильної поверхні, запаси вологи якої необмежені.

Існуючі методи розрахунку сумарного випаровування дозволяють виконувати розрахунки середніх його значень з природно зволжених територій в цілому та з окремих ділянок. Вибір методу розрахунку залежить від поставленої задачі, наявності спостережень за метеорологічними величинами та необхідної точності інформації.

Результати розрахунків випаровування залежать не тільки від вибраного методу та точності розрахунків, але і від коректності його застосування та правильності спостережень за величинами, що використовуються при розрахунках.

1.3.1 Методи розрахунку сумарного випаровування

Випаровування у природі спостерігається всюди, де є вода та тепло. Багатозначність природних умов, в яких спостерігається процес випаровування, обумовила велику кількість методів розрахунку сумарного випарування. У природі найчастіше спостерігаються 3 види випарування – з поверхні ґрунту; транспірація рослин; з поверхні води, льоду, снігу.

Сумарним випаровуванням називається природне випаровування усіх видів, віднесене до одного відрізка часу.

Існуючі методи розрахунку сумарного випаровування дозволяють виконувати розрахунки середніх значень його з природно зволжених територій в цілому та з окремих видів поверхонь.

Вибір методу розрахунку залежить від поставленої задачі, наявності початкової інформації та необхідної точності розрахунків.

Результати розрахунку випаровування залежать не тільки від вибраного методу та точності розрахунку, але і від коректності його застосування і правильності визначення початкових даних.

Розміри площі, на яку поширюються результати розрахунків випаровування за даними в одному пункті, залежать від характеру розрахованих величин, тривалості розрахункового періоду та репрезентативності початкових даних.

Розраховане середнє за рік випаровування поширюється на площу 1000 - 3000 км². На цю ж площу може поширюватись значення розрахованої середньої багаторічної місячної суми випаровування. Дані розрахунків фонових значень випаровування за окремі роки і місяці в районах з досить густою мережею гідрометеорологічних станцій розповсюджуються на половину відстані між сусідніми станціями. Чим менше тривалість розрахункового інтервалу часу, для якого проводяться розрахунки випаровування, тим менша площа, на яку розповсюджуються результати обчислень.

Основними способами оцінки випаровування з конкретної поверхні за короткі відрізки часу (декада) є методи випарників.

1.3.2 Визначення випарування з незрошуваних сільськогосподарських полів

Дослідженнями ОМ.Алпатьєва, О.Р. Костянтинова і інших встановлено, що для розрахунків випаровування з незрошуваних полів використовуються методи теплового балансу, водного балансу, випарників, дифузії, комплексний та ін.

Метод теплового балансу дозволяє дати оцінку випаровуванню за короткі відрізки часу (місяці, декади) з будь-якої відкритої рівної поверхні і використовується для визначення випаровування з полів, зайнятих низькорослими рослинами висотою до 20 см, та полів з висотою рослин більше 20 см. Середньоквадратична похибка методу складає біля 15 %. Метод не варто застосовувати для дуже посушливих районів (пустелі, напівпустелі), а також для крутих схилів.

Випаровування (E_{ϕ}) з полів, що зайняті рослинами менше 20 см висотою, визначається за спрощеною формулою теплового балансу

$$E_{\phi} = 1/60 (R - P - B), \quad (1.1)$$

де R – значення радіаційного балансу, який безпосередньо ви-мірюється;

B – теплообмін у ґрунті;
 P – турбулентний теплообмін.

Останні дві величини розраховуються у кал/см². Число 60 у знаменнику означає питому теплоту пароутворення 0,1 г води. Для розрахунків випаровування з використанням методу теплового балансу використовуються матеріали спостережень тепLOBалансових станцій, які зберігаються у вигляді таблиць ТМ-16 у гідрометеорологічних фондах управління гідрометеорологічної служби.

Потік тепла у ґрунті B визначається з формули :

$$B = \frac{c}{\tau} \cdot S, \quad (1.2)$$

де c – об'ємна теплоємність ґрунту;

S – величина, що характеризує зміну температури у верхньому шарі ґрунту за інтервал часу τ .

Об'ємна теплоємність ґрунту, тобто кількість тепла, яке необхідне для нагріву 1 см³ ґрунту на 1⁰ С , розраховується з формули:

$$c = c_n q + c_w W, \quad (1.3)$$

де c – об'ємна теплоємність в кал/(см³·град);

c_n – питома теплоємність частин сухого ґрунту в кал/(г·град), визначається з робочих таблиць (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Питома теплоємність різних видів сухого ґрунту в кал/(г ·град)

Вид ґрунту	c_n	Вид ґрунту	c_n
Пісок	0,19	Суглинистий чорнозем	0,30
Буро-піщаний, слабо-солонцюватий	0,14	Супіщаний чорнозем	0,26
Валунний супіщаний	0,18	Вилужений чорнозем	0,20
Супіщаний підзолистий	0,17	Дуже опідзолений чорнозем	0,21
Гумус	0,44	Слабко опідзолений чорнозем	0,18
Глина	0,22	Торф	0,42
Суглинок важкий	0,21	Корковий солонець	0,18
Суглинок легкий	0,20	Глибкостовбчатий солонець	0,13
Темно-сірий лісний суглинок	0,19		

q – об'ємна маса сухого ґрунту при незруйнованій структурі г/см³;
 c_6 – питома теплоємність води, що приймається рівною одиниці;
 W – середня вологість ґрунту в шарі 0-20 см в частках одиниці, вимірюється 3 рази на місяць (8, 18, 28 числа кожного місяця вегетаційного періоду).

Величина S підраховується за даними вимірювання температури ґрунту на її поверхні і глибинах 5, 10, 15, 20 см з формули:

$$S = S_0 + S_5 + S_{10} + S_{15} + S_{20} \quad (1.4)$$

$$S_0 = 20 \cdot 0,82 \Delta t_0;$$

$$S_5 = 20 \cdot 0,333 \Delta t_5;$$

$$S_{10} = 20 \cdot 0,175 \Delta t_{10};$$

$$S_{15} = 20 \cdot 0,156 \Delta t_{15};$$

$$S_{20} = 20 \cdot 0,004 \Delta t_{20}$$

Величини $\Delta t_0, \Delta t_5, \Delta t_{10}, \Delta t_{15}, \Delta t_{20}$ представляють залишок між значеннями температури ґрунту, виміряними на відповідних глибинах у теперішній та попередній термін вимірювання.

Значення S_z для заданих глибин ($S_0, S_5, S_{10}, S_{15}, S_{20}$) визначаються по Z і відповідному залишку Δt_z за допомогою робочих таблиць. Далі відповідно до формули (1.4) шляхом підсумування S_z для п'яти різних глибин отримують значення S . Відношення c/τ визначається з робочих таблиць, які наводяться у відповідних методичних вказівках..

Турбулентний потік тепла P вдень при значеннях залишків $(R - B) = 0,10$ кал/(см² · хв), позитивних залишках температури ($\Delta t \geq 0,1^0$ С) і вологості ($\Delta e \geq 0,1$ мб) повітря визначається з врахуванням наявності зв'язку між потоками тепла і вологи (відношення Боуена, A) з формул:

$$P = (R - B) \cdot A$$

або

$$P = \frac{(R - B)\Delta t}{\Delta t + 1,56\Delta e} \quad (1.5)$$

Якщо ж спостерігається хоча б одно з вищевказаних зауважень, тобто $(R - B) < 0$ /0,10 кал./см² або $\Delta e < 0$, то розрахунок P виконується згідно з формулою:

$$P = 1,36 k_1 \Delta t, \quad (1.6)$$

де $\Delta t = (t_{0,5} - t_2)$; $t_{0,5}$ та t_2 – температура повітря, виміряна на висотах 0,5 та 2 м над поверхнею землі;

$\Delta e = (e_{0,5} - e_2)$, $e_{0,5}$ та e_2 – пружність водяної пари повітря в мілібарах на рівнях 0,5 та 2,0 м;

k_1 – коефіцієнт турбулентності в м²/с, який характеризує інтенсивність вертикального переносу на висоті 1 м від поверхні.

Значення k_1 визначаються з робочих таблиць, які наводяться у відповідних вказівках.

Чисельні коефіцієнти 1,56 та 1,36 у формулах (1.5) та (1.6) розраховані для атмосферного тиску (1000 мб) і використовуються для рівнин і висот не більших за 800-1000 м над рівнем моря. Множник $A = \frac{\Delta t}{\Delta t + 1,56\Delta e}$ у формулі визначається з таблиць в залежності від вимірних величин залишків Δe та Δt , а значення турбулентного потоку тепла P .

Випаровування розраховується для кожного строку спостережень, а потім за середніми даними випаровування за декаду за окремі строки визначається середня декадна добова сума випаровування.

$$E_{доба} = 3 [E_1 + E_7 + E_{10} + E_{13} + E_{16} + E_{19} + E_1' + (E_7 + E_{19})/2] \quad (1.7)$$

$$E_{дек} = n \cdot E_{доб},$$

де n – кількість діб у декаді;

E_1' – випарування в часовий строк нинішньої та наступної доби.

Далі за матеріалами спостережень за радіаційним балансом, температурою ґрунту та градієнтами швидкості вітру, температури і вологості повітря розраховується їх середнє значення за декаду.

Коли визначені всі величини за строками спостережень, добові і декадні значення випаровування визначаються за формулами (1.7) та (1.8).

$$E_{дек} = 10 \cdot E_{доб}, \quad (1.8).$$

Розрахунок середнього за місяць добового випаровування виконується в тому ж порядку, що й для декади. Тільки в цьому випадку за початкові дані використовуються дані спостережень, осереднені для кожного строку за весь місяць.

Метод водного балансу застосовується для оцінки випаровування з ділянок суші різних розмірів, а також з обмежених за розмірами монолітів, що знаходяться у випарниках. Цей метод ще відомий під назвою методу випарників.

Такі величини як поверхневий стік та водообмін з шарами, розташованими нижче, у повному рівнянні водного балансу застосовуються дуже рідко, лише якщо проводяться спеціальні дослідження.

У більшості випадків, коли ґрунтові води залягають глибоко, використовується спрощене рівняння водного балансу:

$$E = (W_n + r) - W_k, \quad (1.9)$$

де r – опади в мм за інтервал часу;

W_n та W_k – запаси продуктивної вологи на початку і наприкінці інтервалу, за який розраховується випаровування, мм.

Це рівняння не дає значних помилок, якщо опади не утворюють поверхневого стоку, а глибина проникнення дощової води в ґрунт не перевищує глибини, до якої вимірювалась вологість ґрунту (100 см). Помилки визначення випаровування за місяць за цією формулою становлять 15 - 18 %.

Метод випарників. Ґрунтові випарники застосовуються для оцінки випарування з різних видів незрошуваних сільськогосподарських полів і окремих ділянок з глибиною залягання ґрунтових вод більше 3-5 м.

Метод дозволяє вивчати залежність випаровування від стану поверхні та типу ґрунту, елементів рельєфу, рослинності та ін.

Випаровування визначається за зміною маси ґрунтового моноліту з рослинами, які в ньому ростуть, за періоди між окремими зважуваннями:

$$E = 10/S (P_1 - P_2) + r - п, \quad (1.10)$$

де S - площа випарника, см²;

P_1 та P_2 – маса моноліту випарника відповідно в попередній та нинішній термін зважування, г;

r та $п$ – опади та кількість їх що проникли в ґрунт за відрізок часу між зважуваннями, у міліметрах шару води.

Вимірювання випаровування на мережі тепловоднобалансових станцій проводиться за допомогою ґрунтових випарників «ГГИ-500-100» та «ГГИ-500-50».

Похибки визначення випаровування за допомогою випарників сягають 10-20%.

За допомогою ґрунтових випарників визначають випаровування за 5 діб, декаду, місяць. Крім того, дані спостережень за випаровуванням з допомогою випарників в одному пункті розповсюджуються на всі ділянки з тією ж поверхнею, розташовані на тих же елементах рельєфу (висота,

експозиція) та в однакових з пунктом вимірювання ґрунтово-кліматичних умовах.

Комплексні методи визначення випаровування. Комплексні методи визначення випаровування і випаровуваності ґрунтуються на використанні рівнянь теплового і водного балансів.

Широко відомий метод М.І. Будико, який у подальшому був уточнений Л.І. Зубенок. Випарність методом М.І. Будико розраховується з формули:

$$E_o = \sqrt{\frac{R_o}{L} \left(1 - e^{-\frac{R_o}{xL}} \right) \frac{xL}{R_o}}, \quad (1.11)$$

де R_o – радіаційний баланс зволоженої поверхні, кДж/(см² · рік);

x – середня багаторічна сума опадів, см/рік;

L – прихована теплота випарування, кДж/см³.

Якщо відомі опади (x), стік (y), температура (t) і вологість повітря (e), то випаровування визначається за теплий період року з виразів:

$$E = E_o \frac{W^n + W^k}{2} \quad \text{при} \quad \frac{W^n + W^k}{2} < W_o \quad (1.12)$$

$$E = E_o \quad \text{при} \quad \frac{W^n + W^k}{2} \geq W_o, \quad (1.13)$$

де E_o – випарність, мм;

W^n і W^k – запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту відповідно на початку і наприкінці періоду, мм;

W_o – критичний запас продуктивної вологи у метровому шарі, за якого і вище якого $E = E_o$, мм.

До методів, основу яких складають рівняння теплового і водного балансів, відноситься і метод В.С.Мезенцева

$$E = E_o \left[1 + \frac{\left(kr + W_n - W_k \right)^m}{E_o} \right]^{-1/m}, \quad (1.14)$$

де E_o – випаровуваність, мм;

r - опади, мм;

γ - коефіцієнт недоврахування опадів;

$$m = \frac{0,301}{\lg \frac{E}{E_o}} \quad \text{– параметр, що враховує рельєф місцевості, для рівнин він}$$

становить 3, для пересіченого рельєфу – 2;

W_n і W_k – вологозапаси метрового шару ґрунту;

E_o – сума позитивних часток радіаційного балансу.

До тепловоднобалансових методів відноситься також і метод Л. Пенмана:

$$(1.15) \quad E = K_e \left(aR + eE_a \right) \left(a + e \right)^{-1},$$

де K_e – перехідний коефіцієнт, що становить 0,8-влітку; 0,6 - взимку; 0,7-навесні і восени;

a – нахил кривої насичення водяної пари при заданій температурі;

R – радіаційний баланс діючого шару води;

e – психрометрична стала;

$$E_a = 0,35(0,5 + 0,5374)(e_{нас} - e). \quad (1.16)$$

Існує ще багато методів визначення сумарного випаровування, які мають досить обґрунтовані підстави для їх використання.

В основу методу О.Р.Костянтинова покладено положення про те, що випаровування з сільськогосподарських полів визначається внутрішніми і зовнішніми факторами життя рослин. Загалом формула має вигляд:

$$E = f(E_o, W, B), \quad (1.17)$$

де B – біологічні властивості рослин, що визначаються видом, сортом та фазою їх розвитку;

E_o – випаровуваність;

W – запаси продуктивної вологи в ґрунті.

В останні роки все більше застосовуються формули Х.П.Блейні і У.Д.Крідла, У.У.Торнтвейнта.

Формула Х.П.Блейні і У.Д.Крідла:

$$E = K_e Q \frac{46T + 813}{100}, \quad (1.18)$$

де K_e – емпіричний коефіцієнт, що залежить від біологічних особливостей рослин;

Q – середня за місяць тривалість дня у % від середньої тривалості за рік;

T – середня за місяць температура повітря.
 Формула У.У.Торнтвейнта:

$$E = 1,6 \left(\frac{10T}{J} \right)^a, \quad (1.19)$$

де T – середня за місяць температура повітря;

$J = f_1(T)$ – визначається сумою середніх місячних індексів тепла;

$a = f_2(T)$ – емпіричний коефіцієнт, однаковий для усіх сільськогосподарських культур.

Розрахунок випаровування будь-яким із методів потребує визначення помилки отриманих результатів. Мірою невідповідності виміряних (E_B) і розрахованих величин (E_p) випаровування є середня квадратична (s_s) помилка, що обчислюється як:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(E_p - E_B)^2}{n}}, \quad (1.20)$$

де n – кількість випадків.

Виміряна величина випаровування (E_B) також має певну помилку $\Delta = E_B - E_\phi$, де E_ϕ – фактична величина випаровування. Тоді:

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(E_p - E_\phi)^2 + (E_B - E_\phi)^2}{n}}, \quad (1.21)$$

або

$$\sigma_\Sigma = \sqrt{\sigma_p^2 + \sigma_\phi^2}, \quad (1.22)$$

де σ_p та σ_ϕ - відповідно середньоквадратичні розходження між розрахованою і фактичною величинами та між виміряною і фактичною величиною.

Якщо при порівнянні розрахованих будь-яким методом та виміряних величин буде $\sigma_\Sigma = \sqrt{2\sigma_\phi^2}$, то такий метод розрахунку приймається для використання у даній місцевості.

1.3.3 Визначення випаровування із зрошуваних сільськогосподарських угідь

Для визначення випаровування з сільськогосподарських угідь, які зрошуються, використовуються методи теплового балансу (розд.1.3.3), тепловоднобалансовий метод та біокліматичний метод УкрНДГМІ.

Тепловоднобалансовий метод. Цей метод дозволяє визначати випаровування із зрошуваних сільськогосподарських угідь за місяць та за вегетаційний період. Метод запропоновано С.І.Харченко. Для розрахунку місячних значень випарування в теплу пору року використовується формула:

$$E = \beta E_o \frac{W_n + W_k}{2\gamma}, \quad (1.23)$$

де E – випаровування, мм;

E_o – випаровуваність, мм;

β – параметр, який враховує фазу розвитку рослин, визначається з *табл.1.6*;

W_n та W_k – запаси продуктивної вологи на початку та в кінці періоду розрахунку, мм;

γ – вільна щільність шару ґрунту, яка дорівнює водоутримувальній здатності і визначається:

$$\gamma = W_{HB} - W_{BB} , \quad (1.24)$$

де $W_{HB} - W_{BB}$ – запаси вологи в метровому шарі ґрунту відповідно при найменшій вологості і вологості в'янення.

Таблиця 1.6 – Значення параметра β для різних сільськогосподарських культур у різні фази розвитку

Фази розвитку зернових	Середнє значення β
До сівби	0,80
До сходів	0,90
Сходи	0,98
Кущіння (утворення листя)	1,08
Вихід у трубку (викидання волоті), бутонізація	1,20
Цвітіння	1,18
Достигання	1,00

Запаси продуктивної вологи на кінець періоду W_k розраховуються за формулою (1.9).

$$W_k = \frac{S}{f} = \frac{W_n(1 - \beta E_o / 2\gamma) + r + M + K}{1 + \beta E_o / 2\gamma}, \quad (1.25)$$

де $S = W_n \cdot C + r + M + K$;

$f = (1 + \beta E_o / 2\gamma)$;

$C = (1 - \beta E_o / 2\gamma)$;

r – місячна сума опадів, мм;

M – кількість води, витраченої на зрошення, мм;

K – витрата ґрунтових вод у зону аерації (капілярне підживлення, мм).

Якщо запаси продуктивної вологи на кінець періоду W_k перевищують водоутримувальну здатність ґрунту $\gamma (W_k > \gamma)$, то W_k приймається рівною $\gamma (W_k = \gamma)$.

Метод використовується тільки у теплий період року, до якого відносяться місяці з позитивною температурою повітря. Випарність (E_o) для теплих місяців визначається з *рис.1.1(a,б,в,г,д)* в залежності від геоботанічної зони і приблизного значення дефіциту насичення повітря [$d=(l_t - e)$].

Капілярне підживлення визначається з формули:

$$K = E_o / e^{mH}, \quad (1.26)$$

де H – середня для кожного місяця глибина залягання ґрунтових вод, м;

m – параметр, який визначається в залежності від типу ґрунтів і фази розвитку рослин з *табл 1.7*

Таблиця 1.7 – Значення коефіцієнта m у формулі $k = E_o / e^{mH}$

Ґрунти	Періоди розвитку рослин				
	До сівби та перша декада після сівби	Друга декада після сівби	Декада в період активної вегетації	Перед-остання декада перед стиглістю	Остання декада перед збиранням
Глинисті	1,2	0,9	0,7	0,9	1,2
Суглинки	1,4	1,0	0,8*	1,0	1,4
Супіщані	2,0	1,6	1,1	1,6	2,0

*) Каштанові ґрунти, сіроземи $m = 0,7$

Величина e^{mH} визначається з робочих таблиць.

Біокліматичний метод розрахунку сумарного випарування.

Одним із найраніших методів встановлення потреб рослин у воді з врахунком біологічного циклу та розрахунку оптимальних термінів і норм поливів у зв'язку з особливостями погоди в головні періоди їх росту і розвитку є метод О.М. Алпатьєва та окремі його модифікації. В основі методу лежить поняття про біологічні криві, що уявляють собою ряд коефіцієнтів (k), які змінюються в онтогенезі від декади до декади вегетації. Розраховуються ці коефіцієнти як відношення сумарного випарування (E_0) (при оптимальному зволоженні ґрунту) за будь який відрізок часу до суми дефіцитів насичення за ті ж періоди (Σd):

$$k = E_0 / \Sigma d \quad (1.27)$$

Дослідження О.М. Алпатьєва показали, що потребу рослин у воді за вегетаційний період можна прирівняти до випаровуваності, розрахованої будь яким методом. При розрахунках за окремі відрізки вегетаційного періоду в розрахунки необхідно вводити коефіцієнти, що характеризують сезонний режим випарування при оптимальному зволоженні ґрунту. Необхідність введення коефіцієнтів обумовлена тим, що у період максимального накопичення рослинної маси водоспоживання рослин при безперебійному постачанні вологи до коріння перевищує випаровуваність на 10 – 20 %. В основі цього явища лежить спадкоємний ритм розвитку рослин, що вироблявся віками. Якщо побудувати графічно значення k за кожен декаду вегетаційного періоду то отримаємо біологічну криву випарування.

Біологічні криві різні для різних рослин і повинні надійно відображувати регіональні особливості середовища мешкання та біологічні особливості сільськогосподарських культур. Тому вони застосовуються при розрахунках тільки в тих кліматичних умовах, для яких вони отримані.

Біологічні криві будуються в результаті польових досвідів по вивченню витрат води по декадах, починаючи від сходів до дозрівання в умовах оптимального забезпечення вологою. Подекадні значення коефіцієнтів біологічної кривої розраховуються за формулою:

$$k = W_1 + P - W_2 / \Sigma d , \quad (1.28)$$

де k – коефіцієнт для будь якої декади;

W_1 та W_2 – запаси продуктивної вологи на початку та наприкінці декади, мм;

P – сума опадів плюс полив, якщо від проводився в продовж розрахункової декади, мм;

$\sum d$ – сума середніх добових значень нестачі насичення (дефіциту) вологості повітря за ту ж декаду, мм.

Після п'яти років дослідів щорічні біологічні криві осереднюються аналітичним або графічним шляхом. Біологічні криві різні для різних культур, а також для однієї і тієї ж культури у різних кліматичних зонах.

На основі коефіцієнтів біологічних кривих розроблено цілу низку біокліматичних методів розрахунків потреби у воді сільськогосподарських культур.

С.М. Алпатьєв для України вніс деякі зміни до методу О.М. Алпатьєва. Він запропонував при розрахунках біологічних кривих в якості шкали часу використовувати суму середніх добових температур з поправкою на астрономічну тривалість дня (L), точніше з приведенням її (l) до 12 –годинної тривалості за формулою:

$$l = L / 12 \quad (1.29)$$

На основі коефіцієнтів біологічних кривих розроблено цілу низку біокліматичних методів розрахунків потреби у воді сільськогосподарських культур.

Для умов України С.М. Алпатьєвим розраховано значення біологічних кривих для різних культур, які можуть бути використані при розрахунках режимів зрошення сільськогосподарських полів (табл. 1.8).

Коефіцієнти біологічних кривих вводяться у розрахунки після появи сходів. Витрати води з полів до появи сходів розраховуються подекадно із застосуванням коефіцієнта $k = 0,15$, якщо опади малозначні, та $k = 0,19$, якщо опади значні і випадають часто.

Дефіцит водоспоживання (витрати води за декаду) стосовно встановлення поливного режиму розраховується для метрового шару ґрунту для кожної сільськогосподарської культури за формулою:

$$\Delta W = E\gamma - P \quad (1.30)$$

де $E = k\sum d$, γ - коефіцієнт волого обміну; P - опади, мм.

У Гідрологічному інституті С.І. Харченко розробив метод розрахунку дефіцитів водоспоживання та режиму зрошення сільськогосподарських полів на основі рівнянь водного і теплового балансів. При розрахунках дефіцитів водоспоживання для визначення поливного режиму використовується рівняння:

$$d_E = E_{оп} - [x (W_H - W_{H.0}) + K - I - Y_{п}] \quad , \quad (1.31)$$

де d_E - дефіцит водоспоживання, мм;

$E_{оп}$ – оптимальне водоспоживання, мм;

x – сума опадів, мм;

W_H – запаси продуктивної вологи на початок періоду розрахунку, мм;

$W_{H.0}$ – нижній оптимум запасів вологи, що дорівнює приблизно значенню вологості розриву капілярів (0,6 – 0,8 запасів вологи при найменшій вологомісткості), мм;

K – надходження води в зону аерації із ґрунтових вод, мм;

I – відтік води із зони аерації в ґрунтові води;

$Y_{п}$ – стікання поверхневих вод, мм

Всі складові рівняння (1.31) визначаються за даними безпосередніх спостережень на агрометеорологічних станціях. Якщо ж деякі величини не вимірюються, то їх розраховують за встановленими формулами. При розрахунках $E_{оп}$ вводиться параметр (β), що враховує біологічні особливості рослин (табл. 1.9).

Таблиця 1.8 –Коефіцієнти біологічних кривих (за С.М. Алпатьєвим)

Суми температур від сходів, ° С	Цукрові буряки	Кукурудза	Озима пшениця	Яра пшениця	Томати	Картопля	Люцерна в пяти укосах
0 – 100	0,28	-	0,53	0,27	-	0,23	0,50
100-200	0,29	0,23	0,53	0,30	0,23	0,27	0,53
200-300	0,30	0,25	0,53	0,33	0,30	0,32	0,42
300-400	0,32	0,27	0,52	0,36	0,33	0,36	0,44
400-500	0,33	0,29	0,51	0,39	0,36	0,40	0,46
500-600	0,35	0,30	0,50	0,41	0,39	0,41	0,48
600-700	0,36	0,31	0,49	0,44	0,43	0,44	0,52
700-800	0,37	0,34	0,47	0,46	0,46	0,46	0,54
800-900	0,38	0,36	0,45	0,47	0,50	0,47	0,52
1000-1100	0,40	0,40	0,42	0,44	0,53	0,47	0,44
1200 -1300	0,42	0,42	0,37	0,40	0,52	0,44	0,52
1400-1500	0,45	0,45	0,30	0,34	0,47	0,39	0,53
1600-1700	0,47	0,49	0,23	0,27	0,42	0,37	0,43
1800-1900	0,49	0,48	-	-	0,39	0,31	0,47
2000-2100	0,50	0,45	-	-	0,37	0,28	0,51
2200-2300	0,48	0,40	-	-	0,36	0,25	0,52
2400-2500	0,46	0,35	-	-	0,35	-	0,44

2600-2700	0,43	0,29	-	-	0,34	-	0,46
2800-2900	0,41	0,26	-	-	0,33	-	0,51

Примітка: при попаданні значення сум температур між градаціями коефіцієнти водоспоживання визначаються як середні між сусідніми значеннями.

Таблиця 1.9 – Значення параметра β для різних сільськогосподарських культур у різні фази їх розвитку (за С.І. Харченко)

Фази розвитку зернових	Середнє значення параметра β
До сівби	0,80
До сходів	0,90
Сходи	0,98
Куціння (утворення листя)	1,08
Вихід у трубку (викидання волоті)	1,20
Бутонізація	1,20
Цвітіння	1,18
Достигання	1,00

Для визначення строків поливів хронологічні криві декадних величин дефіцитів перебудовуються у інтегральні криві (рис. 1.1)

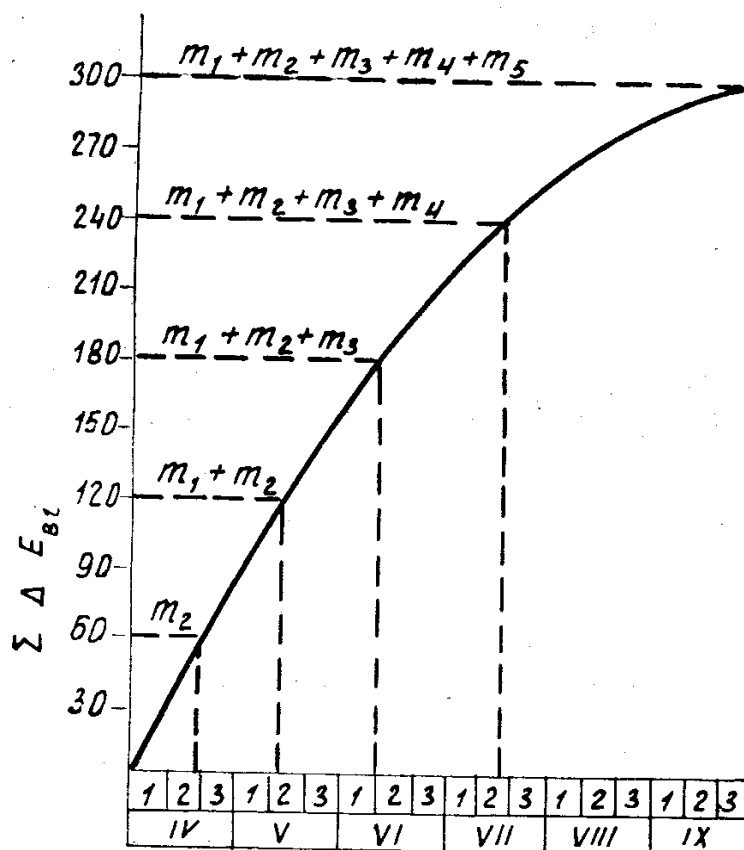


Рис. 1.1 Інтегральна крива дефіциту сумарного випаровування.

До числа біокліматичних методів відноситься також метод О.Р. Костянтинова, розроблений в УкрНДГМІ.

Випаровування із сільськогосподарських полів у загальному вигляді розраховується за формулою:

$$E = f (E_0, W, D), \quad (1.32)$$

де D – біологічні особливості рослин (фази розвитку, стан) (внутрішні фактори);

E_0 – випаровуваність (зовнішні фактори);

W – запас продуктивної вологи в ґрунті (зовнішні фактори, які також відображують роль опадів (P)).

Для розрахунків сумарного випаровування використовуються біологічні криві водоспоживання, отримані дослідним шляхом, але приведені до однакових погодних умов. За основу приведення прийнятий середній хід інтенсивності випаровування в зоні достатнього зволоження, де $P = E_0$.

1.4 Вплив режимів зрошення на продуктивність сільськогосподарських культур

1.4.1 Поля з глибоким заляганням ґрунтових вод

Поповнення вологи в ґрунті до рівня оптимальної потреби рослин здійснюється на основі застосування оптимальних поливних режимів, що уявляють собою сукупність та визначений взаємозв'язок термінів та норм зволоження ґрунту.

Зрошення в різних ґрунтово-кліматичних зонах практично зводиться до накопичення вологи у шарі розповсюдження коріння у передпосівний період та в період вегетації сільськогосподарських культур. Тому регулювання водного режиму ґрунтів має періодичний характер. Загальна кількість води, що поступає на поле в передпосівний і вегетаційний періоди називається зрошувальною нормою.

Чисельні польові дослідження показали, що завдяки наявності значних запасів продуктивної вологи у ґрунті агрометеорологічні умови зростання рослин на зрошуваних землях набагато сприятливіші, ніж умови росту на незрошуваних полях. Особливо значно це проявляється на полях з глибоким заляганням ґрунтових вод. При глибокому заляганні ґрунтових

вод мікроклімат зрошуваних полів значно м'якший, ніж на незрошуваних. Влітку в жаркі суховійні дні температура поверхні ґрунту на зрошуваних полях на 20 - 25° С нижче, температура повітря на 6 -8° С нижче ніж на незрошуваних полях. Значно менше також значення нестачі насичення повітря вологою.

Мінливість запасів продуктивної вологи зрошуваних полів значно більше незрошуваних. Вологість ґрунту на зрошуваних полях залежить від способів поливу. Так , мінливість вологи при зрошуванні по борознах більше, ніж при поливі дощуванням. Крім того, спостерігається значна мінливість запасів вологи по полю Точність визначення вологи на зрошуваних полях залежить від кількості свердловин для визначення вологи. Дослідженнями Л.О.Разумової та Н.Б.Міщанинової встановлено, що для забезпечення однієї і тієї ж точності визначення повторність визначення запасів вологи у ґрунті на зрошуваних полях при поливі дощуванням повинна бути у півтора рази і при поливі по борознах у два три рази більше, ніж на незрошуваних (табл.1.10). При чотирикратній повторності визначення запасів вологи та при 80 % забезпеченості точність визначення вологозапасів у шарі 0 – 100 см складає 15 мм на полях, зрошених дощуванням, та 10 мм - на незрошуваних полях і 30 мм на полях, зрошених по борознах.

Таблиця 1.10 – Точність визначення запасів продуктивної вологи (мм) з 80 % забезпеченістю при різній повторності буріння (середня за період вегетації)

Поле	Кількість свердловин				
	6	5	4	3	2
В шарі ґрунту 0 – 50 см					
Зрошення по борознах	11	13	15	18	45
Зрошення дощуванням	4	4,5	5	6	11
Без зрошення	2,5	3,0	3,5	5	8
В шарі ґрунту 0 – 100 см					
Зрошення по борознах	21	25	30	34	89
Зрошення дощуванням	10	13	15	16	46
Без зрошення	8	9	10	12	33

Нерівномірність зволоження ґрунту після поливів відображується на стані посівів та врожаях зрошуваних культур. Наприклад, при поливі по борознах кукурудзи отриманий врожай в середньому становив 65 ц/га, а на окремих ділянках поля він коливався від 30 до 50 ц/га, а запаси вологи – від 60 мм до 150 мм.

Сумарні витрати вологи (сумарне випаровування) на зрошуваних полях під ярою пшеницею становить в середньому 6 – 7 мм/доба, на незрошуваних – 1 – 3 мм/ доба. Таке ж співвідношення спостерігається і на полях з кукурудзою (табл. 1.11).

Таблиця 1.11 – Сумарні витрати води (мм/доба) із шару ґрунту 0 – 100 см на зрошуваних і незрошуваних полях під різними культурами

Поле	Між фазні періоди розвитку				
	Сівба – вихід у трубку	Вихід у трубку - цвітіння	Цвітіння –молочна стиглість	Молочна – воскова стиглість	Сівба – воскова стиглість
Яра пшениця					
Зрошуване	2,8	6,2	5,5	5,1	4,8
Без зрошення	2,4	3,1	1,2	0,6	2,2
Кукурудза					
Зрошуване	3,2	4,5	4,8	3,5	3,7
Без зрошення	2,0	1,5	2,1	1,2	1,6

Ефективність використання води на зрошуваних полях набагато більше, ніж на не зрошуваних. На зрошуваних полях добре розвивається надземна маса рослин і вода використовується на транспірацію рослин. На незрошуваних полях вода витрачається головним чином із поверхні ґрунту і марні витрати води в середньому складають 50 %, тоді як на зрошуваному полі вони становлять тільки 20 %.

Слід відзначити, що за однієї і тієї ж погоди та одних і тих же початкових запасів вологи у ґрунті витрати її на полях з легкими ґрунтами йдуть значно швидше, ніж на полях з важкими. Різниця складає біля 1 – 2 мм/ добу, інколи 3 мм/ добу, якщо запаси вологи високі (табл. 1.12).

Таблиця 1.12 – Швидкість витрат води (мм/доба) зрошуваними зерновими культурами на полях з легкими і важкими ґрунтами при одних і тих же умовах погоди

Запаси продуктивної вологи у шарі 0-100 см	Яра пшениця		Кукурудза		Різниця	
	Супіщані	Суглинки	Супіщані	Суглинки	Яра пшениця	Кукурудза
70	4,4	3,4	2,6	1,5	1,0	1,1
100	5,8	4,3	4,0	2,4	1,5	1,6
130	7,2	5,2	5,5	3,2	2,0	2,3

160	8,6	6,1	6,9	4,2	2,5	2,7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Для характеристики витрат води на створення одиниці врожаю використовується поняття “*коефіцієнт водоспоживання*” – кількість води, витраченої на виробництво 1 ц/га продукції

Дослідженнями Л.О. Розумової та Н.Б. Мещанинової встановлено, що на незрошуваних або погано зрошуваних полях коефіцієнт споживання води значно вищий, ніж на зрошуваних.

При правильному режимі зрошення, коли врожаї ярої пшениці становлять 30 – 35 ц/га, коефіцієнти споживання води становлять 1200 – 1300. На суходолах при врожаї 3 – 4 ц/га коефіцієнти споживання становлять - 2300 – 3300.

Спостерігається відмінність і у темпах розвитку зрошуваних і незрошуваних культур. Розвиток зрошуваних культур трохи уповільнюється у порівнянні з незрошуваними.

В результаті оптимального забезпечення вологою та пом'якшеного фітоклімату при одних і тих же метеорологічних умовах структура та врожаї зрошуваних культур набагато вищі, ніж незрошуваних. Прибавки від зрошення складають від 20 ц/га і більше.

Крім того, раціонально організоване зрошення в декілька разів підвищує ефективність використання добрив. Наприклад, на темно-каштанових легких суглинках від внесення повного мінерального добрива при зрошенні прибавка врожаю зернових становить біля 16 ц/га, тоді як на незрошених вона становила 1,6 ц/га.

За даними І.Р. Ільїна, зрошення суттєво впливає не тільки на водний, повітряний та харчовий режим ґрунту, по мірі підвищення вологості прискорюється коло обіг питомих речовин – відбувається більш інтенсивна мобілізація недоступних для рослин сполучень, збільшується їх рухливість та посилюється надходження в рослини. Покращання водного режиму сприяє більш інтенсивному розвитку більшості груп мікроорганізмів.

Зрошення зменшує вміст кисню в ґрунтовому повітрі, особливо у перші дні після поливу. Суттєві зміни вмісту кисню спостерігаються в орному шарі ґрунту. Під впливом зрошення склад ґрунтового повітря змінюється до глибини від 50 см до 1 м.

1.4.2 Поля з високим залягання ґрунтових вод

При високому розташуванні рівня ґрунтових вод співвідношення умов вирощування та стану посівів сільськогосподарських культур на зрошуваних та незрошуваних полях зовсім інше.

Рівень ґрунтових вод значно коливається як впродовж вегетаційного періоду так і у межах одного поля.

Глибина залягання ґрунтових вод та коливання її рівня мають дуже великий вплив на водний режим ґрунтів, вологозабезпеченість рослин та формування їх врожаю. При високому рівні залягання ґрунтових вод (1 – 2 м від поверхні) і на незрошуваних полях нижні шари ґрунту, де розташоване коріння, добре зволожені за рахунок живлення ґрунтовими водами. Тому і врожаї сільськогосподарських культур не потерпають від посух та суховіїв і бувають досить високими. В зв'язку з цим деякі дослідники (С.М. Алпатьяев і ін.) пропонують вводити поправки при організації зрошення полів з високим стоянням ґрунтових вод. Ці поправки залежать від глибини залягання ґрунтових вод і механічного складу ґрунту. Поправки носять осереднений характер (табл. 1.12).

Особливості вирощування сільськогосподарських культур при зрошенні показують, що зв'язки, встановлені для суходолу, не можуть бути використані при зрошувальному землеробстві. Виникає необхідність самостійних методів агрометеорологічного обслуговування зрошуваного землеробства з обов'язковим в рахунок в них глибини залягання ґрунтових вод.

Оптимальна вологозабезпеченість сільськогосподарських культур у значній мірі залежить від волого за рядкових поливів. Волого за рядковий полив – це одноразовий полив поза межами вегетаційного періоду, за рахунок якого зволожується певний шар ґрунту.

Таблиця 1.13 – Середні поправочні коефіцієнти сумарного випаровування з полів, зайнятих сільськогосподарськими культурами (за даними С.М. Алпатьяєва)

Характеристика ґрунту (за механічним складом)	Глибина ґрунтових вод , м			
	1	1 - 2	2 – 3	3 – 4
Легкі	-	0,66	0,86	1,0
Середні	0,41	0,62	0,84	0,96
Важкі	-	0,60	0,77	0,90

У південних та південно-східних районах України волого за рядкові поливи рекомендується проводити перед сівбою озимих та повторних культур, на полях, зайнятих багаторічними травами, в садках та виноградниках. Це викликано тим, що восени та рано навесні опадів випадає дуже мало, що викликає висушування верхніх шарів ґрунту.

Дослідами Молдавського науково-дослідного інституту зрошуваного землеробства та овочівництва встановлено, що проведення волого за

рядкового поливу озимих культур восени забезпечує значну прибавку врожаю навіть при відсутності вегетаційних поливів. Крім того, волого за рядкові поливи сприяють більш економному витрачанні води для зрошення.

При проведенні волого за рядкових поливів необхідно правильно встановити глибину зволоження ґрунту. Н.О.Шев'яковим встановлено, що норми волого за рядкових поливів залежать від типу року (вологий чи сухий) і по-різному впливають на ефективність використання зрошуваної води. Так, найбільший вихід зерна озимої пшениці спостерігається при волого за рядкових поливах малими нормами дощуванням.

У сухі роки глибина промочування при волого за рядкових поливах на південно-каштанових ґрунтах дощуванням становить 80 см, по борознах – 1 м. Взагалі норми волого за рядкових поливів диференціюються в залежності від метеорологічних умов та початкових волого запасів у ґрунті. В роки з вологою осінню волого за рядковий полив під озиму пшеницю становить 800 – 1000 м³/га, в дуже сухі роки – 1000 - 1200 м³/га.

Значний ефект дають осінні волого за рядкові поливи на полях з багаторічними травами.

Під ярі культури волого за рядкові поливи восени проводити не обов'язково. В кожному році питання про проведення волого за рядкового поливу під ярі культури повинно вирішуватись окремо в залежності від конкретних погодних умов.

Дослідженнями М.Ф. Куликової встановлено, що волого за рядкові поливи восени під овочеві культури не впливають на вологість верхніх шарів ґрунту і суттєво не впливають на величину врожаїв.

Під ярі культури значний ефект дають передпосівні волого за рядкові поливи (табл.1.14).

Таблиця 1.14 – Вплив волого за рядкових поливів на врожай цукрових буряків (за В.Д. Михальчевським)

Варіант	Поливна норма, м ³ /га	Загальний запас вологи до сівби у шарі (м ³ /га)		Врожай, ц/га
		0 – 100см	0 – 150 см	
Контроль	0	3670	4830	371
Волого за рядковий полив	800-1000	3710	4970	383

Основою поливного режиму більшості сільськогосподарських культур є вегетаційні поливи, які підтримують оптимальну вологість у шарі розповсюдження коріння.

Врожаї сільськогосподарських культур особливо зменшуються при нестачі вологи у критичні періоди їх розвитку. У різних культур настання критичних періодів по відношенню до забезпечення вологою різне. У польових культур : зернові культури – вихід у трубку – налив зерна; кукурудза – за 10 днів до викидання волоті та 20 днів після викидання волоті; цукрові буряки – інтенсивний ріст листя та утворення коренеплода; овочеві – томати солодкий перець, баклажани – утворення суцвіть – масове плодоносіння; соняшник – утворення кошика – цвітіння, капуста – утворення і ріст качана; горох – поява зав'язі. Навіть короточасне зменшення вологості ґрунту в критичні періоди різко зменшує врожаї цих культур.

Для правильної організації зрошення велике значення має встановлення нижньої межі оптимальної вологості ґрунту. Критерієм оцінки оптимальної нижньої межі зволоження та глибини зволоження ґрунту для кожної культури є її врожай, коефіцієнт сумарного випаровування, приріст врожаю на 1000 м³ поливної води, залишкові волого запаси та економічні показники. Різні потреби рослин у воді обумовили розвиток диференційованого режиму зрошення окремих культур (табл. 1.15).

Слід зазначити, що дотримання рекомендованих норм зрошення має велике значення для економії зрошувальної води: при зменшених дозах значно підвищуються витрати води на випаровування, а при збільшених – спостерігається великі витрати води на фільтрацію за межі шару розповсюдження коріння. Найбільший економічний ефект при вирощуванні сільськогосподарських культур на зрошуваних землях отримується при оптимальному сполученні раціональних поливних режимів, технології поливів та доз органо-мінеральних речовин.

Для визначення режиму зрошення вегетаційний період сільськогосподарських культур умовно ділиться на три періоди: початковий, середній, завершальний. Для кожного з цих періодів і для кожної культури визначається нижня межа оптимального зволоження ґрунту. Такий розподіл дає змогу економно витрачати зрошувальну воду і підтримувати оптимальну вологість у будь який період вегетації.

Не повне використання ґрунтової вологи при зрошенні в значній мірі обумовлюється поганим розвитком коріння рослин.

При аналізі водного режиму зрошуваних полів використовується поняття *коефіцієнт витрат запасів ґрунтової вологи, що характеризує процеси фізичного та біологічного висушування ґрунту при різних поливних режимах*. Встановлено, що при доброму зволоженні рослини менше використовують вологи з ґрунту, а це призводить до зростання залишків запасів вологи. Коефіцієнти використання ґрунтової вологи різні для

різних сільськогосподарських культур і залежать від типу поливного режиму, своєчасного припинення поливів.

Таблиця 1.15 – Перед поливна вологість та розрахований шар зволоження деяких сільськогосподарських культур

Культура	Період вегетації	Глибина Розрахункового шару, см	Вологість ґрунту перед поливом, % НВ
Озима пшениця	Весь період вегетації	70	70
Кукурудза весняного посіву	“ - “	70	70
Кукурудза Пожнивна	“ - “	50	70
Цукрові і кормові буряки	До початку росту Коренеплоду	50	80
	В період росту Коренеплоду	70	70
Соняшник	Весь період вегетації	70	70
Люцерна	“ - “	70	70
Томати ранні	До початку досягання	50	75
	В період плодоносіння	70	85
Томати середні	Весь період вегетації	50	70
Перець солодкий	До плодоутворення	30	70
	В період утворення плодів	50	70
Баклажани	До початку досягання	30	70
	В період плодоносіння	50	70
Горох овочевий	Весь період вегетації	50	70
Картопля	До початку утворення бульби	50	80
	У період утворення бульби	50	75
Огірки	Весь період вегетації	50	80

О.М. Козін запропонував класифікацію водних режимів ґрунтів в умовах зрошення:

1. Повністю регульований впродовж вегетаційного періоду.

2. Частково або періодично регульований, коли проводиться один або декілька поливів а запасів вологи достатньо для задоволення потреб рослин у воді.

3. Водний режим на полях рису.

В кожному з цих типів виділяються підтипи. До складу повністю регульованого водного режиму ґрунту входять підтипи: автономний (А), промивний (Б) та підпертий (В). До періодично регульованого типу відносяться підтипи: волого за рядковий (А), лиманний (Б), скорочений (В). Водний режим рисового поля має підтипи: постійне затоплення (А), скорочене затоплення (Б), переривчате затоплення (В).

В районах з глибоким заляганням ґрунтових вод та недостатньою кількістю опадів переважає повністю регульований тип водного режиму ґрунтів. На полях при непостійному поливному режимі переважає частково регульований тип водного режиму ґрунтів

У практиці зрошувального землеробства розрізняють проектні та експлуатаційні (технологічні) поливні режими. Проектні режими використовуються для проектування нових та реконструкції старих зрошуваних систем. Експлуатаційні режими зрошення розробляються з врахуванням потреби рослин у воді та господарських і природних умов кожного року.

1.5 Режим і засоби зрошення

1.5.1 Режим зрошення

Існує три методи подачі і розподілу води на зрошуваних полях:

1 – розподіл зрошувальної води по поверхні ґрунту, причому вода надходить зверху (поверхневий);

2 – розбризкування води у вигляді дощу над зрошуваним полем за допомогою спеціальних пристроїв і зволоження не тільки ґрунту, а і рослин (дощування);

3 – підведення води не з поверхні ґрунту а знизу, по прокладених у землі трубах та зволоженні активного шару ґрунту за рахунок засмоктуючої сили ґрунту (підґрунтове зрошення), субіригація.

Для поверхневого зрошення характерні : а) можливість отримання різних глибин зволоження ґрунту; б) більше або менше гравітаційне промочування поверхневих шарів ґрунту; в) режим зрошення з великими коливання вологості ґрунту, що надає труднощів при проведенні частих поливів малими нормами.

Зрошення дощуванням дає змогу: а) зменшувати товщину шару промочування; б) послаблювати гравітаційне промочування верхніх шарів

грунту; в) застосовувати малі поливні норми і більш часті поливи; г) більше впливати на мікроклімат приземного шару ґрунту.

Підґрунтове зрошення дозволяє: а) отримувати тільки капілярне зволоження верхніх шарів ґрунту; б) підтримувати визначену глибину промочування ґрунту; в) зберігати більш постійний запас вологи у ґрунті; г) забезпечувати безперервне водопостачання рослин у відповідності з їх потребою у воді.

Субіригація – це поповнення води у активному шарі ґрунту за рахунок близько розташованих ґрунтових вод. Цей спосіб застосовується в місцевостях, де є слабо мінералізовані ґрунтові води.

Вибір способу зрошення залежить від таких умов:

- прийнятої схеми поливів сільськогосподарських культур та норм поливів;
- способів та спорядження механізації сільськогосподарських робіт;
- швидкості вбирання води ґрунтом;
- міри засоленості ґрунту;
- рельєфу та схилу поверхні зрошуваної ділянки;
- економічних показників.

Під час вибору способів та техніки поливів перевага віддається тим, які забезпечують високу механізацію поливів, автоматизацію розподілу води, зростання економічних показників, то що. Зрошувальні та поливні норми залежать від способів зрошення.

Зрошувальна норма – це кількість води, яку необхідно витратити на зрошення будь-якої сільськогосподарської культури за вегетаційний період ($m^3/га$)

Поливна норма – це кількість води, що подається на поле за один полив ($m^3/га$).

Зрошувальні та поливні норми залежать від засобів зрошення.

У зрошувальному землеробстві використовується три основних засоби зрошування: поверхневе, дощування, підґрунтова подача води по закладених у землі трубах.

Поверхневе зрошення. У практиці землеробства найпоширенішими є три види поверхневого зрошення: полив по борознах, полив напуском по смугах та полив затопленням.

При поливах по борознах вода вбирається в ґрунт через дно та відкоси борозни. Глибина борозни коливається від 8 – 10 см (мілкі) до 18 – 20 см (глибокі), ширина становить від 25 до 40 см. Поливи по борознах застосовують для зрошення технічних та просапних культур. Довжина борозни визначається проникненням води в ґрунт та похилом місцевості. Найсприятливіші похили для цього 0,002 – 0,001. Відстань між борознами встановлюється в залежності від засобів обробітку посівів. Швидкість руху води у борознах не повинна перевищувати 0,1 м/сек.

Витрати води при поливах по борознах залежить від проникливості води в ґрунт, розмірів похилу та довжини борозни і коливається у межах від 0,2 до 1,2 л/сек. До недоліків цього засобу відноситься виникнення небезпеки повторного засолювання ґрунтів за рахунок виносу солей на гребінь борозни.

Полив напуском по борознах використовується для культур із суцільним посівом. Для організації зрошення на суцільних посівах площа посіву розбивається на смуги, що відокремлюються земляними валиками. Ширина смуги розраховується як кратна ширині захвату зрошувальної техніки. Довжина смуги коливається від 50 до 500 м. Недоліком поливу напуском по борознах відноситься погіршення водно-фізичних властивостей ґрунтів (рис. 1.2).

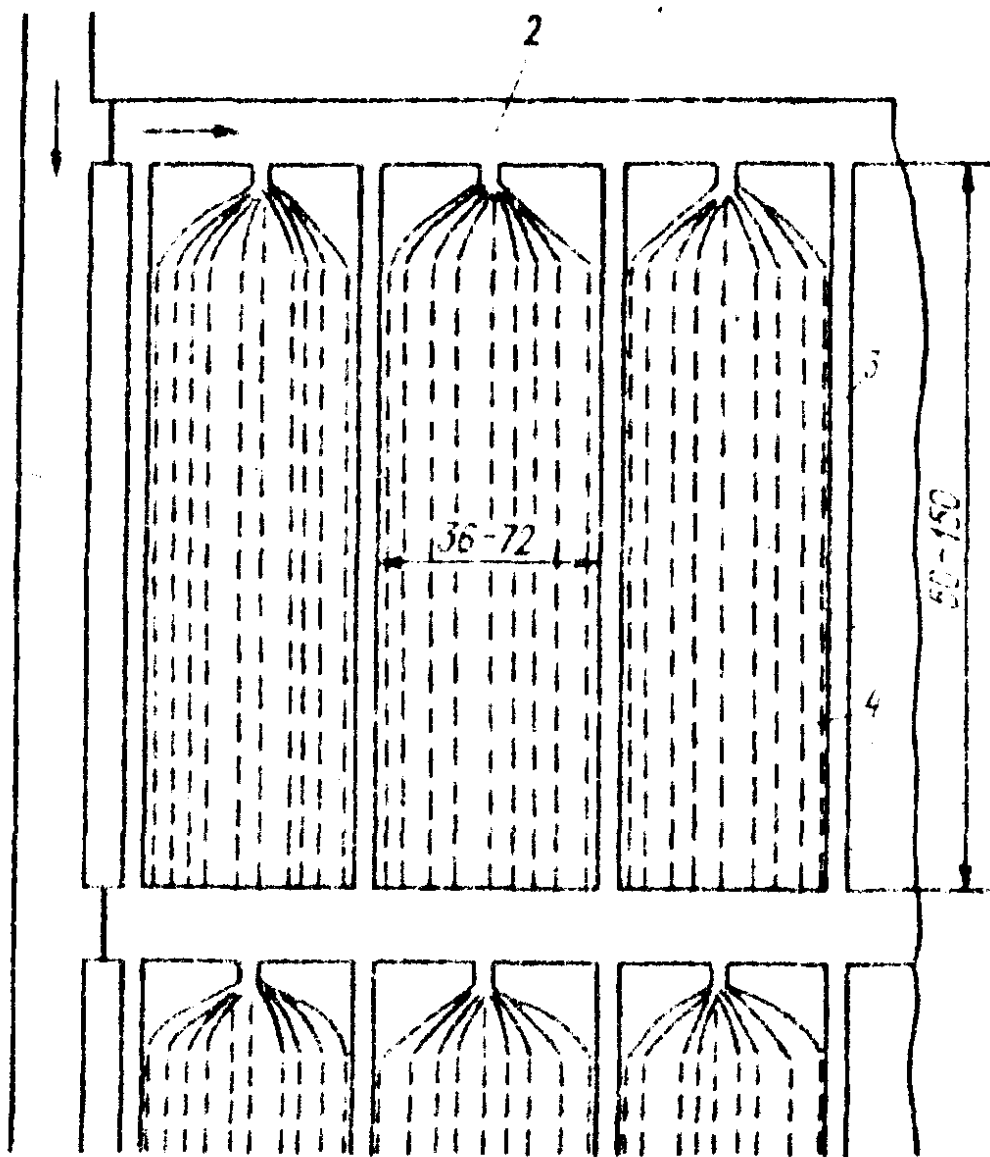


Рисунок 1.2 – Схема поливу по смугах:

- 1 – тимчасовий зрошувач;
- 2 – вивідна борозна;
- 3 – валик; 4 – поливна смуга.

Полив затопленням – це заповнення водою чеків, обмежених земляними валиками висотою 25 – 30 см. В залежності від рельєфу місцевості чеки мають площу від 0,5 – 0,6 (малі) до 8 – 50 га (великі). Полив затопленням застосовується при вирощуванні рису. Недоліками цього способу є необхідність подачі води в значних розмірах (до 2000 м³/га) що викликає заболочування та засолення ґрунтів, ускладнення проведення сільськогосподарських робіт через перешкоди.

Дощування. Порівняно із самотічними способами поливу дощування має і переваги: уникнення необхідності влаштовувати смуги або борозни; регулювання водного режиму ґрунтів більш частими поливами з меншими нормами; збереження структури ґрунту при невеликій інтенсивності зрошення. Зрошення дощуванням здійснюють при складному мікрорельєфі, засолених землях та на ділянках з близьким заляганням ґрунтової води. Ефективність дощування визначається характеристиками штучного дощу: інтенсивністю, величиною капель та рівномірністю розподілу дощу за площею.

Інтенсивністю дощування називають кількість води, поданої дощувальною установкою в одиницю часу, вона вимірюється в міліметрах за хвилину (мм/хв).

Під час використання дощувальної техніки потрібно, щоб інтенсивність дощу для будь-якого проміжку часу була менша швидкості вбирання води в ґрунт (табл. 1.16).

Таблиця 1.16 – Допустима інтенсивність дощу, мм/хв, при поливних нормах 300-500 м³/га

Ґрунти	Дощування	
	Коротко-струминне позиційне	Машинами з обертовими апаратами
Чорноземи і легко суглинисті	0.8-1.0	0.30-0.35
Чорноземи середньо- і важко суглинисті	0.5-0.8	0.22-0.27
Каштанові і дерново-підзолисті	0.4-0.6	0.12-0.20
Сіроземи світлі середньо суглинисті	0.3-0.5	0.07-0.15

Відповідно до агротехнічних потреб середній діаметр краплі дощу не має перевищувати 1.5 мм. Більші краплі руйнують агрегати ґрунту, щільність яких зростає і не сприяє поліпшенню дії на рослини.

Рівномірність дощування характеризується коефіцієнтом рівномірності, тобто відношенням середнього шару подачі води на даній площі до максимального:

$$k_{PB} = \frac{h'_{cp}}{h_{max}}, \quad (1.33)$$

Доцільним вважається значення k_{PB} не менше 0.7-0.8. Зрошувальні системи, в яких ґрунт зволюється за допомогою дощувальних установок, називають дощувальними.

Дощувальні системи можуть бути стаціонарними та пересувними.

Стаціонарні дощувальні системи відрізняються тим, що положення всіх елементів вважається сталим (рис. 1.3). Вони містять: насосну станцію, магістральні та розподільні трубопроводи, польові трубопроводи, розподільні колодязі, гідранти з дощувальними приладами. Найпоширенішими є на пів стаціонарні дощувальні системи. Для них характерне використання дощувальних пристроїв, які отримують воду з постійних розподільних трубопроводів на зрошуваному масиві. Пересувні дощувальні системи застосовують при зрошенні невеликих ділянок. Всі елементи системи в процесі поливу можуть переміщатися з позиції на позицію.

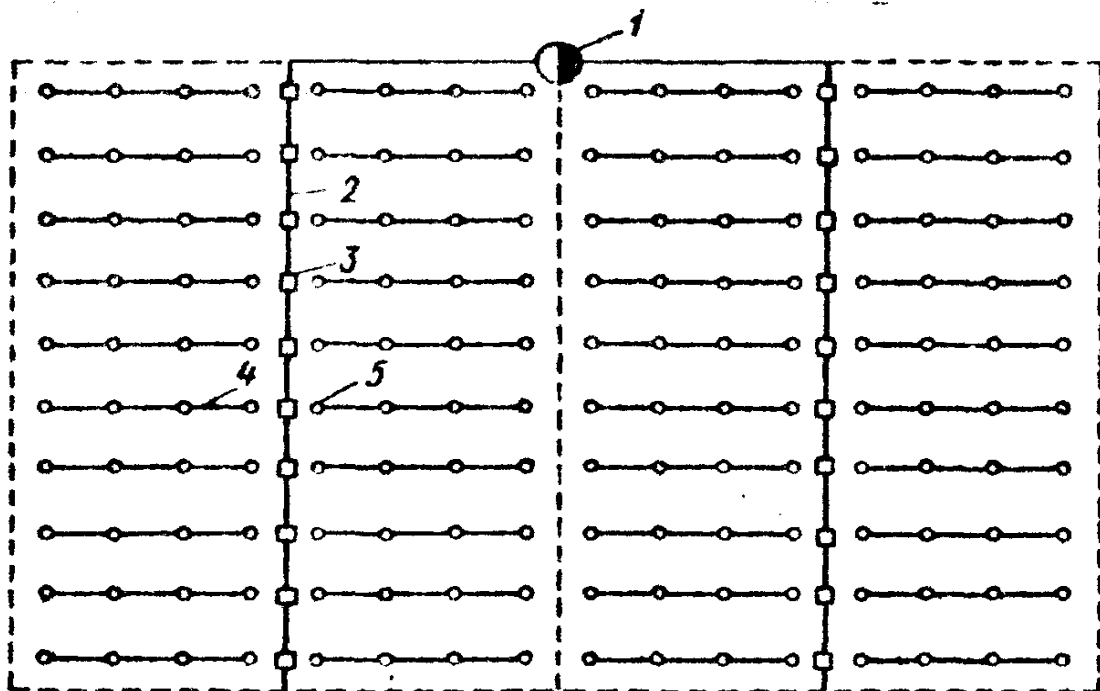


Рис.1.3 – Схема стаціонарної зрошувальної системи:

- 1 – насосна станція;
- 2, 4 – відповідно розподільчий та польовий трубопровід;
- 3 – розподільчий колодязь;

5 – дощувальний апарат.

Дощувальні пристрої не мають дощувальних опор. Вода до них передається по напірній зрошувальній системі спеціальними насосними станціями.

Перетворення водяного струменя в краплі штучного дощу здійснюється за допомогою дощувальних насадок або сопел в результаті створюваного в них напору. Дощувальний насадок в процесі поливу залишається нерухомим відносно трубопроводу, на якому він розміщений. На відміну від насадки, дощувальний апарат в процесі поливу обертається навколо вертикальної осі апарату, на якому його обладнано.

Дощувальні пристрої взагалі класифікують так:

1) за дальністю польоту крапель - на коротко струминні (до 10 м), середньо струминні (20 - 40 м) та далекоструминні (40 - 100 м);

2) за принципом проведення поливу – на стаціонарно розміщені на одній позиції або ті, що проводять полив під час руху;

3) за типом зрошувальної мережі – на ті, що працюють від закритої та відкритої мережі;

4) за створенням необхідного напору – за рахунок спеціальних насосних станцій або насосів, змонтованих на одному агрегаті з дощувальними пристроями;

5) за переміщенням на поливній ділянці – на самохідні, які переміщуються по полю вручну або за допомогою спеціальних ходових візків з двигунами, перекачувальні на колесах за допомогою механічної тяги та ін.

У виробництві серійно випускаються дво консольний дощувальний агрегат ДДА-100МА далеко струминний агрегат ДДН-100, дощувальні машини ДМ "Фрегат", ДКШ-64, "Волжанка" та ДФ-120, "Дніпро", розбірно-переносні установки типу К-50 "Радуга", дощувальні насадки та апарати. Схема роботи машини «Фрегат» на рис.1.4

Важливою перевагою під ґрунтового зрошення є здійснення санітарних умов під час зрошення стічними водами. Таке зрошення не лише зволожує, а й удобрює посіви. Перед тим як подавати стічну воду в зрошувальну мережу, її потрібно насамперед пропустити через відстійники та осадові басейни.

Незважаючи на переваги, під ґрунтове зрошення має обмежене застосування. Його використовують на зрошувально-осушувальних системах для двостороннього регулювання водного режиму заболочених земель, які підлягають меліорації.

Лиманне зрошення – найпростіший та найефективніший спосіб одночасного (весняного) зволоження земель.

Штучними лиманами називають просторі ділянки місцевості, відгороджені невисокими греблями, які затримують весняні талі води або

ж води, подані на ділянки з рік та водосховищ. За способом затоплення водою лимани діляться на три типи: лимани безпосереднього затоплення, затоплені сніговою водою; заплавні – влаштовані в природних незатоплених або мало затоплених заплавах; лимани, наповнені водами із водосховищ або з обводнених каналів. За глибиною затоплення вони поділяються на лимани мілкового заповнення з середньою глибиною 0.25-0.35 м, середнього заповнення – 0.35- 0.70 м та глибоководні - більше 0.70 м. Крім того, лимани можуть бути самітні (однорусними) та являти собою цілу систему лиманів з передачею води послідовно з вище розміщених у нижче розміщені лимани – багатоярусні (рис. 1.5).

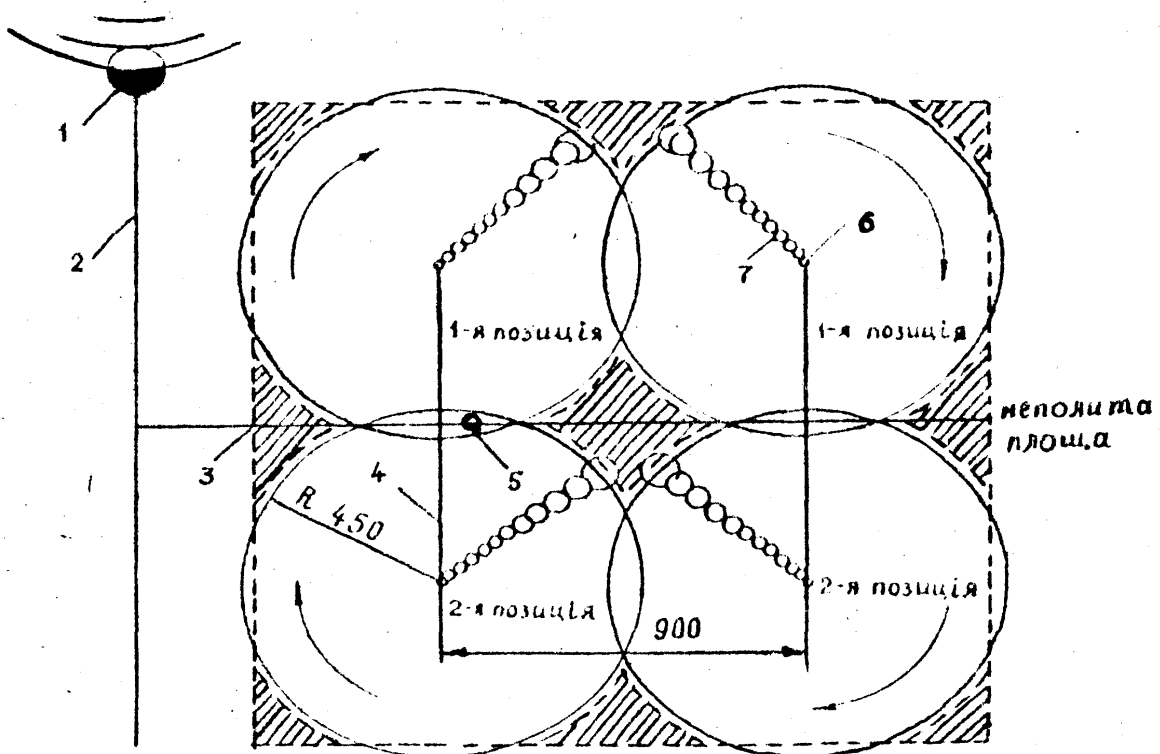


Рис.1.4 – Схема роботи дощувальної машини «Фрегат»:

- 1 – насосна станція;
- 2, 3, 4 – відповідно магістральний, розподільний та польовий трубопроводи;
- 5 – розподільний колодезь;
- 6 – гідрант;
- 7 – машина «Фрегат».

Тривалість перебування води в лимані залежить від властивостей ґрунту, строків та глибини заповнення, виду сільськогосподарської

культури, похилу та планування лиману. Звичайно сільськогосподарські культури та трави більш чутливі до затоплення в перші фази розвитку та краще його переносять в пізніші терміни. З ростом температури та вологості повітря тривалість затоплення повинна знижуватись.

За своїм призначенням поливи підрозділяються на вегетаційні, волого за рядкові, освіжаючі, проти заморозкові, під живлющі та ін.

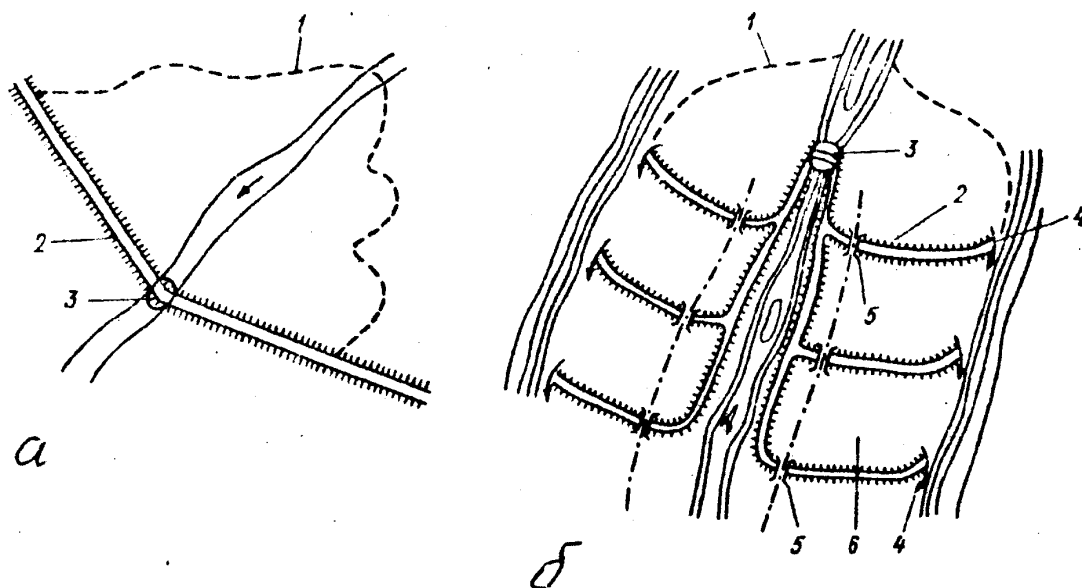


Рис. 1.5 – Схема заплавних лиманів:

a – одноярусного з греблею;

б – триярусного: 1 – межі затоплення, 2 – захисний вал;
 3 – гребля; 4 – обхід води; 5 – випуск води;
 6 – секція лиману.

Веgetаційні поливи забезпечують потрібний водно-термічний режим полів у веgetаційний період рослин. Правильне визначення строків та норм таких поливів є метою меліоративної гідрології.

Волого за рядкові та передпосівні поливи здійснюють взагалі восени або навесні (перед посівом) для збільшення запасів ґрунтової вологи.

Волого зарядкові поливи восени здійснюються при глибокому заляганні ґрунтових вод. За високого стояння ґрунтових вод можливий передпосівний полив малою нормою, який дає змогу, уникнути змикання зрошувальної води з ґрунтовою. Осінні волого за рядкові поливи здійснюють перед сівбою озимих культур або відразу після сівби. До оранки волого за рядку здійснюють в тому разі, коли ґрунт після збирання врожаю дуже сухий і не піддається обробці. Волого за рядковий полив після оранки забезпечує краще зволоження ґрунту.

Волого за рядкові поливи в основному здійснюються поливом по борознах, рідше напуском або дощуванням. Поливні канали нарізають смугу утворювачами, поливні борозни – окучувачами або щільорізами. Останні збільшують інфільтраційну можливість ґрунту, що дає змогу в короткі строки зволожити ґрунт на глибину 1.0 - 1.5 м та глибше.

Освіжаючі поливи проводяться впродовж вегетаційного періоду для створення сприятливого мікроклімату в середині рослин. Такі поливи збільшують вологу в листі, знижують температуру, сприяють фотосинтезу. Один освіжаючий полив шаром 7 - 9 мм підвищує відносну вологість повітря у травостої на 15 - 20 % та знижує його температуру на 2-3 °С. При тривалих суховіях рекомендується проводити два поливи.

Різновидністю освіжаючих поливів є імпульсні поливи тривалістю до декількох хвилин по 3 - 4 рази на годину. Такий полив виконується стаціонарними дощувальними установками за завданою програмою або з дистанційним керуванням.

Проти заморозкові поливи використовують у боротьбі із шкідливою дією заморозків на рослини. Завчасні або проведені під час заморозків поливи культур можуть захистити їх від загибелі. Такі поливи збільшують теплопровідність ґрунту, яка зменшує глибину інверсії температури та підвищує температуру приґрунтового шару повітря. При збризуванні рослин під час заморозків підвищується температура поверхні ґрунту та листя рослин, зростає вологість ґрунту та повітря. Навіть у таких випадках, коли на листях вода замерзає, вона виділяє при цьому теплоту замерзання (335 Дж/г), яка зберігає листя від подальшого зниження температури. Практично найприйнятніша інтенсивність дощу при проти заморозковому поливі 1.5 - 3.0 мм/рік.

Підживлювальні поливи дозволяють одночасно з поливною водою вносити на зрошувані поля і добрива. Такі поливи можна проводити при будь-яких способах зрошення. Так, на дощувальних машинах встановлюють спеціальні апарати – гідропідживлювачі, розчинені добрива з яких з зрошувальною водою подаються на поле.

Під час поливу по борознах або по смугах перед тимчасовим зрошувачем встановлюють наповнений добривом бачок з поплавковим сифоном, в результаті чого воно подається до зрошувальної води рівномірним струменем.

Промивальні поливи здійснюються для розчинення та відтоку солей з верхніх горизонтів ґрунту за межі шару активного волого обміну. На засолених землях перед поливом поле глибоко орють, боронують, вирівнюють та розбивають на чеки за допомогою земляних валиків. Промивну воду подають порціями з невеликими інтервалами. Для розчину солі перші порції зволожують ґрунт до найменшої вологості, подальші порції забезпечують промивку ґрунту. Промивальні поливи за звичай

виконуються в період, коли ґрунтові води встановлюються на мінімальній позначці (осінь). Поливи здійснюються з інтервалом два-чотири дні при нормі 100 - 150 мм/га.

Крім перелічених поливів, для звільнення полів від бур'янів виконують "провокаційні" поливи, які стимулюють появу сходів та прискорюють ріст бур'янів з подальшим їх знищенням.

1.5.2 Розрахунок зрошувальних норм та поливного режиму

Графічний метод. Розрахований режим зрошення встановлюють за допустимим вміщенням вологи у ґрунті. З цією метою будуються три криві допустимих запасів води: максимальна, що відповідає найменшій вологомісткості ґрунту – W_{HB} ; середня – вологості розриву капілярів – W_{PK} (тобто нижньої межі оптимальних вологозапасів); мінімальна – вологості в'янення – W_{BB} . Кожна з цих кривих залежить від потужності розрахункового шару ґрунту. Різниця міжцими запасами визначає найбільшу поливну норму у будь-який час вегетаційного періоду в залежності від водоутримувальних властивостей шару ґрунту. При цьому інтервал вологозапасів ґрунту між W_{HB} та W_{PK} відповідає оптимальному зволоженню ґрунту, яке забезпечує максимальний врожай. Розрахований інтервал, що дозволяє зменшення вологозапасів від W_{HB} до W_{BB} , використовують при визначенні режиму зрошення в умовах недостатніх водних ресурсів, коли застосовуються «скорочені» поливи. У таких випадках норми і строки зрошення визначаються графічною побудовою на тому ж графіку кривих зміни вологості у розрахунковому шарі ґрунту під сільськогосподарською культурою (рис. 1.6).

Такі графіки будуються за результатами водно-балансових спостережень.

У практиці зрошуваного землеробства розробляються графіки поливів усіх культур, які входять до сівобороту. Графік поливів, побудований для площі 1 га, називають *питомим графіком поливів* або *графіком гідромодуля* (рис. 1.7). Чисельні значення ординат гідромодуля q визначаються з формули:

$$q = a_k N / 86,4 t \quad (1.41)$$

де a_k – доля площі, що зайнята культурою у сівозміні;

N – поливна норма, м³/га;

t – період, впродовж якого проводять полив культури (від 3 до 15 діб).

Гідромодулем називають питому витрату води в літрах за секунду (л/сек) на 1 га зрошуваної площі сівозміни.

Після встановлення розрахункового режиму зрошення для кожної культури сівозміни та визначення ординат m_i - будують графік гідромодуля (рис. 1. 7). Для його побудови на осі ординат відкладаються гідромодулі, а на осі абсцис - час; в дні збігу поливів різних культур частинні гідромодулі накладаються один на другий. Ординати на цьому графіку відповідають

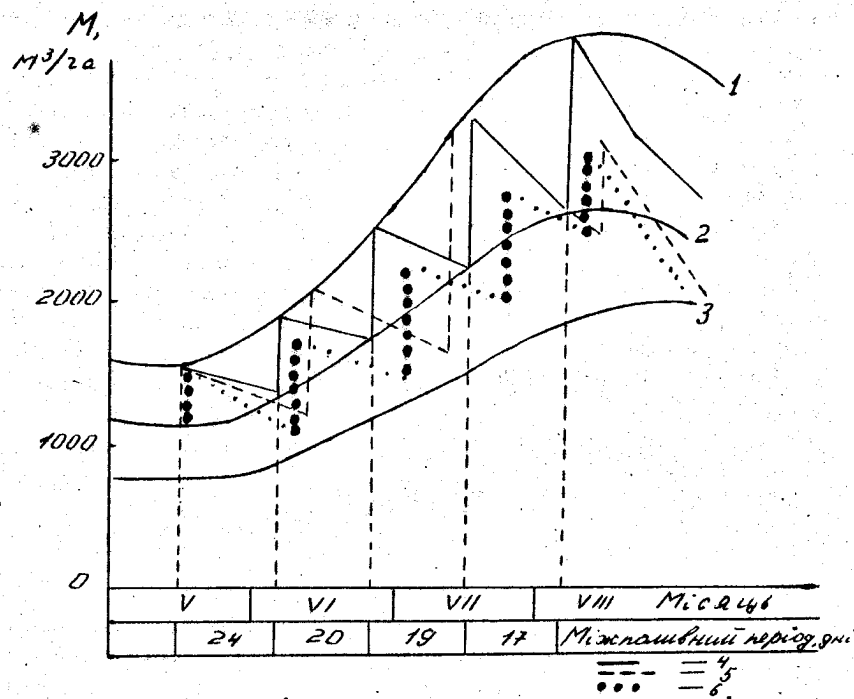


Рисунок 1.6 – Графічний метод визначення норм та строків поливів:
 1, 2, 3 – криві верхньої W_{HB} та нижньої W_{PK} межі діапазонів оптимальних запасів вологи в ґрунті та вологості в'янення W_3 ;
 4 – криві зміни запасів вологи в ґрунті за оптимального режиму поливу;
 5, 6 – ті самі поливи відповідно рідкими, але частими дозами.

даного поливу, абсциса - його тривалості, площа - нормі поливу, віднесеної до 1 га поливної площі.

Графік у його першій побудові називають не укомплектованим . Він характеризується великими коливаннями та нерівномірністю ординат у часі, а також наявністю короткочасних перерв у подачі води для поливів.

Нерівномірність графіка гідромодуля призводить до подорожчання будівництва та експлуатації зрошувальної системи. У зв'язку з цим графік гідромодуля комплектують так, щоб ординати його протягом всього зрошувального періоду відрізнялися один від одного не більше ніж на 50 - 60 %. Укомплектування гідромодуля здійснюється за рахунок змінювання поливного періоду та строків поливу у допустимих межах за агротехнічними умовами.

При цьому дотримуються таких вимог:

1) кількість води, призначеної для поливу даної культури, не змінюють, тобто $q_1t_1=q_2t_2$, де q_1t_1 та q_2t_2 – ординати гідромодуля та поливний період до і після укомплектування;

2) графік комплектується на основі змінювання тривалості поливу та строків їх проведення;

3) інтервали між середніми датами двох сусідніх поливів однієї і тієї самої культури (період між поливами) могла змінювати не більше ніж на 3 доби.

У результаті укомплектування графіка гідромодуля підвищується зрошувальна можливість джерела зрошення, зменшуються розрахункові максимальні витрати, поліпшується робота зрошення в часі.

Агрогідрологічний метод. В основу агро гідрологічного методу розрахунку оптимальних строків та норм поливів, розробленого Л.О.Разумовою та Н.Б.Мещаніною, покладено сучасну теорію пересування вологи у ґрунті та її доступності для рослин, а також закономірності витрат води понад вологість в'янення і розриву капілярів.

С.О. Веріго встановлено, що найбільш рухлива, а тому й найбільш споживана рослинами, волога, яка утримується в ґрунті понад вологістю розриву капілярів. Якщо зволоження ґрунту сягає цієї межі, то рух вологи під впливом капілярних сил закінчується і рослини відчувають спочатку незначну, а далі все більшу нестачу вологи. Тому при організації зрошення слід не доводити вміст вологи у ґрунті до межі менше вологості розриву капілярів. Ця межа відповідає 70 % найменшої вологомісткостіємності.

Тільки у період дозрівання зерна це значення межі зволоження не повинно бути вище 40 мм.

Зміна запасів продуктивної вологи на зрошуваних полях, а отже, і настання дат чергового поливу, розраховуються за рівняннями виду:

$$\Delta y = a w_1 + b t + c r + l, \quad (1.34)$$

де Δy – зміна запасів продуктивної вологи у зрошуваному шарі (мм/доба);

w_1 – запаси продуктивної вологи у цьому ж шарі на початок розрахункового періоду, мм;

t – середня температура повітря, $^{\circ}\text{C}$;

r – сума опадів, мм;

a, b, c, l – числові коефіцієнти, що залежать від типу рослин, стану їх розвитку і ін.

Це загальний вигляд рівняння. На підставі багаторічних досліджень рівняння розраховуються для кожної культури і типу ґрунтів та кожного межфазного періоду.

Слід зазначити, що при визначенні норм чергових поливів для культур, які вирощуються на легких ґрунтах, за верхню межу зволоження приймають значення запасів вологи в ґрунті, які на 30-40 мм перевищують значення найменшої вологомісткості. Норми поливів розраховуються окремо для різних видів поливів.

1.5.3 Метод прогнозів оптимальних режимів зрошення зернових культур

На зрошуваних землях збільшується виробництво зернових культур, рису, овочевих. Збільшення зрошуваних земель вимагає надійних методів розрахунку зрошуваних норм, кількості поливів за вегетаційний період та норм та термінів одного поливу.

Агrometeorологічні прогнози оптимальних режимів зрошення дозволяють враховувати закономірності витрат води із зрошуваних полів у різні моменти розвитку сільськогосподарських культур за різних умов погоди та різного стану зволоження ґрунту.

На разі на мережі гідрометеорологічного обслуговування складаються три види прогнозів зрошення:

- 1) прогноз вологозарядкових поливів озимих зернових культур;
- 2) прогноз оптимальних зрошувальних норм на вегетаційний період основних зернових культур (озима та яра пшениця, кукурудза);
- 3) прогнози оптимальних строків та норм поливу зернових культур, картоплі та цукрових буряків, овочевих культур.

Ці методи розроблені у Гідрометеорологічному центрі Росії та в Українському науково-дослідному гідрометеорологічному інституті.

Метод прогнозу вологозарядкових поливів озимих культур. У районах недостатнього зволоження на момент сівби озимих культур у деякі роки запаси вологи у орному шарі ґрунту або занадто малі, щоб забезпечити проростання насіння, або зовсім відсутні. Тому тут необхідне зрошення.

Прогноз вологозарядкових поливів під озимі культури складається за один-півтора місяці до сівби і в ньому розраховується очікувані норми та строки поливів.

Норма вологозарядкових поливів (N) розраховується як різниця між найменшою вологомісткістю промочуваного шару ґрунту (W_0) і запасами продуктивної вологи, які спостерігалися у шарі ґрунту перед початком поливу (W_1):

$$N = W_0 - W_1 \quad (1.35)$$

Найменша волого місткість визначається за даними фактичних спостережень, які проводяться на агрометеорологічних станціях кожні п'ять років. Якщо такі спостереження не проводились, то вологомісткість метрового шару тяжких ґрунтів (глинистих та суглинків) приймається рівною 170 – 180 мм продуктивної вологи, легких ґрунтів (супіщаних та легких суглинків) – 150 – 160 мм.

Дати оптимальних та надто пізніх термінів сівби озимих культур, а рівно і оптимальних та надто пізніх вологозарядкових поливів, визначаються за рівнянням:

$$N = \frac{A}{t - 5} \quad (1.36)$$

де N – тривалість періоду від дати сівби до наступу оптимального (тричотири пагони) або задовільного (один пагін) кушніння озимих, дні;

A – сума ефективних температур, що необхідна від сівби до оптимального або задовільного кушніння, °С;

t – середня за добу температура повітря за ті ж періоди, °С.

Так як вологозарядкові поливи забезпечують добре зволоження ґрунту, то при розрахунках N використовуються константи О.О. Шіголева. Сума ефективних температур (A), що необхідна від сівби до появи першого пагону кушніння для жита становить 119° С, для пшениці – 134° С; для періоду від сівби до появи третього пагону сума становить 200° С.

Для забезпечення доброї сівби необхідно, щоб між вологозарядковим поливом та початком сівби пройшло 5 – 10 днів, щоб ґрунт встиг

звільнитися від зайвої води, підсохнути зверху і бути готовим для проведення посівних робіт.

Вологість ґрунту перед початком вологозарядкового поливу визначається інструментально, або розраховується за рівняннями, приведеними у табл. 1.16 та 1.17.

Якщо поля, де повинні проводитись вологозарядкові поливи, були зайняті зерновими культурами (наприклад під ярою пшеницею), або під травами, то для розрахунків очікуваних запасів вологи у ґрунті до дозрівання та збирання цих культур використовується рівняння, як відповідають періоду розвитку.

Таблиця 1.16. – Зміна запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на кінець декади (у) в залежності від запасів вологи на початок декади (W_1), середньої температури за декаду (t), та суми опадів за декаду (x) при вирощуванні зернових культур у богарних умовах

Період вегетації	Рівняння зв'язку	Номер рівняння
Після збирання ярих культур	$Y = - 0,076W_1 - 0,36t + 0,74x + 1,3$	1.37
Чистий пар	$Y = - 0,063W_1 - 0,79t + 0,67x + 13,0$	1.38
Формування зерна ярих культур	$Y = - 0,229W_1 - 1,72t + 1,08x + 23,3$	1.39

Якщо ж поля знаходились під пізніми ярими пропашними культурами (наприклад під кукурудзою), то до моменту їх збирання використовуються рівняння (1.37) та (1.39) в залежності від фази розвитку, а після збирання – рівняння (1.37). Для прискорення розрахунків були побудовані графіки (рис. 1.8 – 1.10).

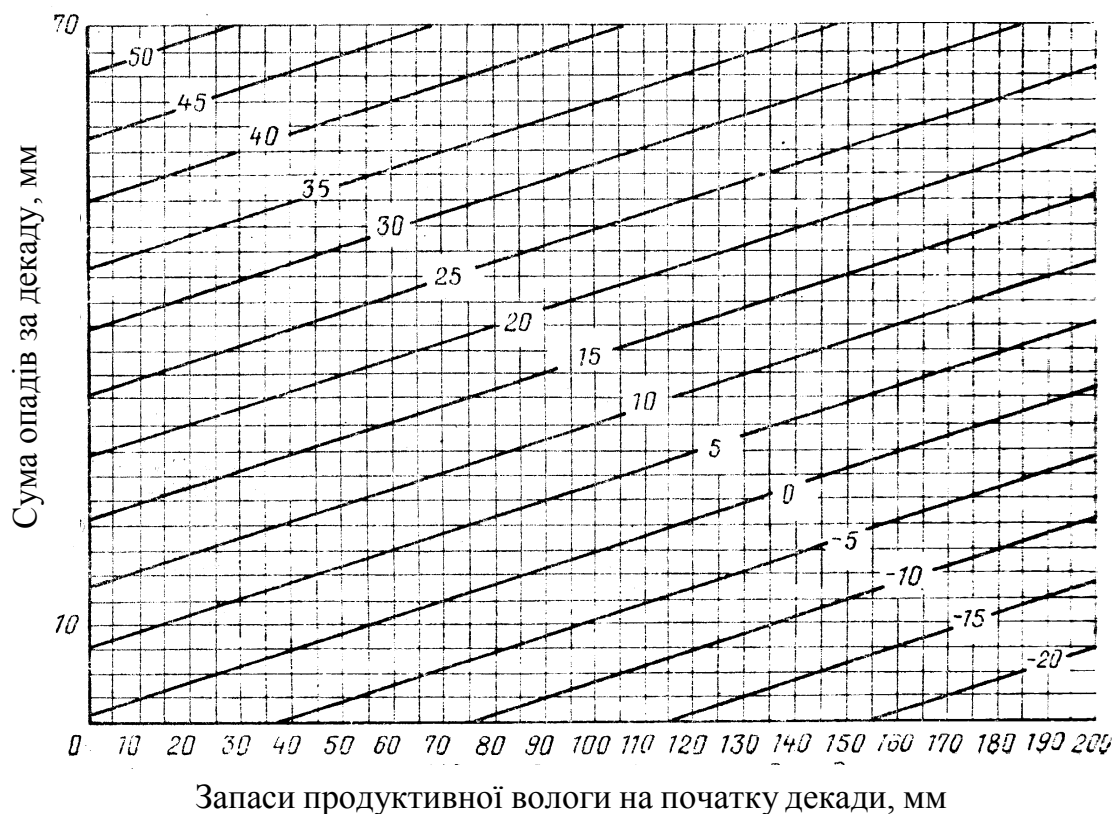
На графіку на осі абсцис зазначені запаси продуктивної вологи на початок розрахунку (W_1), по осі ординат – сума опадів за декаду (x); похилі лінії у полі графіка – відповідні зміни запасів вологи за декаду.

Після розрахунку очікуваних запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту, визначається норма вологозарядкового поливу, яку необхідно дати на поле, щоб промочити ґрунт не менше ніж на один метр. При необхідності можна розрахувати норму вологозарядкового поливу для промочування шару ґрунту до 2 м.

Після визначення запасів води розраховується зрошувальна норма водо зарядового поливу.

Метод прогнозу норм зрошення зернових культур на вегетаційний період.

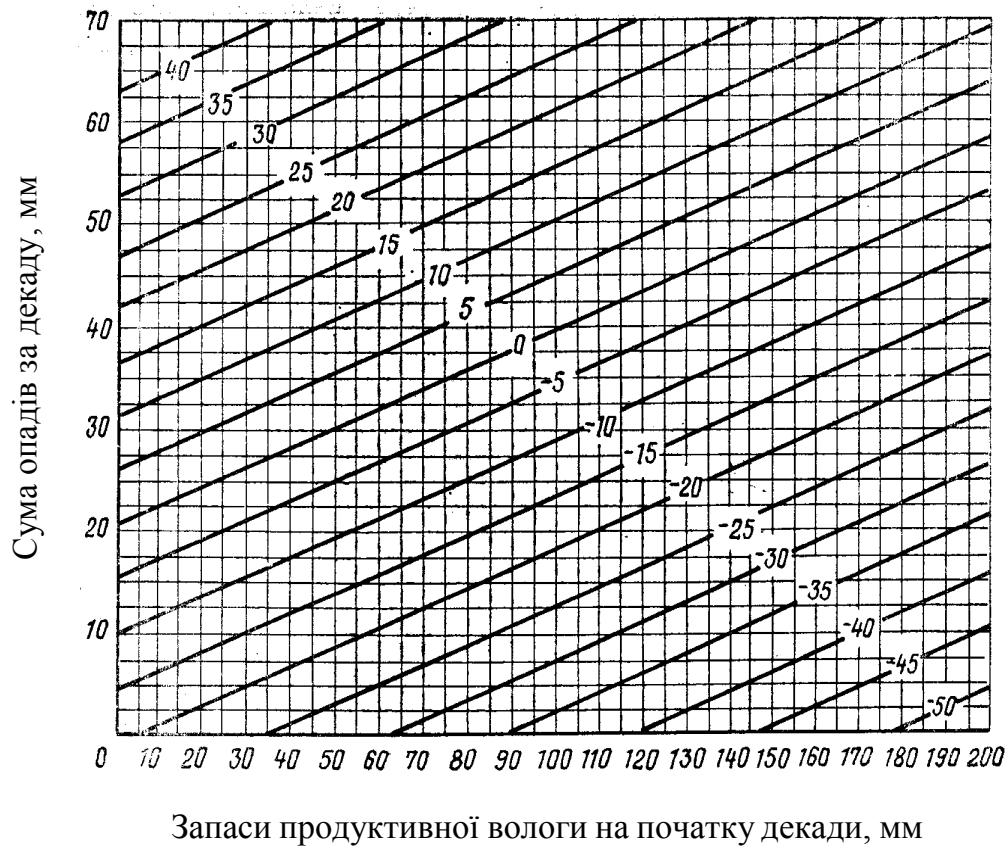
Прогноз норм зрошення озимої пшениці складається восени, перед сівбою і потім уточнюється. Прогнози норм зрошення ярих культур



Поправка на температуру

Температура повітря, °С	5 – 7	8 – 12	13 – 15	16 – 19
Поправка (мм) для шару ґрунту 0 – 100 см	1	0	-1	-2

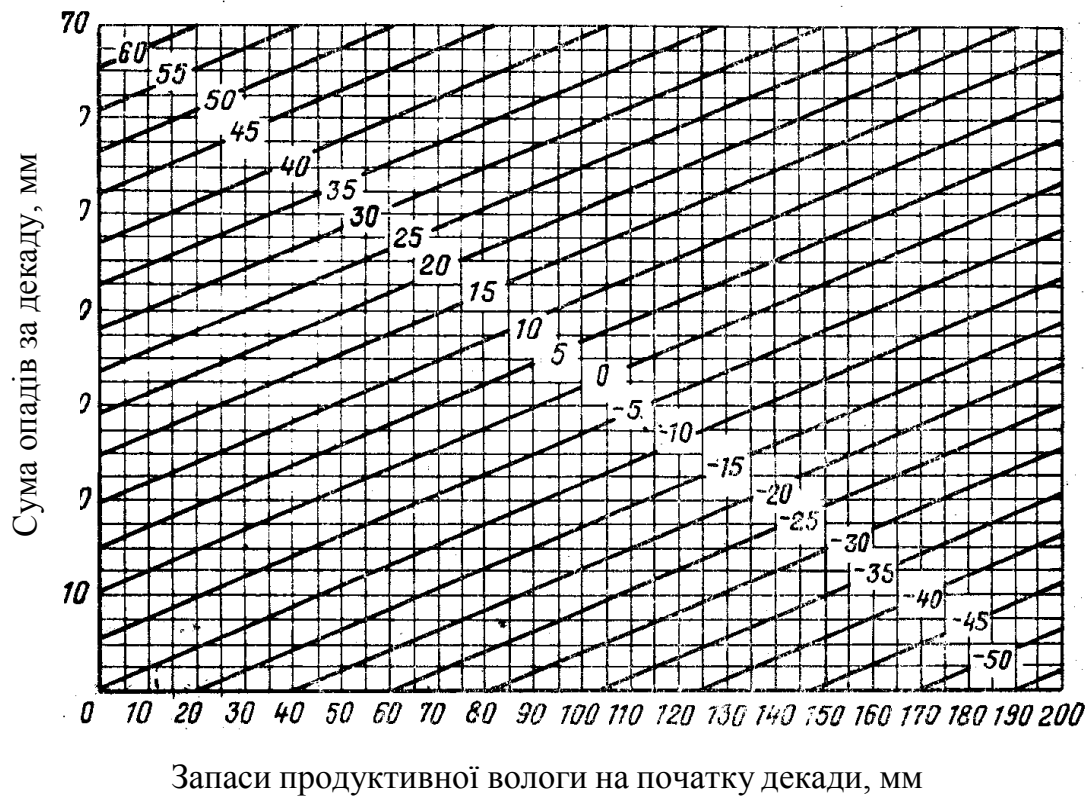
Рис. 1.8 – Зміна запасів продуктивної води у шарі ґрунту 0 – 100 см у період формування сходів та листя у ярих культур



Поправка на температуру

Температура повітря, °С	13 – 17	Вище 27
Поправка, мм	0	1

Рис. 1.9 – Зміна запасів продуктивної вологи під ярими культурами у шарі ґрунту 0 – 100 см у період формування колосу та квіток



Поправка на температуру

Температура повітря, °С	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Поправка, мм	9	7	5	3	2	0	-2	-3	-5	-7	-9

Рис. 1.10 – Зміна запасів продуктивної вологи у шарі ґрунту 0 – 100 см у період формування зерна ярих культур

Таблиця 1.17 – Залежність запасів продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на кінець декади (у) від запасів вологи на кінець попередньої декади (W_1), температури повітря за декаду (t), суми опадів за декаду (x). При вирощуванні кукурудзи у богарних умовах

Період вегетації	Рівняння зв'язку	Номер рівняння
Від викидання волоті до молочної стиглості	$Y = 0,74W_1 - 3,06t + 0,57x + 60,0$	1.40
Від молочної до повної стиглості	$Y = 0,76W_1 - 0,66t + 0,62x + 9,0$	1.41

складаються ранньої весни після першого визначення запасів продуктивної вологи.

Зрошені норми (N) на вегетаційний період розраховуються як різниця між сумарними витратами води (Q), які забезпечують отримання урожаю певної величини та сумарними витратами води (Q_1) у природних умовах:

$$N = Q - Q_1 \quad (1.42)$$

Сумарні витрати води (Q) у природних умовах визначаються як кількість води, що використовувалась рослинами з метрового шару ґрунту за період сівба – воскова стиглість ($W_1 - W_2$) плюс опади, які випали за цей час (X):

$$Q = (W_1 - W_2) + X \quad (1.43)$$

Метод засновано на залежності врожаїв зернових культур від таких факторів: сумарних витрат води за вегетаційний період (рис. 1.11).

При розрахунках оптимальних норм зрошення за максимально високий врожай зернових культур приймається середній із максимальних урожаїв, які отримані за високої агротехніки, відсутності засолення ґрунтів та глибокого залягання ґрунтових вод.

Як видно з рис. 1.11 (а, б) для отримання високих врожаїв необхідно для ярої пшениці на тяжких ґрунтах 420 мм води, на легких – 460 мм; для

кукурудзи на тяжких ґрунтах – 475 мм води, для озимої пшениці на півдні України – 500 мм води.

На момент складання прогнозу норм зрошення фактично відомі тільки запаси продуктивної вологи та середні багаторічні суми опадів за вегетаційний період. Сума опадів поточного року визначається внесенням поправки до середньої багаторічної суми за синоптичним прогнозом погоди.

Таким чином, норми зрошення (N_I) на вегетаційний період розраховуються:

$$(1.44) \quad N_I = N_o - (W_I - W_o) - (X_I - X_o)$$

де N_o – середня багаторічна норма зрошення, що необхідна для отримання певного врожаю;

W_I – запаси продуктивної вологи навесні;

W_o – середні багаторічні запаси продуктивної вологи навесні;

X_I – сума опадів, що очікується від сівби до воскової стиглості;

X_o – середня багаторічна сума опадів.

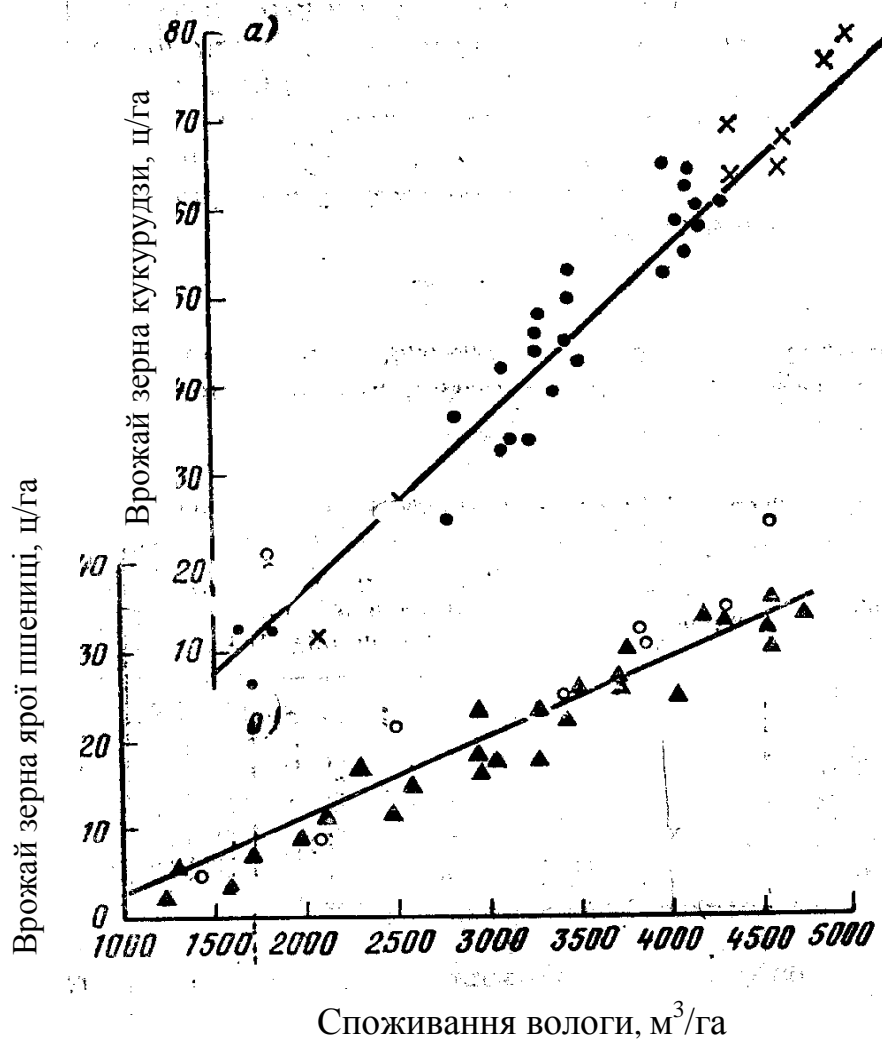


Рис. 1.11 – Залежність врожаю ярої пшениці (а) і кукурудзи (б) (у) від споживання води за вегетаційний період (х).

Розраховані норми зрошення є найбільш імовірними, бо розраховані за середніми багаторічними даними. Разом з тим можна також розрахувати норми зрошення будь якої забезпеченості, тобто, прогнозувати потребу сільськогосподарських культур у воді у різні роки (як у сухі так і у вологі).

Для складання прогнозів норм зрошення певної забезпеченості необхідно знати повторність тих чи інших сум опадів за період вегетації та запаси води у ґрунті на дату воскової стиглості. Такі величини отримують із номограм (рис. 1.12).

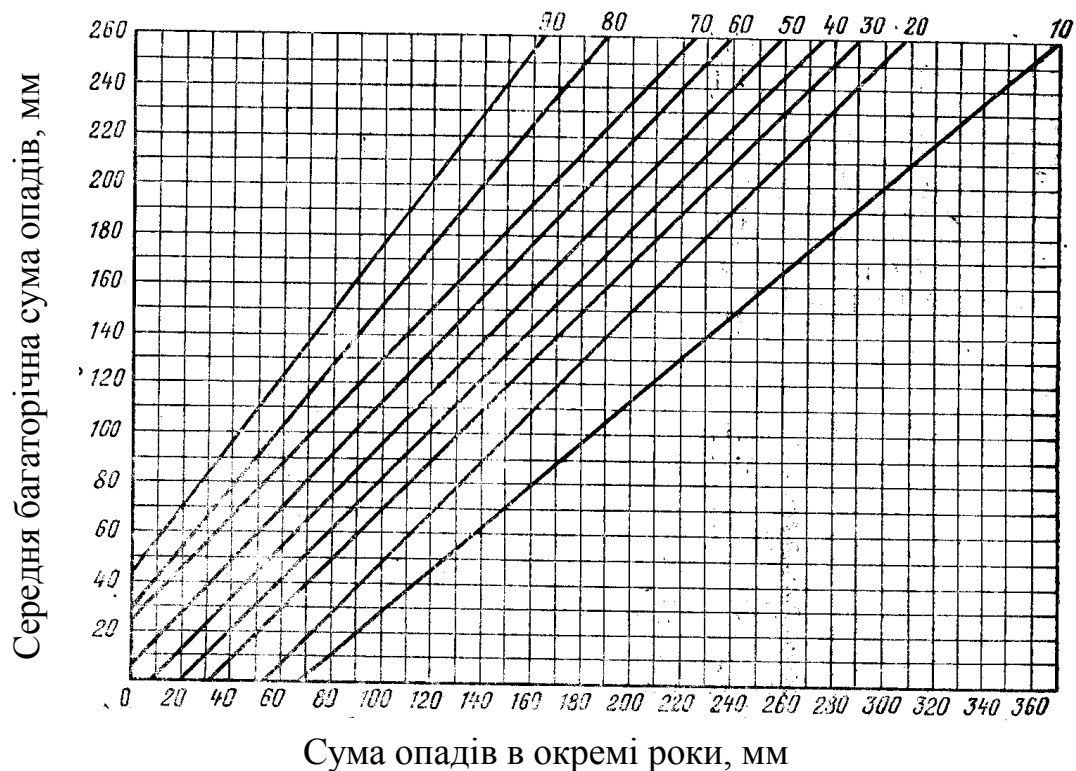


Рис. 1.12 – Забезпеченість (%) різної кількості опадів за період вегетації ярої пшениці.

Прогноз оптимальних термінів та норм поливів основних зернових культур. Метод прогнозу оптимальних термінів та норм поливів засновується на сучасній теорії пересування вологи у ґрунті і її доступності рослинам, а також на виявлених закономірностях витрат води із зрошуваних полів за різних умов погоди.

Встановлено, що найбільш рухливою та доступною рослинам є волога, що знаходиться у ґрунті поверх розриву капілярів. Якщо вологість у ґрунті досягає цієї межі, то рух води під дією капілярних сил закінчується і рослини починають зазнавати нестачу вологи.

За даними більшості дослідників межа, за якої рослини зазнають нестачу води становить приблизно 70 % найменшої вологомісткості. Винятком є тільки період дозрівання зерна, коли для запобігання пошкодженню насіння грибковими хворобами та забезпечення своєчасного висихання зерна на кінець воскової стиглості, запаси вологи у ґрунті у метровому шарі не повинні перевищувати 40 мм.

Зміна запасів продуктивної вологи на зрошуваних землях (y) розраховується в залежності від запасів вологи на початок періоду розрахунку (W_1), середньої температури повітря (t) та суми опадів (x) за рівнянням вигляду:

$$Y = aW_1 + bt + cx + k \quad (1.45)$$

Для багатьох сільськогосподарських культур розрахунок запасів продуктивної вологи на зрошуваних полях виконується за рівняннями з визначеними літерними коефіцієнтами (табл. 1.18), що отримані для різних типів ґрунтів та різних міжфазних періодів розвитку. Ці рівняння отримані внаслідок експериментальних досліджень багатьох авторів. Для спрощення розрахунків за рівняннями табл. 1.18 побудовані графіки (рис. 1.9 – 1.12). На рисунках на осі абсцис розташовані значення запасів продуктивної вологи на початок розрахунку, по осі ординат – суми опадів за добу або за декаду. У полі графіків похилі лінії відповідають змінам запасів вологи за добу, чи декаду. Поправки на температуру повітря розраховуються для кожного графіка окремо.

Норма кожного поливу розраховується як різниця між верхньою (значення НВ) та нижньою (70 % НВ) межею. При цьому також враховується глибина промочування ґрунту, яка залежить від глибини проникання коріння рослин. Найчастіше це шар 0 – 100 см.

Враховуючи це, для зернових культур при складанні прогнозу оптимальних строків та норм поливів користуються положеннями:

- дата та норма поливу встановлюється в залежності від глибини промочування ґрунту;
- за верхню межу зволоження для тяжких ґрунтів приймається значення найменшої волого місткості у мм продуктивної вологи; для легких ґрунтів – найменша волого місткість збільшується на 30 – 40 мм;

Таблиця 1.18 – Зміна запасів продуктивної вологи на зрошуваних полях в залежності від початкових запасів вологи (W_1), середньої температури повітря (t) та суми опадів за декаду (x)

Період вегетації	Шар ґрунту, см	Рівняння зв'язку	Номер рівняння
Яра пшениця, легкі ґрунти			
Сівба – вихід у трубку	0–20	$Y = -0,052W_1 - 0,11t + 0,133x + 1,893$	(1.46)

	0–50	$Y = -0,063W_1 - 0,16t + 0,37x + 3,80$	(1.47)
	0–100	$Y = -0,04W_1 - 0,07t + 0,56x + 2,77$	(1.48)
Вихід у трубку – молочна стиглість	0–50	$Y = -0,07W_1 - 0,27t + 0,44x + 5,27$	(1.49)
	0–100	$Y = -0,07W_1 - 0,42t + 0,58x + 9,09$	(1.50)
Молочна стиглість – воскова стиглість	0–50	$Y = -0,04W_1 - 0,10t + 0,44x + 1,76$	(1.51)
	0–100	$Y = -0,04W_1 - 0,08t + 0,53x + 1,47$	(1.52)
Важкі ґрунти			
Сівба – вихід у трубку	0–20	$Y = -0,03W_1 - 0,06t + 0,20x + 0,84$	(1.53)
	0–50	$Y = -0,03W_1 - 0,11t + 0,41x - 1,99$	(1.54)
	0–100	$Y = -0,02W_1 - 0,04t + 0,01x + 1,11$	(1.55)
Вихід у трубку – молочна стиглість	0–50	$Y = -0,05W_1 - 0,02t + 0,71x + 0,04$	(1.56)
	0–100	$Y = -0,03W_1 - 0,13t + 0,01x + 1,27$	(1.57)
Молочна стиглість- воскова стиглість	0–50	$Y = -0,04W_1 - 0,14t + 0,56x + 2,71$	(1.58)
	0–100	$Y = -0,04W_1 - 0,18t + 0,85x + 3,69$	(1.59)
Озима пшениця			
Сівба – 3-тій листок	0–20	$Y = -0,44W_1 - 0,006t + 0,25x + 0,97$	(1.60)
	0–50	$Y = -0,02W_1 - 0,02t + 0,42x + 0,57$	(1.61)
3-тій лист – кущіння	0–20	$Y = -0,03W_1 - 0,04t + 0,41x + 0,76$	(1.62)
	0–50	$Y = -0,02W_1 - 0,07t + 0,77x + 0,91$	(1.63)
Відновлення вегетації – вихід у трубку	0–50	$Y = -0,03W_1 - 0,08t + 0,36x + 1,38$	(1.64)
	0–100	$Y = -0,02W_1 - 0,12t + 0,61x + 1,90$	(1.65)
Вихід у трубку – колосіння	0–50	$Y = -0,03W_1 - 0,16t + 0,39x + 1,92$	(1.66)
	0–100	$Y = -0,03W_1 - 0,24t + 0,50x + 3,86$	(1.67)
Колосіння – молочна стиглість	0–50	$Y = -0,05W_1 - 0,14t + 0,75x + 2,35$	(1.68)
Кукурудза, легкі ґрунти			
Сівба – початок росту стебла	0–20	$Y = -0,53W_1 - 0,06t + 0,18x + 1,47$	(1.69)
	0–50	$Y = -0,06W_1 - 0,07t + 0,92x + 1,36$	(1.70)
Початок росту стебла – цвітіння	0–50	$Y = -0,06W_1 - 0,17t + 0,33x + 4,2$	(1.71)
	0–100	$Y = -0,06W_1 - 0,21t + 0,41x + 5,7$	(1.72)
Цвітіння – воскова стиглість	0–50	$Y = -0,05W_1 - 0,12t + 0,35x + 2,5$	(1.73)
	0–100	$Y = -0,04W_1 - 0,02t + 0,26x + 0,4$	(1.74)

– нижньою межею зволоження вважається величина 70 % НВ;

– витрати вологи із зрошуваних полів досить інтенсивні і залежать від запасів вологи у ґрунті на початок розрахунку та умов погоди, тому запаси вологи розраховуються не за декадами, а за п'ятиденками і дата поливу розраховується з точністю до однієї доби.

Необхідні для розрахунків відомості на момент складання прогнозу отримують із інформації агро- та гідрометеорологічних станцій.

Температура повітря та опади визначаються із синоптичного прогнозу погоди, або з агрокліматичних довідників.

2 ОСУШУВАЛЬНІ МЕЛІОРАЦІЇ

Одним із резервів підвищення ефективності використання земельного фонду є меліорація значних площ перезволожених мінеральних земель на територіях з малими схилами, поверхня яких розсічена слабковираженими долинами з наявністю великої кількості безстічних морфоструктур – блюдць та заглиблень горбисто-западинного рельєфу, розташованих на межі Полісся та Лісотепу, а також на водорозділах інших районів України.

В Україні болота та заболочені землі найбільш розповсюджені в Українському Поліссі. Воно продовжує Білоруське Полісся і займає територію біля 7 млн. гектарів та охоплює більшу частину Чернігівської, Житомирської, Рівненської та Волинської областей, а також північні райони Київської та Сумської областей. Полісся знаходиться у зоні надмірного зволоження і потребує поліпшення природних умов за рахунок осушувальних меліорацій.

Західна частина Українського Полісся відноситься до басейну річки Прип'ять та має надзвичайно густу річкову сітку. Притоки річки Прип'ять приймають величезну кількість мілких притоків і в наслідок слабого схилу несуть свої води у Прип'ять. Річки Полісся широко і надовго розливаються із-за тривалого підпору в період повеней.

Лівобережне Полісся розташоване у Придніпровській низині. Межею лівобережного Полісся є річка Остер.

Заболочуванню Українського Полісся, окрім кліматичних та гідрологічних умов, сприяє близькість до поверхні ґрунтових вод та слабка проникливість моренних глин і суглинків, а на правобережжі і кристалічних порід.

Осушувальні меліорації в Україні почались ще у 1873 році і заключались у регулюванні річок та прокладці каналів для осушування та сплаву лісу.

Натомість побудовано досить багато осушувальних систем інженерного типу і найбільші осушені масиви розташовані у Львівській області - 317 тис. га, Волинській – 146 тис. га, Закарпатській – 139 тис. га, Рівненській – 100 тис. га. Осушені землі в більшості використовуються під луки та пасовиська.

На території України побудовані досить великі меліоративні системи, що забезпечують регулювання водного режиму болотних і заболочених земель: Трубежська, Остерська, Слотвинська та ін. Найбільша меліоративна система (осушувально зрошувальна) – Ірпенська, що побудована з метою забезпечення своєчасного скидання поверхневих вод, збільшення глибини залягання ґрунтових вод, регулювання рівня ґрунтових вод для створення оптимального зволоження ґрунту впродовж вегетаційного періоду.

Осушувальні системи двостороннього використання будуються у плавнях річок: Верещиці, Супою та ін.

Меліоративні заходи по осушенню земель зводяться до прискореного відводу води із без стокових западин і зниження рівня ґрунтових вод за допомогою закритого дренажу у комплексі з агротехнічними, агрохімічними та агро меліоративними заходами для поліпшення водно-фізичних властивостей ґрунтів.

Задачі осушувальних меліорацій полягають у забезпеченні високої родючості ґрунтів та необхідного водного режиму і режиму живлення на заболочених, надмірно зволжених землях, створення можливості успішного використання цих земель у сільськогосподарському виробництві.

Для меліорації заболочених земель необхідно не тільки усунення надлишків води і підтримання необхідного водного, повітряного та теплового режимів у ґрунті, а і забезпечення необхідного режиму живлення рослин. Тому осушувальні меліорації заболочених ґрунтів повинні дотримуватись необхідного сполучення гідротехнічних методів з агротехнічними. Регулювання водно-повітряного режиму необхідно виконувати у розмірах, що визначаються агробіологічними вимогами рослин та умовами господарського використання осушених територій, а також воно повинно забезпечувати достатню кількість вологи у ґрунті на протязі вегетації рослин.

2.1 Вимоги сільськогосподарських рослин до водного режиму осушених ґрунтів

Заболоченість Українського Полісся складає в середньому 16,4 %, а Західного Полісся – біля 60 %. Окремі болотні масиви досягають значних розмірів, наприклад, болото “Видра” у міжріччі Дніпра і Десни займає площу 250 км². В цілому у Поліссі переважають низинні болота.

У складі сільськогосподарських угідь Українського Полісся переважають луки і пасовиська (біля 2 млн.га). Орних земель значно менше.

У лісостеповій зоні болота і заболочені землі розташовані головним чином у плавнях рік лівого берега Дніпра. Особливо заболочені плавні приоків Сули, Супоя, Трубежу. Навіть у плавнях невеликих річок є заболочені землі.

На заході лісостепової зони найбільшою заболоченістю відзначаються плавні річок Стирі та Західного Бугу з притоками. У відкритій заболоченій рівнині знаходиться верхня течія річки Південний Буг.

Особливу різновидність заболочення представляють собою плавні нижньої течії Дніпра, Південного Бугу, Дністра, Кілійського рукава Дунаю.

В наслідок весняних та літніх повеней значну заболоченість мають плавні річок Закарпатської низини – Тіси, Латоріци, Борщави та ін. Найбільші площі заболочених земель знаходяться в урочищі Чорний Мочар та на правобережжі річки Латоріци. Висока щільність населення та обмаль орних земель осушування боліт на цій території має велике значення.

Періодичний характер і нерівномірність затоплення долин великих і малих річок призводять до того, що площі боліт та заболочених земель відзначаються непостійністю. Всього під болотами та заболоченими землями знаходиться біля 3 % площі території України, причому 70 % їх спостерігається на півночі країни.

Осушувальні меліорації в Україні почались ще у 1873 році і заключались у регулюванні річок, прокладці каналів для осушування та сплаву лісу.

Натомість побудовано досить багато осушувальних систем інженерного типу і найбільші осушені масиви розташовані у Львівській області - 317 тис.га, Волинській – 146 тис. га, Закарпатській – 139 тис. га, Рівненській – 100 тис. га. Осушені землі в більшості використовуються під луки та пасовиська.

На території України побудовані досить великі меліоративні системи, що забезпечують регулювання водного режиму болотних і заболочених земель: Трубежська, Остерська, Слотвинська та ін. Найбільша меліоративна система (осушувально зрошувальна) – Ірпенська, що побудована з метою забезпечення своєчасного скидання поверхневих вод, збільшення глибини залягання ґрунтових вод, регулювання рівня ґрунтових вод для створення оптимального зволоження ґрунту впродовж вегетаційного періоду.

Осушувальні системи двостороннього використання будуються у плавнях річок Верещиці, Супою та ін.

Меліоративні заходи по осушенню земель зводяться до прискореного відводу води із безстокових западин і зниження рівня ґрунтових вод за допомогою закритого дренажу у комплексі з агротехнічними, агрохімічними та агроеліоративними заходами для поліпшення водно-фізичних властивостей ґрунтів.

Задачі осушувальних меліорацій полягають у забезпеченні високої родючості ґрунтів та необхідного водного режиму і режиму живлення на заболочених, надмірно зволених землях, створення можливості успішного використання цих земель у сільськогосподарському виробництві.

Для меліорації заболочених земель необхідно не тільки усунення надлишків води і підтримання необхідного водного, повітряного та теплового режимів у ґрунті, а і забезпечення необхідного режиму живлення рослин. Тому осушувальні меліорації заболочених ґрунтів повинні дотримуватись необхідного сполучення гідротехнічних методів з агротехнічними. Регулювання водно-повітряного режиму необхідно виконувати у розмірах, що визначаються агробіологічними вимогами рослин та умовами господарського використання осушених територій, а також воно повинно забезпечувати достатню кількість вологи у ґрунті на протязі вегетації рослин.

2.2 Вимоги сільськогосподарських рослин до водного режиму осушених ґрунтів

Заболочені ґрунти відзначаються надмірною кількістю води, слабкою аерацією (зменшення вмісту повітря) та великою тепломісткістю, внаслідок чого вони холодніші незаболочених ґрунтів. Ці якості заболочених ґрунтів створюють низку несприятливих для сільського господарства явищ, а саме: уповільнене відтанення та просихання навесні, часті вимерзання рослин та запізнення з дозріванням їх, анаеробний процес розкладу органічної речовини та недолік елементів живлення, що легко засвоюються рослинами, пригнічення дії інших чинників розвитку рослин.

Осушування заболочених земель в купі з агротехнічними заходами дозволяють усунути всі ці недоліки.

Кліматичні умови заболочених районів у порівнянні з суходолами відзначаються більш високою відносною вологістю та більш низькою температурою повітря, більшою хмарністю і великою кількістю опадів.

Правильне використання осушених земель вимагає підтримки на них необхідного для сільськогосподарських культур водного, повітряного, біологічного, поживного та теплового режимів. Для різних сільськогосподарських культур режими різні, різні вони і для однієї і тієї ж культури в різні періоди розвитку.

Вимоги до водного та повітряного режимів ґрунтів при осушенні заболочених земель виражають *нормою осушення*. *Нормою осушення* – називається необхідна глибина ґрунтових вод для однієї і тієї ж культури, яка повинна підтримуватись на осушувальній площі у визначені фази розвитку рослин впродовж вегетаційного періоду. Виходячи з цього визначення норма осушування не залишається постійною. Норма осушування повинна бути такою, щоб забезпечувала необхідну аерацію ґрунту та достатню для рослин вологість. Такі вимоги краще всього забезпечуються на ґрунтах, які мають грудкувату структуру.

Норми осушування також залежать від агротехніки вирощування культур. Наприклад, застосування добрив зменшує норми осушування.

Український науково-дослідний інститут гідротехніки і меліорації рекомендує для заболочених земель України орієнтовні норми осушування (табл. 2.1)

Таблиця 2.1 – Норми осушування для заболочених земель України (по А.М. Костякову)

Групи культур	Норма осушування (у м)		Вологість орного шару (% ПВ)	Аерація ґрунту (%)
	Початок Сівби	Середнє за вегетаційний період		
Сіяні трави, льон, овес на сіно	0,3 – 0,4	0,5 – 0,6	80	15
Зернові, табак, капуста	0,4 – 0,5	0,6 - 0,8	70	20-25
Коренеплоди, коноплі, бульболоди	0,5 – 0,6	0,8 – 1,0	60	30

За даними Б.Д. Оношко середні норми осушування для різних сільськогосподарських культур на різних ґрунтах різні (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Середні норми осушення (см) для сільськогосподарських культур

Культура	Піщані та супіщані ґрунти	Торф низинного болота
Плодові дерева і чагарники	80 - 95	100 - 125
Картопля, цукрові буряки, Кукурудза	55 - 80	80 - 90
Овочеві культури	50 - 75	75 - 80
Зернові і силосні Культури	50 - 65	70 - 90
Штучні пасовиська	50 - 70	80 - 90
Льон, віко – вісяна Суміш	40 - 60	50 – 70

Для початку сільськогосподарських робіт навесні на осушуваних землях необхідне зниження ґрунтових вод: на менш вологомістких ґрунтах (супіщані, суглинки) на 30 – 50 см; на більш вологомістких ґрунтах (глина) – на 50 – 60 см.

За даними М.Х. Пігулевського вологість ґрунту, при якій можливий обробіток ґрунту складає від 1/3 до 2/3 повної вологомісткості (ПВ); найкраща – вологість близько максимальної капілярної вологомісткості будьякого типу ґрунту. Така вологість ґрунтів забезпечується при глибині ґрунтових вод: на легких ґрунтах 30 – 40 см і на важких – 40 – 50 см.

Тривалість затоплення земель залежить від характеру сільськогосподарського використання. Найбільш тривале затоплення можливе тільки на луках та сінокосах. Затоплення польових культур не допускається, бо різко зменшується врожай. Затоплення пшениці на одну добу зменшує врожай на 20 %. Тривале затоплення викликає загибель рослин. Встановлено, що озиме жито гине після 8 – 10 діб затоплення, ячмінь – після 7 – 8 , овес – 10 – 11 . Впродовж вегетаційного періоду затоплення не повинно перевищувати: для зернових культур – 0,3-0,5 доби, для овочевих – 0,2-0,25 доби, для пасовиськ – 0,75 –0,8 доби і для сінокосів – 1,0-1,5 доби.

2.3 Види осушуваних меліорацій

При виборі способів осушування необхідно встановити основні причини заболочування ґрунтів. Головні причини заболочування:

- надходження на територію значної кількості поверхневих вод, що перевищують стік з неї , та які викликають перезволоження верхніх шарів ґрунту;

- високе стояння ґрунтових вод (на невеликій глибині від поверхні ґрунту) тривалий час або в окремі критичні періоди.

Дуже часто ці два джерела заболочування проявляються сумісно.

Головними причинами періодичних або тривалих застоїв надлишкових вод можуть бути:

- 1) Дуже повільний недостатній стік або його відсутність від вод атмосферних опадів внаслідок умов рельєфу, затримки води на поверхні рослинним покривом, болотними горбками.
- 2) Затоплення поверхні водами, що надходять зверху, з вище розташованих водозборів або знизу – високими водами найближчих водоймищ.

Головними причинами високого стояння ґрунтових вод можуть бути:

1) Внутрішнє живлення ґрунтових вод в наслідок перевищення опадів над випаровуванням і слабого стоку води; поглинання води органічними

речовинами, яким притаманна велика вологомісткість; конденсація вологи в ґрунті; недостатній відтік ґрунтових вод.

2) Зовнішнє живлення (приток) ґрунтових вод внаслідок надходження потоку ґрунтових чи фільтраційних вод з водоймищ, що розташовані поруч.

Відповідно до причин заболочування застосовуються ті, чи інші види меліоративних заходів.

При утворенні заболочення внаслідок надходження поверхневих вод методи осушувальних меліорацій заключаються: 1) в усуненні надлишкових поверхневих вод шляхом збільшення та регулювання стоку; 2) в захисті території від притоку води з сусідніх більш високо розташованих водозборів.

При утворенні заболочування внаслідок надходження ґрунтових вод методи осушувальних меліорацій заключаються: 1) у підсиленні і регулюванні відтоку ґрунтових вод та підтримки необхідної для рослин вологості ґрунту; 2) в захисті території від притоку зовнішніх вод.

Найбільш поширені види осушувальних меліорацій заболочених земель направлені на регулювання стоку поверхневих та ґрунтових вод:

Регулювання стоку та надходження поверхневих вод	Регулювання відтоку і притоку ґрунтових вод
Осушування і регулювання стоку відкритими каналами	Відведення та регулювання рівня ґрунтових вод закритим і відкритим дренажем
Регулювання притоку на ділянку поверхневих вод: зверху – нагорними каналами, знизу – обваловуванням дамб	Регулювання притоку на ділянку ґрунтових вод: зверху – ловчими каналами або дренами або фільтрувальних вод – береговими дренами
Окислювально-добривне зрошення заболочених земель	Вентиляційний дренаж для аерації та регулювання вологості ґрунту

2.4 Осушувальні системи

Болота та заболочені землі потребують осушувальних меліорацій. Основним завданням осушувальних меліорацій є пониження рівня ґрунтових вод, а також скидання надлишкових поверхневих вод за допомогою утворення штучних або поліпшення природних водопотоків. Залежно від того, яким способом відводяться надлишкові води з осушуваної території у водоприймач, використовуються подальші осушувальні системи:

1) само тичні, коли вода збирається осушувальною мережею та скидається у водоприймач самопливом;

2) з машинним підйомом води, коли вода, що надходить із осушувальної мережі в магістральні канали, перекачується у водоприймач насосами;

3) змішані, коли вода з осушуваної території в одні періоди року перекачується у водоприймач насосами, а в інші надходить самопливом.

У складі осушувальної системи виділяють: огорожувальну, регулювальну та провідну мережу, водоприймачі та споруди на осушувальній мережі (рис.2.1).

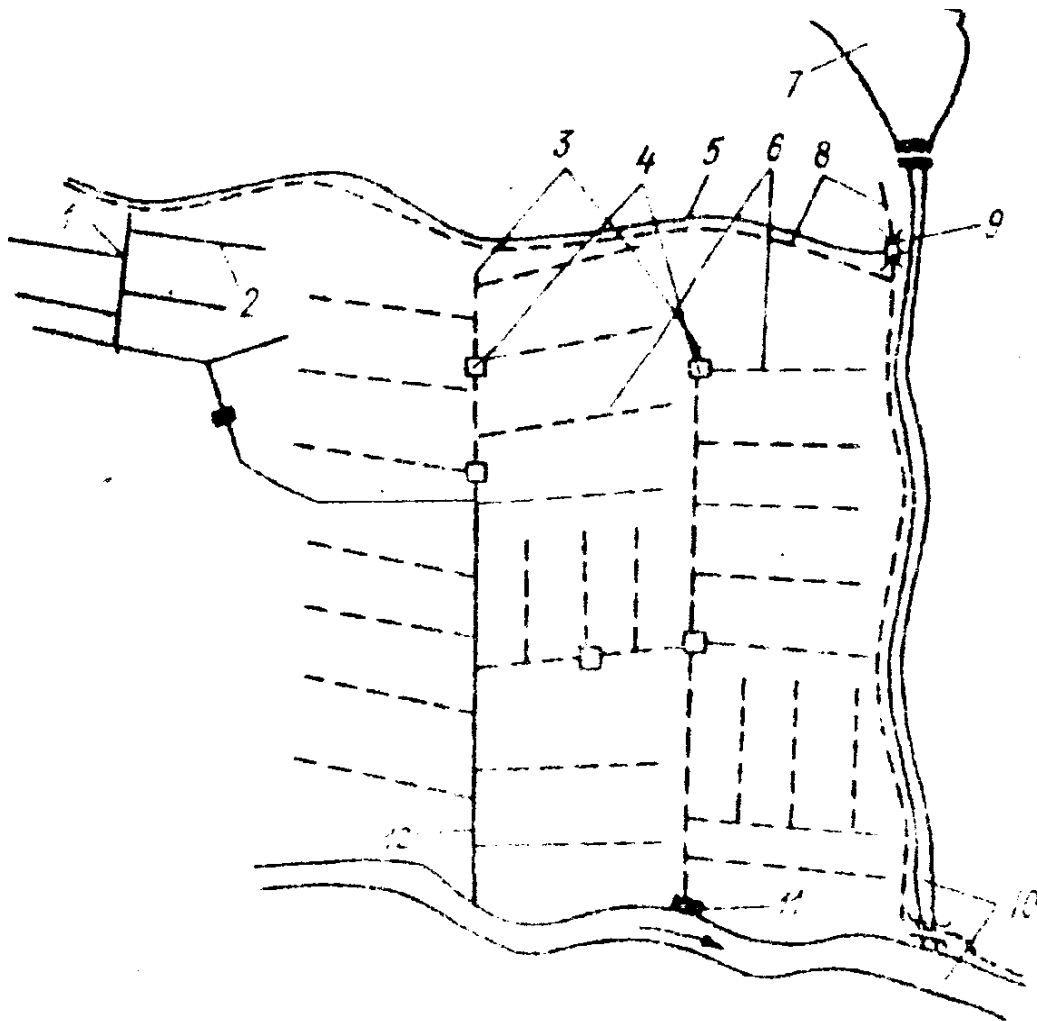


Рисунок 2.1 – Схема самопливної осушувальної системи:

1 – відкритий колектор; 2 – відкриті осушувачі; 3 – закритий колектор; 4 – оглядовий колодязь; 5 – напірний канал; 6 – закриті осушувачі (дрени); 7 – водосховище, яке регулює стік; 8 – дорога; 9 – міст; 10 – водоприймач; 11 – гирло; 12 – магістральний канал.

Огороджувальна мережа. Призначена для огороження осушеної території від зовнішнього надходження води. Вона складається з захисних валів, нагірних та ловчих каналів.

Задача захисних валів – захистити осушені площі від паводкових вод. Будуються вони звичайно при меліорації заплав. Висоту їх беруть такою, щоб дорівнювала значенню позначки максимального літнього паводка з запасом біля 0,5 м.

Напірні канали перехоплюють поверхневі води, що надходять на осушену територію з прилеглого водозбору, та відводять їх в магістральні канали або безпосередньо у водоприймач.

Глибина їх не більше 1.0-1.2 м, довжина 200-500 м (буває 5-10 км), похил не менше 0.0005.

Ловчі канали використовуються для затримання стоку ґрунтових вод. Взагалі вони мають значну глибину і розміщуються в зоні найвищого стояння ґрунтових вод. Глибина ловчих каналів коливається від 1.5 до 3.1 м.

Регулювальна мережа. Призначена для регулювання водного та повітряного режимів ґрунтів безпосередньо на осушеній території шляхом збору та відведення надлишкових поверхневих та ґрунтових вод. Регулювальна мережа може бути у вигляді осушувачів (відкриті чи закриті дерени) або збирачів (відкриті чи закриті).

Осушення відкритими каналами застосовується для вилучення застійних на поверхні вод, а також для пониження рівня ґрунтових вод.

Для швидкого відводу надлишкових вод, утворених при сніготаненні та випаданні дощів, використовують відкриті збирачі, тальвегові канали, лощовини, а також різні агро меліоративні заходи.

Відкриті збирачі - це канали глибиною 0.8...1.2 м, поперечним перерізом яких є рівнобічна трапеція шириною по дну 0.4...0.5 м, закладання схилів 1:1, мінімальний похил - 0,0005, довжина - до 1.0...1.2 км. Тальвегові канали використовують для відводу води з вузьких лощовин місцевості.

Осушення також виконують лощовинами, тобто широкими та мілкими каналами з пологими схилами. Нарізають лощовини, як правило, грейдерами. Довжина лощовин у разі рівного рельєфу 400...800 м, при малих похилах до 1500 м (мінімальний похил 0,0008...0,004).

Для відводу ґрунтових вод з метою зниження їх рівня прокладають канали - відкриті осушувачі, які дають змогу виконати скид на задану норму осушення.

Нормою осушення умовно вважається глибина рівня ґрунтових вод на середині між двома осушувачами, при якій створюються оптимальні умови для певних сільськогосподарських культур в даний період їх розвитку. Ця величина залежить від умов ґрунту, виду та фази розвитку

сільськогосподарських культур. На практиці під час розрахунку осушувальних систем використовуються середні значення норми осушення, отримані дослідним та розрахунковим шляхом (табл. 2.2).

Згідно з необхідною нормою осушення канали (дерени) мають бути закладені на певну глибину H з тим, щоб депресійна крива ґрунтових вод у найвищій точці посередині між каналами була нижче поверхні землі з врахуванням глибини h в каналі, як видно з рис. 2.2, у разі однієї й тієї самої норми осушення відстань між каналами D_1 та D_2 визначається глибиною їх закладення. Відстань між осушувачами береться згідно з рекомендаціями науково – дослідних установ (табл. 2.3).

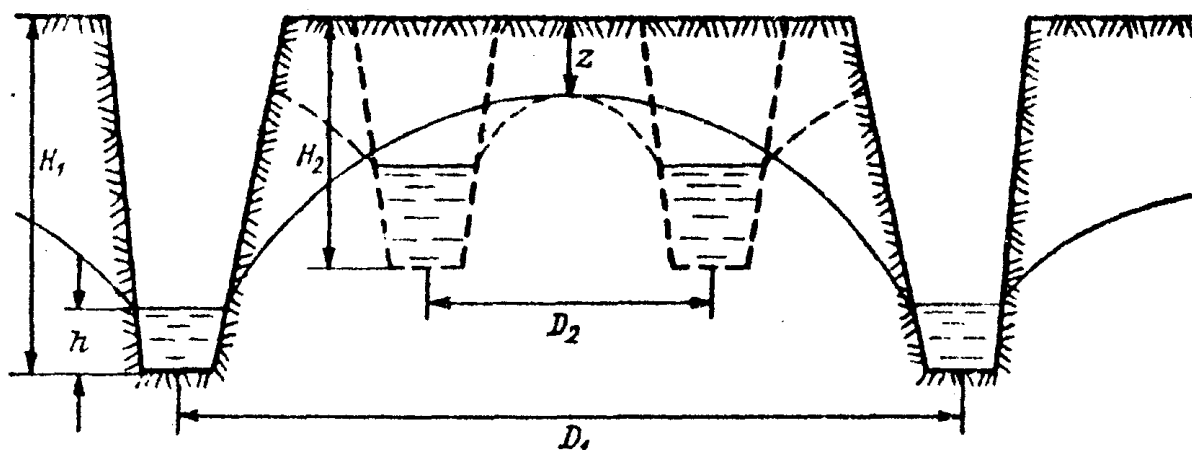


Рисунок 2.2 – Депресійні криві поверхні ґрунтових вод при різних глибинах осушувальних каналів та відстанях між ними.

Обладнання відкритих каналів допускається: на природних сінокосах (без випасу тварин); при початковому осушенні торф'яних боліт для скидання багаторічних запасів болотної води; на заплавах, що використовуються як лукові угіддя; у лісонасадженнях. Закриті канали, хоча й дорожчі порівняно з відкритими осушувачами, мають перевагу для сільськогосподарського виробництва (не займають території поля, не заважають руху техніки і т.п.).

Сучасні закриті осушувачі - це дренажні труби (керамічні, пластмасові та інші.), укладені на певну глибину під поверхнею поля. Вода надходить у ці труби (дерени діаметром 50-100 мм) через зазори або спеціальні щілини, які, коли це необхідно, захищають мохом, щебенем та

іншими фільтруючими матеріалами. Глибина закладки дерен закритих збирачів 0.7...1.4 м, відстань між ними - 10...50 м.

Таблиця 2.3 – Відстань між каналами на ґрунтах підорного горизонту

Ґрунти	Відстань, м
Торф:	
низинний	60-110
перехідний	50-70
верховий	30-40
Суглинки:	
середні	50-60
легкі	60-70
Супісок	70-80
Піски	80-100

Закриті збирачі закладають під гострим кутом до горизонталі. У періоди відсутності поверхневих вод закриті збирачі служать вентиляторами ґрунтів. Цей спосіб особливо ефективний на важких мінеральних ґрунтах зі слабкою водопроникністю.

Для осушення земель використовується також вертикальний дренаж, що становить собою систему свердловин, з яких вода відкачується насосами. Основним показником застосовності вертикального дренажу є провідність водоносного горизонту T'_B

$$T'_B = k_\phi h_m, \quad (2.1)$$

де k_ϕ – коефіцієнт фільтрації;

h_m – товща водоносного пласту.

Вертикальний дренаж найефективніший при $T'_B \geq 300...500 \text{ м}^2/\text{доб}$ та малоефективний при $T'_B < 150...200 \text{ м}^2/\text{доб}$.

Свердловини вертикального дренажу можна обладнувати за всією площею даної системи (систематичний дренаж), у вигляді рядів свердловин (лінійний дренаж) або окремих груп свердловин (вибірковий дренаж).

Конструкція свердловин вертикального дренажу визначається літологічною будовою водоносного комплексу та експлуатаційними параметрами: дебітом та пониженням рівня, технологічними умовами будівництва та експлуатації, ступенем автоматизації та ін.

Провідна мережа. Регулювальна мережа поєднується з провідною мережею, задача якої полягає в своєчасному та повному відводі у водоприймач поверхневих та ґрунтових вод. У провідній осушувальній системі виділяють магістральний, або головний, канал та бокові канали - колектори різних порядків, які подають воду в магістральний канал та через нього у водоприймач.

Магістральний канал прокладають за найнижчими позначками осушеного масиву, прагнучи забезпечити двобічний прийом води. У глибокому торфі канал прокладається по місцях найбільшої товщини торфу. Розміри магістрального та бокових каналів визначаються гідравлічним розрахунком.

Розміщення бокових колекторів різних порядків, крім повного відводу води з осушеної території, має пов'язуватись з нарізкою полів для польових сівозмін та дає можливість для широкої механізації сільськогосподарських робіт. З'єднання колекторів різного порядку один з одним та з магістральним каналом може бути виконано під прямим або гострим кутом. Кут їх поєднання залежить від швидкості течії та витрати води. При малих витратах допускається кут 90° . Таке розміщення каналів краще всього відповідає господарським вимогам, при великих витратах води кут має становити: при витраті води каналу, що впадає, - $0,3 \dots 1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ зчленування під кутом 60° , при витраті більше $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$ - під кутом 45° . Кут впадання магістрального каналу в ріку повинен бути $40\text{-}60^\circ$.

При з'єднанні каналів різного порядку потрібно, щоб вода в каналі вищого порядку не здійснювала підпор каналу нижчого порядку, що в нього впадає. Самостійний рух води відбувається тоді, коли дно каналу вищого порядку перебуває на $10\text{-}20$ см нижче дна каналу нижчого порядку.

Спорудження на осушувальних системах. На осушувальних системах виникає необхідність обладнувати шлюзи-регулятори, гирла, оглядові колодязі, мости та труби, дорожня мережу та ін.

Шлюзи-регулятори призначені для регулювання рівня води в каналах відповідно до потреб осушуваних угідь. Опусканням затворів сповільнюється або припиняється подача води в каналі, піднімається рівень води у верхньому б'єфі споруди і підвищується дзеркало ґрунтових вод на осушуваних землях. Шлюзи-регулятори бувають стаціонарними та переносними, останні використовують у разі витрат води в каналах менше $1,0 \text{ м}^3/\text{с}$.

Гирло встановлюють у кінці закритих колекторів при впаданні у відкриті канали, їх виготовляють із залізобетону або дерева і розміщують вище для каналу не менше ніж $0,4$ м і вище побутового горизонту води в ньому на $0,1 - 0,2$ м.

Оглядові колодязі розміщують у місцях з'єднання колекторів (довжиною більше 800...1000 м через кожні 40...500 м), різких змін похилів колекторів, у місцях обладнання шлюзів-регуляторів.

Для проїзду через канали споруджаються мости ширшою, достатньою для руху сільськогосподарської техніки.

Водоприймачі. Вода, відведена з осушуваного масиву, скидається у водоприймачі, якими можуть бути ріки, струмки, балки, водосховища, моря та озера. Проте не всі ці водостоки та водоймища можуть бути використані у вигляді водоприймачів. Для цього вони мають відповідати таким умовам:

1) побутові горизонти води у водоприймачі мають бути нижче горизонтів води у магістральному каналі, що в нього впадає;

2) пропускна здатність водоприймача має забезпечувати своєчасний відвід надлишкових вод з осушуваної території;

3) русло та чаша водоприймача мають бути стійкими і не розмиватись.

Природні водоприймачі часто не задовольняють поставлених до них вимог через підпір води від штучних споруд, звивистості русла ріки, недостатніх розмірів та нерівномірності поперечних перерізів, заростання рослинністю, відкладання наносів. Поліпшення роботи водоприймача досягається проведенням подальших заходів:

зниження горизонту води (збільшення пропускної здатності водоприймача, будівництво скидових споруджень або регулювання стоку на водозборі);

будівництво водосховищ, які дають змогу перерозподілити стік у часі; спрямлення русла ріки.

Агромеліоративні заходи. У сполученні з відкритою та закритою осушувальними мережами використовують агро меліоративні заходи, які містять різні способи обробітку ґрунту для регулювання режиму вологості відводом надлишкової води з поверхні ґрунту (табл.2.4). Це дає можливість збільшити врожай культур на 30 - 40 %.

2.5 Методи розрахунку витрат води

Способи та методи проектування меліоративних систем передбачають забезпеченість оптимального водного режиму осушених земель та зв'язок з загальним комплексом водогосподарських заходів. При цьому виконується обґрунтування гідрологічного режиму малих та слабо вивчених рік, які є водоприймачами мережі осушувальних каналів. Для гідрологічних розрахунків використовують середньодобові, максимальні витрати, оскільки тривалість весняного затоплення та підтоплення становлять не

Таблиця 2.4 – Характеристика агро меліоративних заходів

Заходи	Основні параметри
Вузько загінна оранка	Ширина загонів 3-4 м; впоперек роз'ємний борозен будують вивідні борозни через 40-100 м (за пониженням)
Боронування	Глибина борозен 20-25 м, відстань між ними 8-20 м. Може бути систематичним і вибірковим
Гребнування	Гребені в повздовж ухилу місцевості, висота їх 13-15: відстань між гребенями 0.7 м
Грядкування	Ширина грядок 0.7-1.4 м (під овочі) і 2.8-3.5 м (під кукурудзу), висоті грядок – 30-60 см
Профілювання поверхні	Загони шириною 15-20 м зі зберіганням положення завалів і роз'ємних борозен; забезпечується після двох-трьох оранок
Кротування	Глибина закладання кротовин 35-45 см, відстань між ними 1.0-1.5 м
Поглиблення орного шару	Забезпечування постійним оранням ґрунту глибиною 30-40 см
Глибоке рихлення	Глибина рихлення 60-100 см (на 20-30 см менше за мінімальну глибину закладення дрен)

розрахунок магістральних нагірних та лощовинних каналів виконується на пропускання витрат води за менше доби. Гідравлічний відповідні періоди стоку (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Розрахункові періоди стоку

Намічуване використання земель після їх осушення	Розрахунковий період	Допустима тривалість затоплення, днів
Штучні поліпшені луки	Літньо-осінні паводки, побутовий стік ¹	20-30
Лукові пасовища, овочеві та польові сівозміни без озимих культур	Передпосівний, літньо-осінні паводки, побутовий стік ¹	10-15
Польові сівозміни з озимими культурами	Весняна повінь, передпосівний, побутовий	3-5

Примітка: ¹ В осушенні взята витрата вод, відповідна горизонту з найбільшою тривалістю за вегетаційний період.

Розрахункові витрати води весняної повені та літньо-осінніх паводків пропускаються з середнім залишком від бровки каналу не менше 0.15 - 0.20 м, а розрахункові витрати передпосівного періоду - не менше 0.4 - 1.5 м. Зазначимо, що витрати передпосівного періоду відповідають часу початку весняних польових сільськогосподарських робіт.

Чим більша пропускна можливість осушувальної системи водоприймачів та провідної мережі, тим швидше відбувається видалення поверхневих та зниження підземних вод, тим раніше весною та після паводків ґрунти звільнюються від надмірної вологи, тим раніше буде досягнута норма осушення і тим вищий врожай.

Найвигідніше значення пропускної здатності або розрахункової витрати буде відповідати найменшій сумі вартості втрат урожайності або шкоди внаслідок підвищення витрати I_0 та вартості щорічних затримок I , тобто коли сума

$$П = I_0 + I \quad (2.2)$$

буде найменша, що має відповідати рівнянню

$$\frac{dП}{dp_m} = 0, \quad (2.3)$$

де p_m - забезпеченість розрахункових витрат.

Рішення диференціального рівняння (2.3) приводить до формул для визначення розрахункової забезпеченості, якщо I_0 та I розглядати як (функцію забезпеченості p_m ; це формули

1) для весняної повені

$$p_m = \left(\frac{\alpha\beta}{U} \right)^x, \quad (2.4)$$

де $x = 1/1 + \beta - n = 0.7 + \beta$;

2) для дощових паводків

$$p_m = \left(\frac{0.14\alpha^{1.4}}{U} \right). \quad (2.5)$$

У формулах (2.4) та (2.5) U - це доля від вартості споруд щорічних витрат на амортизацію, ремонт, утримання штату і т.п.; U - доля шкоди, взята відносно до вартості осушувальної системи, наприклад при $p_m = 10\%$;

β - коефіцієнт, залежний від коефіцієнта варіації C_v та асиметрії C_s визначається за формулою

$$\beta = 0.15\lambda^{0.42}(1 + \lg C_v), \quad (2.6)$$

де $\lambda = C_s/C_v$.

Під шкодою розуміють збитки, до яких призвело перевищення розрахункової витрати (наприклад, затоплення та підняття ґрунтових вод території).

Гідрологічний розрахунок водоприймачів та провідних каналів виконується для розрахункових періодів: 1) весняної повені та літньо-осінніх паводків по модулю стоку забезпеченістю 10 - 25 %; 2) для передпосівного періоду при осушенні відкритої мережі - забезпеченістю 25 % та закритої мережі - забезпеченістю 10-15%; 3) для побутового періоду при осушенні відкритої мережі по модулю стоку забезпеченістю 25 - 30 % та закритої - 15 - 25%. Під час призначення забезпеченості потрібно виходити з економічних умов проектного об'єкта,

При осушенні окремих дрібних боліт та заболочених ділянок розрахункова забезпеченість у всіх випадках становить 25 %.

За наявності даних спостережень за стоком на ріках та осушувальних системах розрахункові модулі встановлюються на основі обробки матеріалів спостережень та визначення параметрів в кривих забезпеченості: середньої багаторічної максимальної витрати \bar{Q} коефіцієнтів варіації C_v та асиметрії C_s .

3 СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКА ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ

3.1 Загальні вимоги та завдання

Сільськогосподарська фітомеліорація — це вирощування на порушених землях певного асортименту сільськогосподарських культур з наступним переведенням цих земель у ріллю, кормові та інші види сільськогосподарських угідь з обов'язковим передбаченням економічної діяльності.

Існують різні класифікації порушених (девастрованих) земель стосовно їх придатності до біологічного освоєння.

За існуючими рекомендаціями, в умовах сільськогосподарської фітомеліорації потужність засоленого шару ґрунту, в якому розповсюджена основна маса коріння, має бути не меншою 1 м і мати такі фізичні та агрохімічні властивості: об'ємна маса — не більше 1,5 г/см³, вміст гумусу — не менше 2 %, вміст водорозчинних сульфатів натрію і магнію — не більше 5 %, хлоридів - не більше 0,01%, рН 6-8.

Плануючи вирощування на рекультивованих землях сільськогосподарських культур, необхідно нанести на сплановану завчасно поверхню родючий шар землі або потенційно родючої породи. Як свідчать результати досліджень, більшість розкритих порід за своїми фізичними і хімічними властивостями малопродатні або непридатні для рослин. Щоб зовнішні відвали підготувати до фітомеліоративного засвоєння, потрібно їх докорінно перебудувати: *провести терасування, подрібнити брили, розсіяти подрібнену породу.*

Підбираючи сільськогосподарську культуру для вирощування на підготовленій ділянці, слід брати до уваги ті рослини, які тут колись вирощувались або ж ростуть неподалік на непорушених землях. Якщо рекультивована ділянка в перші роки може осідати, *не рекомендується на ній висівати багаторічні культури*, а краще використати однорічні бобово-злакові суміші. Завдання сільськогосподарської фітомеліорації полягає передусім у скороченні розриву між відчуженням земель і їх наступним використанням та у особливостей догляду за культурами та насипним шаром, який часто піддається ерозії. Як зазначає Р.М.Панас, фітомеліоративний процес може тривати 10-15 років і більше, його цикл закінчується лише тоді, коли гумусу у новоствореному шарі ґрунту на рекультивованих землях буде міститися стільки, скільки на сусідніх орних землях.

Сільськогосподарська фітомеліорація порушених земель спрямована не лише на їх повернення в сільськогосподарський фонд, але й на попередження оповзнів та ерозії, а головне — створення екологічно збалансованої системи землекористування, яка виконує важливі екологічні і природно-естетичні функції. Як свідчить багаторічна

практика сільськогосподарської фітомеліорації в Україні, її наслідки не завжди є успішними і розв'язувати її складні проблеми якимось одним методом неможливо, оскільки це зумовлено такими специфічними факторами:

- різною технологією розробок корисних копалин, а саме: системою відсипки відвалів та їх рельєфом;
- складом і властивостями субстрату, що використовуватиметься як материнська порода для наступного гумусового шару ґрунту;
- рівнем родючості гумусового шару ґрунту, який знімають і насипають на відвали;
- кліматичними умовами місцевості, де проводиться рекультивація.

Найважливішим завданням сільськогосподарської фітомеліорації є розробка системи агротехнічних заходів з урахуванням специфіки насипного гумусового шару ґрунту і забезпечення відновлення його родючості в найкоротший строк.

3.2 Фітомеліоративна діяльність рослинного покриву

В основу загальної теорії фітомеліорації, як вже згадувалося, покладене біоекологічне поняття натуральної перетворювальної функції рослинності, суть якої полягає в закономірних змінах нею геофізичного і геохімічного режимів біогеоценозів і біосфери в цілому, а також перебудові усіх інших компонентів біогеоценозу, зумовлених цими змінами.

У ролі діяльного *фітомеліоративного* осередку виступає конкретний фітоценоз або ж група фітоценозів.

Як зазначено вище, перетворювальна функція рослинності тісно пов'язана з продуктивною природною функцією фітоценотичного покриву, зокрема, *господарською* (вирощування деревини, харчовою, технічною, рекреаційною) і суто *біологічною* — автотрофною. Перетворювальна функція є наслідком продуктивної, оскільки в процесі асиміляції виникають кількісні і якісні перетворення: поглинання і виділення рослинами різних речовин.

Рослина, беручи хімічні елементи з ґрунту і листя та пропускаючи їх через коріння і фотосинтетичний апарат, перетворює їх в органічні сполуки, які знову повернуться в ґрунт, щоб розпочати нове рухоме коло атомів. Акумуляована рослинами сонячна енергія працює на накопичення все більшої і більшої біомаси, яка видозмінюється морфологічно.

У процесі зміни морфологічної структури рослин відбувається перетворення геофізичної конструкції фітоценозів, що призводить до збудження змін у ланцюгу перетворень.

Важливість поняття природної перетворювальної функції рослинного

покриву для теорії фітомеліорації полягає в тому, що вона як в цілому, так і у всіх часткових проявах сформована в тривалому геологічному ході розвитку біосфери і еволюції рослин. Ці перетворення стають основою внутрішніх зв'язків біогеосфери як динамічно зрівноваженої системи. Порушення перетворювальної функції фітоценозу призводить до неузгодженості і дезорганізації екосистем. Тому, включаючи в фітомеліоративну систему природні фітоценози або створюючи їх штучним шляхом, слід добре знати закономірності розвитку рослин і сприяти прогресу біосфери, не допускаючи її регресу. Прогресивна перетворювальна функція фітоценозу є об'єктивним процесом його розвитку, корисним з позиції людини.

Ю.П. Бяллович виділяє три категорії фітомеліорантів:

1. *Спеціальні*. Продуктивне використання їх або підпорядковується певному режиму, або повністю виключається: парки, сади, сквери, захисні смуги, лісопарки, заповідники, заказники тощо.

2. *Продукційні*. Фітомеліоративні функції виконуються без шкоди для головного – продуктивного використання або ж на користь останнього (агроценози, сади, фітоценози, ягідники, декоративні водні об'єкти, ягідники, луки, газони, захисні смуги).

3. *Рудеральні* (лат. *rudus* – щебінь, будівельне сміття). Виконують фітомеліоративні функції спонтанно і мають охоронятись, як і інші фітомеліоранти, або ж замінюватись більш ефективними спеціальними або продуктивними фітоценозами.

Всі зазначені категорії фітомеліорантів відрізняються перетворювальними функціями, які можна об'єднати в шість основних напрямів:

- меліоративний;
- інженерно-захисний;
- санітарно-гігієнічний;
- рекреаційний;
- етико-естетичний;
- архітектурно-планувальний.

Середовище, в єдності з яким перебуває фітоценоз, різноманітне і може бути умовно поділене на такі групи факторів: а) ґрунтові; б) кліматичні; в) біотичні (вплив зооценозу і мікробіоценозу). Немовби осторонь стоїть людський (антропогенний) фактор. Проте, коли ми розглядаємо фітомеліорацію як дію, спрямовану на оптимізацію ноосфери, то вона опиняється на центральному місці.

Ноосферне мислення, побудоване на науковому розумінні природних явищ, об'єктивних процесів розвитку живої природи, дає змогу побачити все розмаїття екологічних факторів та їх взаємодію. Однак фітоценоз не лише зазнає певного впливу з боку зовнішнього середовища, але й сам безперервно змінює середовище, зокрема впливає на ґрунт (змінює

хімічний склад ґрунту та його фізичну будову) і клімат (впливає на сонячну радіацію, опади, випаровування, температуру і вологість повітря).

Всередині рослинного угруповання відбуваються складні динамічні процеси, внаслідок чого фітоценоз, згідно з Ярошенком: проходить одну з фаз свого сезонного розвитку; відчуває на собі вплив умов даного року; перебуває на шляху до зміни якимось іншим угрупованням; зазнає впливу загальної зміни рослинного покриву всієї місцевості; проходить одну із стадій своєї еволюції.

Динамічний розвиток фітоценозу визначає і динамічний розвиток інших компонентів біогеоценозу — зооценозу і мікробіоценозу, з яким він постійно взаємодіє. Отже, фітомеліоративний процес стимулює діяльність зоомеліорантів, оптимізуючи життєдіяльність екосистем. Якщо ж брати до уваги той факт, що ці процеси охоплюють увесь планетарний простір, то це свідчить про оптимізацію усієї глобальної екосистеми — біосфери.

3.3 Підбір культур

Результативність фітомеліорації можна оцінити за врожайністю сільськогосподарських культур і мірою зростання родючості ґрунту. Домогтися позитивних показників можна лише при правильному підборі культури, якій би найкраще відповідали умови місцезростання рекультивованої ділянки.

Фітомеліорація рекультивованих земель розпочинається головним чином із посіву багаторічних бобових і злакових трав для збагачення ґрунту органічною речовиною і поліпшення його структури. Після тричотирирічного вирощування зеленої маси їх заорюють і сіють зернові культури. Розроблені спеціальні сівозміни, в яких передбачено п'ятишестирічне вирощування трав з періодичним заорюванням зеленої маси. Цикл освоєння таких масивів триває від п'яти-шести до восьми-десяти років. Вважають, що після такого періоду освоєння повністю відновлюється родючість земель. Технологія фітомеліоративних робіт є різною.

Приорювання в ґрунт зеленої маси рослин (зелених добрив) називають сидерацією. Термін запропонований французьким вченим Ж.Віленом. У ролі сидеральних добрив використовують в основному бобові культури — буркун (*Melilotus Mill.*), сераделу (*Ornithopus L.*), лядвенець (*Lotus L.*), чину (*Luthyrus L.*), конюшину (*Trifolium L.*), горошок (*Vicia L.*).

Скошування трави на сіно та залуження. На коріннях усіх бобових містяться бульбочки з азотофіксуючими бактеріями, що має велике

значення для піднесення родючості ґрунту. Тому в фітомеліоративній культурі значне місце займають бобові.

Буркун — дворічна бобова рослина. В культурі найбільшого поширення одержав буркун білий (*Melilotus albus*) та буркун жовтий, або лікарський (*Melilotus officinalis*). Має потужну кореневу систему, яка проникає на глибину до 2 м. Зимостійкий, посухостійкий, найкраще росте на ґрунтах, багатих на вапно. Засолені землі розсолює, збагачує азотом. За кормовими якостями не поступається люцерні й конюшині. Задовільні результати дає вирощування буркуна білого на відвалах, складених валовим методом, тобто за хаотичного перемішування третинних глин із лесованими суглинками і супісками.

Серадела — бобова рослина. В культурі поширена однорічна серадела посівна. Корінь стрижневий, сильно розгалужений, проникає в ґрунт на глибину 125 см. Росте навіть на бідних піщаних і супіщаних землях, а при внесенні гною чи фосфатно-калійних добрив дає високі врожаї — до 300 ц/га. Швидко відростає після косовиці, використовується для випасання худоби.

Люпин, або вовчий біб, — рід родини бобових. Поширені однорічні види — вузьколистий, або синій (*Lupinus angustifolius*), жовтий (*Lupinus luteus*), а також один багаторічний вид (*L. polyphyllus*). Коренева система стрижнева, глибоко проникає в ґрунт. На землях невисокої родючості, але добре зволжених дає високі врожаї вегетативної маси, багатої протеїном. На пухких піщаних ґрунтах найврожайнішими виявились посіви жовтого люпину. Всі частини рослини гіркі й отруйні алкалоїди. З середини 50-х років ХХ ст. відбувається швидке витіснення високо алкалоїдних люпинів кормовими сортами. Середні врожаї зеленої маси — 300-400 ц/га.

Лядвенець — рід родини бобових. У фітомеліоративних посівах використовують лядвенець рогатий (*Lotus corniculatus*). Утворює зарості. Цінна пасовищна (до цвітіння) і сінокісна рослина. Добрий медонос. Проте квіти містять незначну кількість гірко-отруйного глюкозиду. В силосі і сіні отруйність зникає.

Горошок — рід родини бобових. У сільськогосподарській фітомеліорації найбільш поширений горошок посівний (*Vicia sativa*). Маловимоглива до ґрунтів рослина, посухостійка, солевитривала, витримує понижені температури до -8°C . Урожай зеленої маси 220-230 ц/га. В посушливих районах вважається найврожайнішою культурою.

Конюшина — рід родини бобових. В культурі поширена конюшина червона, або лучна (*Trifolium pratense*). Має добре розвинений стрижневий корінь, який глибоко проникає в ґрунт і утворює безліч бокових розгалужень. Завдяки добре розвиненій кореневій системі конюшина підтримує біологічну рівновагу і задовільний фізичний склад ґрунту,

добре переносить його переущільнення.

Вика — рід родини бобових. Для фітомеліоративних посівів використовують вику посівну (*V. sativa*). Висівають на зерно, зелений корм, сіно і силос в суміші з вівсом, рідше з ячменем. Урожай зеленої маси 200-250 ц/га. Кореневі виділення вівса володіють добре розчинюючою силою порівняно з іншими злаковими культурами.

Друга перевага вико-вівсяної суміші — це те, що вика ярова — один з кращих азотофіксаторів. Вона холодостійка, вологолюбна, має досить короткий період розвитку (від 75 до 130 днів). Для неї підходять усі ґрунти, крім заболочених, кам'янистих та сильно кислих.

Сорго — рід родини злакових. У фітомеліоративних посівах часто використовують сорго звичайне (*Sothum*), що нагадує кукурудзу. Коріння дуже потужне, проникає на глибину 2,0 - 2,5 м. До ґрунтових умов невимоглива. Завдяки добре розвиненому корінню, а також здатності економно витратити вологу протягом усього вегетаційного періоду, сорго порівняно добре переносить посуху. Рослини продовжують рости, незважаючи на сильну жару і сухість повітря, а в період різкої нестачі води в ґрунті вони здатні зупинити ріст. Після випадання дощів сорго знову починає рости і дає нормальний врожай.

Сорго — культура різнобічного використання (продовольча, технічна і кормова), а тому заслуговує на поширення у фітомеліоративних посівах. Проведені польові дослідження) переконують, що сорго можна рекомендувати як перспективну культуру у процесі освоєння ділянок, складених лесованими суглинками і сумішами суглинків з древньоалювіальними пісками, при внесенні мінеральних чи органічних добрив. Будучи ксерофільною рослиною і маючи більш тривалий вегетаційний період, ніж інші однорічні культури, сорго максимально використовує добрива і внаслідок цього забезпечує найвищу врожайність.

Рицина (*Ricinus L.*) — рід родини молочаєвих. Представлені одним видом — рициною звичайною (*Ricinus communis L.*), із давніх часів культивується в Африці. Цінна олійна культура: в її листі міститься 40-50 % олії (в ядрах 65-70%), яку використовують в авіації, медицині, в хімічній, текстильній та інших галузях промисловості. Має потужну кореневу систему, яка проникає в ґрунт на глибину понад 4 м. Дає добрий урожай при внесенні мінеральних добрив свідчать

Горох (*Pisum L.*) — рід родини бобових. У фітомеліоративних посівах використовують однорічний вид — *Pisum sativum L.* (горох посівний). Корінь стрижневий, проникає в ґрунт на глибину 1 м і глибше. Стебло завдовжки 15-250 см.

Коренева система гороху відзначається здатністю діставати важко доступні поживні речовини із ґрунту. Внаслідок азотофіксуючої здатності гороху та підвищеної розчинної здатності його коріння ця рослина є одним з найкращих фітомеліорантів, поліпшувачів родючості.

Горох вимогливий до вологи, але його можна вирощувати і в посушливих умовах. Ця біологічна властивість гороху виявилась особливо корисною при освоєнні розкритих порід, які мають незначну кількість поживних речовин, зокрема на суміші лесованих суглинків з древніми алювіальними пісками і на порівняно однорідних лесованих суглинках.

Культура гороху є перспективною для засвоєння порушених відкритими розробками земель. Проте стебла гороху схильні до полягання, а тому його краще висівати у вигляді суміші з вівсом і використовувати як зелений корм. У цьому випадку в ґрунт слід вносити повний комплекс мінеральних добрив або органо-мінеральну суміш.

Люцерна (Medicago L.) — рід родини бобових. Стебла гіллясті заввишки 70-90 см (деколи до 150 см), утворює кущ. Коренева система стрижнева, потужна, розгалужена, глибоко проникає в ґрунт (на 5-10 м і більше). Батьківщина — Іран, передгір'я Середньої Азії і Кавказу. Найпоширенішими видами є люцерна синя або посівна (*Medicago sativa L.*). Як виявилось, люцерна відзначається здатністю мобілізувати важкорозчинні запаси родючості мало гумусових і навіть сильно карбонатних горизонтів і використовувати їх.

Люцерна переносить посуху і стійка до несприятливих умов зимівлі. Тривалість життя куща в чистих посівах становить 10 років, а за умов висіву травосумішей зменшується до 4-5-ти років. Максимальний урожай люцерни на досліджуваних ділянках на 2-3-й рік життя становив 58-65 ц/га сіна.

Головними вимогами люцерни до ґрунтових умов є достатня їх пухкість, а також добра водо- і повітропроникність, необхідна для нормального розвитку кореневої системи. В зв'язку з цим люцерна погано росте на глинистих і схильних до заболочування ґрунтах.

Люцерна синьо-гібридна виявилась особливо перспективною культурою для засвоєння ділянок відкритих розробок марганцю, її вирощування буде успішним, якщо вносити органо-мінеральні добрива.

Еспарцет (Onobrychis Mill.) — рід родини бобових. У фітомеліоративних посівах поширений еспарцет піщаний (*Onobrychis viciifolia Scop.*), який любить ґрунти, багаті на вапно. Може рости на вапняних, кам'янистих ґрунтах і крутих схилах. Рослина посухостійка, успішно росте в лісостепових і степових районах майже на всіх ґрунтах, крім кислих і заболочених. Вирощується на зелений корм, сіно та випас.

Коріння еспарцету відрізняється інтенсивним ростом і способом добувати малодоступні важкорозчинні кальцієві та фосфорні сполуки та збагачувати ними ґрунт горішніх горизонтів

Коріння еспарцету вже в перший рік життя добре розвивається в глибину і ширину. Причому значна більшість (приблизно 62 %) дрібних корінців розташовується нижче півметрової глибини. Це й зумовлює

стійкість еспарцету до посухи і добру засвоюваність ним поживних речовин глибоких горизонтів. Цьому сприяє також рясна заселеність коріння еспарцету азотофіксуючими бульбашками, які вирізняються високою стійкістю до посухи і високих температур.

Еспарцет піщаний є перспективною культурою для засвоєння ділянок, порушених кар'єрними розробками, і його можна рекомендувати для наступних дослідно-виробничих посівів на лесованих породах та суміші лесованих і піщаних відкладів.

Костриця (Festuca L.) — рід родини багаторічних злакових. У фітомеліорації використовують кострицю лугову (*Festuca pratensis Huds.*). Морозостійка, посуху переносить погано, витримує тривале затоплення, віддає перевагу суглинкам і глинистим ґрунтам. Кращий розвиток одержує на 3-4-й рік життя, в травостої тривалість 6-8 і більше років. Дає 15-20 ц/га сіна.

Костриця лучна добре розвивається в чистому посіві, а також у суміші з еспарцетом. Реакція її на добрива виразніша, ніж у бобових. Суміш костриці з еспарцетом виявилась досить стійкою внаслідок сприятливих умов живлення її азотом.

Зернові культури. В дослідях, проведених на насипних ґрунтах розкритих порід різного походження на півдні і заході України, використовували озиму і ярову пшеницю, озиме жито, яровий ячмінь, гречку, просо.

Пшениця літня. Належить до групи однорічних злаків, хоча її життєвий цикл розподілений на два періоди — осінній та весняно-літній. Завдяки осінньому посіву вона здатна добре використовувати осінньо-зимові опади, а тому краще ярової переносить весняну посуху, оскільки у цей період має добре розвинуту кореневу систему. Вегетаційний період у озимих культур триває довше, ніж у ярових, що дає їм змогу краще використовувати внесені добрива.

Пшениця літня, висіяна на породах відкритих розробок як в умовах степу, так і в умовах Передкарпаття, дала непоганий урожай при внесенні певного комплексу мінеральних або мінерально-органічних добрив. Проте вирощування пшениці літньої як в умовах порід марганцевих розробок так і в умовах гідровідвалів неефективне.

Жито посівне вважається однією з найвибагливіших культур. Вирощують переважно на зерно, зелений корм — часто з горошком та озимим ріпаком (*Brassica napus L.*). При внесенні комплексу мінеральних добрив (N30 P60 K75) на ділянці урожай становив 26,7 ц/га.

Як і у випадку із пшеницею м'якою, вирощування жита на не удобрених землях неефективне.

Ячмінь звичайний. Як і попередні культури, ячмінь в основному використовують як продовольчу культуру, а також у пивоварінні. Мало вимоглива до тепла культура, насіння проростає при температурі 1-2°C,

проте оптимальна температура проростання становить близько 20°C. Молоді сходи переносять заморозки до -5...-7°C, але погано почувають себе в умовах тривалого похолодання.

Гречка (Fagopyrum Mill.) – рід родини гречкових. У культурі використовують гречку посівну (*Fagopyrum esculentum Moench.*) — однорічну рослину. Батьківщина – гірські райони Індії та Непалу (Гімалаї), де вона вперше введена в культуру за 2 тис. років до н.е. Корінь стрижневий. Гречка належить до рослин, які не є вимогливими до потенційної родючості, що пов'язано зі здатністю її коріння виділяти мурашину, щавлеву та лимонну кислоти і завдяки цьому засвоювати важкорозчинні фосфати.

Позитивні результати дали посіви гречки у Північному степу на відвалах буровугільного розрізу з нанесенням гумусового шару ґрунту (10 – 90 см). Найефективнішою дозою повного мінерального добрива для гречки виявилась N107 P10 K100, внаслідок внесення якої середній врожай становив 29,2 ц/га.

3.4 Технологія меліоративних робіт

Технологія вирощування сільськогосподарських культур на порушених землях включає декілька етапів:

Визначення способів і методів сівозмін сільськогосподарських культур залежно від типу деградації.

Підготовка ґрунту під посів сільськогосподарських культур.

Посів і догляд за посівними культурами.

Збір врожаю і підготовка ґрунту під наступну культуру.

Сільськогосподарська фітомеліорція належить до заключного (невідвального) етапу рекультивації. Сільськогосподарське та лісогосподарське засвоєння деградованих земель називають ще *біологічним напрямом рекультивації*.

Підготовка ґрунту. Для ефективної фітомеліорації необхідно дотримуватися ґрунтовокультурної технології, при якій досягається роздільна виїмка ґрунту, його збереження і наступне насипання ґрунтового шару на вирівняну поверхню відвалів. Дуже важливо підібрати оптимальну товщину насипного шару, яка б забезпечила високу врожайність вирощуваних культур і відповідала екологічним умовам. Відомо, що врожайність культур на насипних ґрунтах зростає одночасно зі зростанням товщини родючого шару.

Водночас у варіантах дослідів з нанесенням шару ґрунту завтовшки 10-20 см урожай одержують низький і, що дуже важливо відзначити, додаток урожаю на перші 10 см товщини ґрунту був деколи незначним. Це пояснюють висиханням поверхні ґрунту в літній період, у зв'язку з чим коріння рослини не могло використати поживні речовини насипного шару.

Тому й рекомендують при рекультивації ділянок відкритих розробок насипати родючий шар завтовшки не менше 40 см.

Потужність фітомеліоративного шару, який залежить від агрохімічних і фізичних властивостей рекультивованих земель, визначають за формулою (Панас, 1989)

$$PC = hb + hk + 0,2, \quad (3.1)$$

де PC – потужність родючого шару ґрунту;

hb – висота капілярного підняття води, м;

hk – потужність коренезалежного шару.

Показники висоти капілярного підняття води (hb) і потужність ризосферного шару (hk) беруть із довідкової літератури. Наприклад, hb становить: глини – 0,2-0,5 м; торфу – 0,5-0,8 м; піску – 0,5-1,0 м; супіску – 1,0-1,5 м; суглинку – 1,5-3,0 м. Потужність ризосферного шару (hk) становить: для зернових культур 0,8 м, плодових – 1,5-2,0 м, для лісових посадок – 2,5-4,0 м.

Р.М. Панас пропонує набір технологічних заходів сільськогосподарської фітомеліорації, на яких ми зупинимося детальніше.

Формування поверхні відвалів для сільськогосподарських робіт ведуть залежно від групи придатності підстельних порід (малопродатні або непродуктивні за фізичними властивостями та хімічним складом):

– дво- або тришарові: родючі породи + потенційно родючі породи;

– родючі породи + потенційно родючі породи + екрануючий шар.

У загальному вигляді потужність насипного фітомеліоративного шару на відвалах, непродуктивних для біологічної рекультивації, визначають за такою формулою:

$$P = K_{ur} + H_k, \quad (3.2)$$

де P – потужність фітомеліоративного шару, м;

K_{ur} – потужність ризосферного шару, м, який формується на продуктивних породах і становить (після усадки) не менше: для орних земель — 1,0 (в тому числі родючий шар ґрунту 0,3); сінокосів — 0,7 (в тому числі родючий шар ґрунту 0,1); багаторічних посадок — 1,0 (ґрунт насипали при посадці в ями); лісових насаджень — 2,0; в озелененні — 1,5 м.

Потужність екрануючого шару (H_k , м) орієнтовно має бути такою: для глин (ущільнених) — 0,4-0,5 м, пісків — 0,5-1,0 м, супісків — 1,0-1,5 м, суглинків — 1,5-3,0 м.

Потужність і структура фітомеліоративного шару залежить значною мірою від властивостей суміші порід і від типу водного режиму, тому їх параметри можуть корегуватися.

Велике значення має внесення підвищених доз добрив, особливо азоту і фосфору. Найбільш ефективно внесення добрив у два прийоми в поєднанні з глибоким спусуванням (на 40-50 см). Особливо важливо забезпечити високу потребу в добривах на рекультивованих ділянках в перші три роки засвоєння. Для поліпшення властивостей порід відвалів поряд з глибоким рихленням використовують полістеролові пластівці, бітумні емульсії тощо.

Грунтовий шар слід формувати аналогічно природному профілю (грунт-суглинок-пісок або грунт-суглинок-глина). В межах насипного шару має бути створений ризосферний шар: для зернових і кормових культур не менше 0,8 м, для плодкових культур — 1,5 м.

Вирощування зернових на розкривних породах без добрив, як свідчить досвід, не дало ніякого практичного результату (найбільші врожаї були такі: ячменю — 2,23 ц/га, вівса — 1,5 ц/га, озимої пшениці — 2,5 ц/га). Внесення ж добрив під ці культури дало змогу збільшити врожаї на 500-1500 %. Особливо великий вплив мало внесення азоту, менший — фосфору.

Для стимулювання ґрунтоутворювального процесу використовують також так звані біоактивні реагенти. Наприклад, угорські вчені розробили комбінований біоактивний препарат, який містить 55 % біоактивної органічної речовини на лігнітній або буровугільній основі, азот, окисли P_2O_5 і K_2O , мікроелементи (залежно від виду рослин і складу мікроорганізмів у ґрунті) та інших речовин (в основному наповнювачі у вигляді торфу, дрібнозему та ін.). Внесення цього препарату на відвальні породи в кількості 5-50 м³ на 1 га (норма залежить від агрохімічних властивостей порід) забезпечило майже такий врожай, як і на непорушених землях.

В якості біологічних стимуляторів використовують різні мікроорганізми та дощових черв'яків, які постачають ґрунт киснем, нейтралізують у ньому кислоту, розм'якшують залежані пласти, затягуючи в отвори рештки рослин, що сприяє ґрунтоутворенню.

Ефективним засобом підвищення родючості ґрунту є сидерація, яку тривалий час широко використовують на бідних піщаних ґрунтах Полісся. В країнах Західної Європи її запроваджують для відновлення родючості ґрунтів.

Досліди Старевської в північному Степу теж підтвердили високу ефективність сидерації. За даними автора, заорювання трав, особливо люцерни синьогібридної як сидератів поліпшує умови живлення зернових культур. Дані про вплив сидератів на врожай озимої пшениці наведені в табл. 3.1.

Внесення під трави органічних добрив сумісно з мінеральними, особливо повного мінерального добрива, посилювало дію сидерації.

3.5 Технологія вирощування сільськогосподарських культур

Фітомеліоративні роботи, проведені на рекультивованих землях різних природно-кліматичних зон України, дають можливість узагальнити досвід вирощування сільськогосподарських культур. Розглянемо технологію вирощування багаторічних та однорічних трав, а також проміжних культур, ярових зернових і кормових просапних культур.

Багаторічні трави. У фітомеліоративних посівах із багаторічних бобових трав добре себе проявили конюшина, люцерна, буркун і еспарцет як у чистому вигляді, так і в суміші зі злаковими багаторічними травами (тимофіївка, райграс, грястиця збірна).

Таблиця 3.1 - Вплив кількості заораної маси люцерни на врожай озимої пшениці в умовах Північного Степу

Варіанти дослідів	Кількість заораної зеленої маси люцерни, ц/га	Урожай озимої пшениці, ц/га	Приріст урожаю пшениці, ц/га
Контроль	132	38,3	-
N ₆₀	107	40,1	1,8
P ₆₀	82	40,3	2,0
K ₆₀	92	38,5	0,2
N ₆₀ P ₆₀	164	42,5	4,2
N ₆₀ K ₆₀	182	40,7	2,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	231	45,1	6,8
Гній, 20 т/га	201	40,5	2,2
½ дози гною + ½НПК	204	46,9	8,6

Роль багаторічних трав, особливо бобових, важко переоцінити. Їх участь у культурних фітоценозах має велике меліоративне і кормове значення. Наприклад, бобові, фіксуючи атмосферний азот і накопичуючи його у верхньому шарі ґрунту, сприяють піднесенню родючості бідних на поживу земель. Маючи розвинуту кореневу систему, вони поліпшують структуру ґрунту, а отже, і постачання аеробним мікроорганізмам кисню. В таких умовах безплідна порода під впливом рослин перетворюється за певний відрізок часу в ґрунт, який був знищений технологічними розробками.

На рекультивованих землях конюшину висівають раною весною під покрив ярових (ячменю, вівса, горохово - вівсяної суміші) та озимих (жито, пшениця) культур. Щоб зменшити пригнічення покривних культур, норму висіву їх знижують на 20-40%, тобто доводять її до 140-160 кг/га (4,0-4,5 млн схожих насінин).

Конюшину рекомендують висівати зерно трав'яними сівалками із

висівом покривної культури. Глибина висіву насіння 2-5 см. Під озимі конюшину підсівають ранньою весною дисковими сівалками поперек посіву покривної культури.

Догляд за посівами конюшину полягає в ранньовесняному боронуванні з одноразовою підкормкою повним мінеральним добривом у нормі $N_{60}P_{60}K_{60}$.

Збирання конюшину розпочинають у фазі бутонізації — цвітіння. Після скошування ділянку знову боронують легкими та середніми боронами з підкормкою.

Люцерну і буркун, як правило, вирощують у чистому посіві, а тому технологія їх вирощування включає прийоми, пов'язані з обробітком ґрунту, підготовкою насіння і посівом, а також доглядом як у перший, так і в наступні роки життя.

Обробіток ґрунту під люцерну та буркун розпочинають влітку після підготовки рекультивованої ділянки або на вже висівних землях після збирання попередника. Ділянку луцять луцильниками на глибину 6-8 або 8-10 см. Восени проводять оранку на глибину 25-27 см. Ранньою весною, коли розкриті породи досягають фізичної зрілості, здійснюють закриття вологи зубоподібними боронами у два сліди з одночасним шліфуванням. При посіві пізньою весною культур рекультивована ділянка перед посівом культивується.

Сіють люцерну і буркун звичайно зерно травними сівалками, норма висіву коливається в межах 15-22 кг/га.

Догляд за цими культурами полягає в боронуванні гострими або зубоподібними боронами в один-два сліди з одночасним підживленням мінеральними добривами. Збирання люцерни і буркуна припадає на період бутонізації (масове цвітіння). На зелений корм культури збирають косарками, а на сіно — косарками-польовиками. В умовах сидерації зелену масу для кращого вкладання в ґрунт перед оранням коткують і дискують дисковими луцильниками.

Однорічні трави і проміжні культури. Р.М. Панас рекомендує в зеленому конвеєрі використовувати вико-вівсяну суміш, яку висівають у декілька строків з інтервалом 15-20 днів, розпочинаючи одночасно з посівом ранніх ярових культур. На зелений корм висівають однакову кількість вики і вівса (по 90 кг/га) або ж беруть 1/3 частину насіння вівса (60 кг/га) і 2/3 частини вики (120 кг/га).

Збирання вико-вівсяної суміші на зелений корм розпочинають з фази бутонізації і закінчують періодом повного цвітіння вики. На сіно збирають у період цвітіння і початок плодоутворення. З метою більш раціонального використання рекультивованих земель рекомендують на них вирощувати проміжні культури, застосовуючи в посівах жито й пшеницю в чистому вигляді або ж у суміші із горошком, ріпаком і свиріпою. Ці культури можуть дати врожай 150-250 ц/га і більше

зеленої маси, яку можна використати на корм або сидерат.

Після скошування озимих проміжних культур чи вико-вівсяної суміші часто створюють післяукісні культури, строки посіву яких визначаються періодом збирання попередників. Наприклад, після озимих проміжних культур вирощують кукурудзу на зелену масу, гречку та інші теплолюбні культури. Після ярових бобово-злакових сумішей на зелений корм вирощують кукурудзу (в чистому посіві або в суміші з соняшником). У посівних культурах використовують гірчицю білу, редьку олійну, озимий і яровий ріпаки, озиму і ярову свиріпу, а також люпин, горох, суміш цих культур із соняшником, вівсом, райграсом однорічним. Норми висіву: гірчиці білої і редьки олійної — 25 кг/га, ярового ріпака — 10-12, озимого ріпака, ярової і озимої свиріпи — 7,5-10, кормового люпину — 200 кг/га; суміші гороху із хрестоцвітними: гороху — 120-130 ц/га і гірчиці білої чи редьки олійної — 10-12 ц/га.

Технологія вирощування проміжних культур передбачає оранку, передпосівну культивування з боронуванням і коткуванням. Суміші висівають переважно суцільним рядовим способом зерно-трав'яними чи звичайними сівалками із глибиною посіву від 3-4 до 7-8 см.

Озимі зернові. Найкращими попередниками для зернових вважають багаторічні й однорічні трави, горох і кукурудзу на силос.

Обробіток ґрунту після багаторічних трав передбачає дискування відразу після скошування трав, оранки та ущільнення ґрунтового шару. Ущільнення проводять відразу після масової появи бур'янів і внесення добрив. Перед посівом піднятий пласт обробляють лаповими культиваторами або боронують у два сліди, не допускаючи вивітрювання дернини на поверхні.

Догляд за посівами на рекультивованих землях на відміну від староорних земель полягає в тому, що на перших практично немає бур'янів, які появляються лише тоді, коли починають використовувати неякісний гній або компости. Бур'ян знищують шляхом внесення гербіцидів.

Збирання врожаю на рекультивованих землях, чистих від бур'янів, здійснюють прямим комбайнуванням у період досягнення зерном повної стиглості.

Ярові зернові. Найчастіше для ярових посівів використовують ячмінь, пшеницю та овес, в технології вирощування яких є чимало спільного. Кращими попередниками зернових є багаторічні й однорічні трави, бобові і просапні культури.

Обробіток ґрунту зумовлений попередніми культурами. Після збирання багаторічних трав, горохо-вівсяної суміші, кукурудзи на силос рекомендують дискове лушення в одному чи двох напрямках. Через 10 - 12 днів після лушення здійснюють зяблеву оранку на глибину від 20-22

до 24-25 см.

Ранньою весною, коли розкривні породи досягають фізичної зрілості, шляхом боронування закривають вологу. Напередодні або ж у день посіву необхідно провести передпосівну культивуацію з боронуванням на глибину посіву насіння.

Посів ярових зернових рекомендують розпочинати вже в перший тиждень польових робіт, що дає можливість рослинам краще використовувати весняний запас вологи й поживний запас речовин, а також різко зменшити пошкодження рослин шкідниками і хворобами. Посів проводять вузькорядним або перехресним способами. Норми висіву на 1 га пшениці м'якої — 5,5 млн., ячменю — 4,5 і вівса — 6 млн. схожих насінин.

Догляд за посівами полягає в боронуванні легкими боронами або ротаційними мотиками на початку кущення поперек напрямку посіву, а також обприскуванні гербіцидами.

Врожай збирають прямим комбайнуванням, коли вологість зерна становить 25 % і нижче.

Кормові просапні культури. На рекультивованих землях із просапних культур поширені кукурудза, яку вирощують на силос чи на зелений корм. Кращими її попередниками є багаторічні й однорічні трави, а також зернові культури.

Після багаторічних та однорічних трав, а також після зернових культур на рекультивованих ділянках здійснюють дискування. Як правило, зяблеву оранку проводять плугами з передплужниками.

Ранньою весною, коли настає фізична зрілість ґрунту, землю боронують і шлейфують. Перед посівом ґрунт коткують, що сприяє рівномірному посіву насіння і появі дружних сходів.

Сіють кукурудзу пунктирним способом з міжряддям 45 см і лише тоді, коли земля добре прогріється до 10°C на глибину 10 см. Для підвищення вмісту в силосі протеїну посіви кукурудзи ущільнюють підсівом зерно-бобових культур (горох, кормові боби, соя).

Догляд за посівами починається з післяпосівного коткування і боронування, що сприяє накопиченню вологи та кращій аерації ґрунту.

Боронують за 4-5 днів до появи сходів. Коли сходи появляються, боронують у фазі 2-3-х листків поперек рядків. Згодом на посівах проводять міжрядкове спушування в міру необхідності.

Кукурудзу, вирощену на силос, збирають у період молочно-воскової та воскової стиглості.

Досвід сільськогосподарської фітомеліорації, накопичений в Україні, дає підстави стверджувати, що в перші два роки краще вирощувати однорічні бобово-злакові суміші. Рекомендовано використовувати такі технології вирощування сільськогосподарських культур, які б брали до уваги ґрунтово-кліматичні умови, спосіб і якість проведення

гірничотехнічної рекультивації, а також матеріально-технічні можливості.

3.6 Фітомеліорація содового шламонакопичувального виробництва

Впродовж останніх років здійснювалися дослідження і практичні заходи з фітомеліорації відстійників содового виробництва.

Тверді відходи складували у відвали, а рідкі — у шламонакопичувачі, які розташовані в долині ріки Казенний Торець і являють собою обваловані чаші прямокутної форми загальною площею 200 га. Висота шламонакопичувачів над оточуючою поверхнею 10-18 м. Споруджені вони в 1931-1932 рр. і в даний час майже повністю заповнені шламами, які утворені із дистильованої рідини, водної суспензії після очистки розсолу кухонної солі, суспензії цехів хімічного каустика та твердих відходів вапняно-обпалювальних печей. Питома вага шламів 1,14-1,49 г/см³, температура замерзання — 19-21 °С.

Щорічно в шламонакопичувачі створюється близько 3 млн. м³ шламової суспензії, яка містить 76-177 тис. т твердих фракцій. За період експлуатації шламонакопичувачів утворилися поля із отверділого шламу, поверхня яких вирівняна, суха, легко піддається вітровій ерозії. Підняті вітром у повітря пилюваті частинки забруднюють довкілля.

Спланована затверділа поверхня шламонакопичувача засипається шаром родючої землі завтовшки 30 см, знятої раніше з місць спорудження нових накопичувачів. Слід відзначити, що в насипному ґрунті знаходилася велика кількість насіння степових, лучних і бур'янових видів, яке в перший же рік дало на окремих ділянках до 15 тис. т сходів. Всього було відзначено 99 видів судинних рослин. У кінці серпня зарослу бур'янами поверхню обробляли дисковими боронами в два сліди, а в кінці вересня проводили оранку на глибину 20 см, щоб не вивернути поверхню, підстильну шламам. Навесні проведено культивуацію і висіяно насіння сільськогосподарських культур. Норми висіву збільшували в 1,5-2 рази. Догляд полягав у розпушуванні міжрядь, ручній прополці в рядах.

В культурі було випробувано 15 видів: люцерна синьо гібридна, житняк гребінчастий, пирій без кореневищний, колосняк піщаний, кукурудза, просо, соняшник, буряк кормовий, кабачки овочеві та ін.

Протягом останніх трьох років люцерна синьо гібридна за два укуси в рік давала сіна 70-80 ц/га, житняк — 40-45, суданська трава — 35-40, овес — сіна 63, зерна — 32,8, буряк кормовий — 520, соняшник — 15-22,7 ц/га. Урожайність на фітомеліорованих землях була не менша, а в окремих випадках навіть вища, ніж у контролі.

3.7 Фітомеліораціг вироблених торф'яників

У колишньому СРСР вироблені торф'яники становили близько половини усього обсягу порушених промисловістю земель. Близько 20 тис. га вироблених торф'яників було в Україні, більшість з яких перелоги. У Білорусі до 1970 р. передано для використання в сільському господарстві понад 33 тис. га рекультивованих торф'яників, для використання в лісовому господарстві — понад 16 тис.га.

Один з перших дослідів окультурення вироблених торф'яників був здійснений ще в 1912 р. на території Володимирської області в Росії. В процесі засвоєння території торф'яників для сільськогосподарського користування було одержано урожай капусти до 50 т, картоплі до 16, вівса до 2,5 і сіна конюшини до 8,5 т з 1 га.

Внесення вапна, мінеральних і органічних добрив дало змогу отримати достатньо добрі врожаї зернових, овочевих та інших сільськогосподарських культур. Причому в перші роки рекомендується вирощувати невимогливі до вмісту азоту культури: овес, озиме жито і т.д. Позитивні результати дає засвоєння виробок під лучні сівозміни.

3.8 Фітомеліорація спрямована на підвищення родючості ґрунтів

В науково-популярній літературі трапляється термін "втома ґрунту". Йдеться або про "втому" як наслідок виснаження ґрунту через винесення з нього рослинами елементів живлення, або ж про його інтоксикацію колінами — хімічними виділеннями корневих систем рослин-антагоністів. В обох випадках маємо справу зі взаємодією в системі "ґрунт-рослина", коли знання фітомеліоративної або ж антифітомеліоративної дії самих рослин є необхідним. Ці знання покладені в основу системи польових сівозмін та системи змішування рослин із різними посередниками в хімічному живленні та різними біотичними стосунками (нейтральними, конкурентними, симбіотичними, антибіотичними тощо).

Відомо, що тривале вирощування на одній і тій самій ділянці сільськогосподарської монокультури різко знижує її врожайність. Це пояснюється тим, що монокультура — це одновидовий (не беручи до уваги бур'янів) фітоценоз, в якому рослини внаслідок близькості їх біологічних властивостей характеризуються дуже подібними потребами в елементах живлення. Це призводить до винесення з ґрунту в односторонньому порядку елементів живлення і в основному лише з тих горизонтів, де зосереджена коренева система монокультури. Все це завершується виснаженням ґрунту, внаслідок чого зменшується врожай. Цю ситуацію можна стабілізувати шляхом внесення хімічних добрив, що й загалом

робиться. Однак це призводить до виробництва сільськогосподарської продукції, яку не можна називати екологічно чистою. Тому чергування культур з різними біологічними властивостями є одним із найважливіших фітомеліоративних заходів.

Сівозміна – науково обґрунтоване чергування сільськогосподарських культур на полях і в часі, яке сприяє відновленню і підвищенню родючості ґрунтів і є найважливішою складовою землеробства.

Хімічні основи сівозмін пов'язані з особливостями живлення рослин, зокрема, неоднаковою потребою в поживних речовинах, різною здатністю кореневих систем всмоктувати з глибоких шарів ґрунту, здатністю бобових культур фіксувати атмосферний азот і збагачувати ним ґрунт тощо. Як відомо, після збирання врожаю різних видів сільськогосподарських культур у ґрунті залишається неоднакова кількість рослинних решток, чим і пояснюється різна дія рослин на фізичні властивості ґрунту, в тому числі на його структуру, а отже, і на стійкість проти водної і вітрової ерозій. Розташування смугами, що чергуються, посівів багаторічних трав або зернових культур з просапними зменшує небезпеку виникнення ерозії ґрунту.

Біологічні фактори негативно діють при вторинних посівах ряду культур, що проявляється в засмічуванні посівів бур'янами, поширенні збудників хвороб і шкідників, що в комплексі з хімічними і фізичними факторами й називають *ґрунтовтопленням*.

Економічна доцільність сівозміни полягає в раціональному використанні землі, забезпеченні високих і сталих врожаїв, зменшенні сезонності виробництва в зв'язку з різними строками посіву і збирання культур, які чергуються.

Сільськогосподарські культури і чистий пар називають *попередниками*. За мірою впливу на властивості ґрунту і врожаї основні культури поділяють на декілька груп .

Багаторічні бобові трави (конюшина, люцерна, еспарцет та ін.) та їх суміші зі злаковими травами, які здатні підвищувати родючість ґрунтів в умовах доброго розвитку (в районах достатнього зволоження та зрошування), служать дуже добрим попередником для всіх сільськогосподарських культур (крім бобових). Використовують передусім під продуктивні культури, такі, як пшениця, льон, просо, кукурудза, картопля та ін. Ефективна післядія відзначається впродовж 3-5 років.

Зернобобові культури (люпин, вика, горох, чина та ін.) в умовах доброго розвитку притіняють ґрунт, поліпшують його структуру і заглушують бур'яни. Зернобобові є добрим попередником для всіх ярових і озимих культур (крім рослин родини бобових). Післядія проявляється в основному впродовж двох років.

Озимі зернові культури (пшениця, жито, ячмінь) добре куцяться, притіняють ґрунт і приглушують бур'яни. Озимі збирають раніше інших

культур, що створює сприятливі умови для накопичення вологи в післязбиральний період. Удобрені озимі є добрим попередником для просапних культур, багаторічних трав, ярових зернових, зерно-бобових, льону та ін. Можливі посіви озимих після озимих.

Ярі колосові і круп'яні культури суцільного посіву (пшениця, ячмінь, овес, просо, гречка) приблизно в однаковій мірі виносять з ґрунту елементи живлення, слабо його притінують і нерідко бувають сильно забур'янені. Забезпечують попередників для інших рослин тієї ж групи, а також для просапних культур.

Просапні культури (картопля, буряк, соняшник, кукурудза та ін.) різноманітні за своїми біологічними особливостями. Багаторазовий обробіток міжрядь і розпушування ґрунту підвищують життєдіяльність ре-дуцентів, які забезпечують ефективну мінералізацію органічного відпаду та добре живлення рослин. Просапні культури є другим попередником для всіх ярових зернових культур, льону і коноплі. Кукурудза і кормові боби на силос, ранні сорти картоплі — непоганий попередник для озимих культур. Позитивна дія — 2 роки.

Технічні прядильні культури суцільного посіву (льон, конопля та ін.) вимогливі до родючості ґрунтів, оскільки використовують вологу і елементи живлення з їх верхнього шару. Конопля, наприклад, добре засвоює важкорозчинні сполуки фосфору. В умовах оптимального обробітку ґрунту ці технічні культури є задовільними попередниками для колосових і просапних культур.

Чисті (чорні і ранні) та *кулісні пари* добре зберігають весняну і літню вологу, забезпечують успішну боротьбу з бур'янами, посилюють життєдіяльність ґрунтових мікроорганізмів. Позитивна дія триває не менше 2-3 років.

Виділяють три типи сівозмін:

- польові;
- кормові;
- спеціальні.

У *польових* сівозмінах більшу частину площі займають зернові, картопля і технічні культури.

В *кормових* сівозмінах більше половини площі відводять під кормові культури.

В *спеціальних* сівозмінах вирощують культури, які вимагають певних умов і технології вирощування (овочі, тютюн, конопля, рис та ін.).

Стосовно співвідношення сільськогосподарських культур і типів парів сівозміни поділяють на такі типи: зерно-трав'яні, зерново-паро-про-сапні, зерново-парові, зерново-просапні, травопільні, трав'яно-просапні, сидеральні, зерново-трав'яно-просапні, просапні.

3.9 Лісогосподарська фітомеліорація

Лісогосподарська фітомеліорація здійснюється шляхом створення лісових культур.

Лісові культури — штучно створені посівом або посадкою деревних порід лісові насадження. Вирощування лісових культур на площах, раніше вкритих лісом, називають *штучним лісовідновленням*, а на площах, де ліс раніше не зростав, — *лісорозведенням*.

3.9.1 Фітомеліоративні особливості лісу

Фітомеліоративна особливість лісу полягає в тому, що він здатний "завойовувати" території. Ліс засвоює територію, досі ним не зайняту, двома способами: 1) за допомогою піонерів із деревної і чагарникової рослинності; 2) за допомогою свого узлісся.

Г.Ф.Морозов на численних прикладах показує, як піонерні види, а серед них чагарники (рокитник, терен) і легко насінні та малі дикорослі осика, береза, вільха сіра, за порівняно короткий відрізок часу заселяють степові простори. З часом з-під розрідженого намету цих заростей почнуть з'являтися суто лісові породи, такі, як дуб, клен, ясен тощо. Ще один приклад — це високогірні місцевості, де після рубки лісу водянні потоки зміли ґрунтовий шар, заростають спочатку сосновим сланцем, який добре переносить морози, навали снігу та лавини. Під наметом сосни поступово знову утворюється ґрунт, який і заселяють деревні породи — ялина, кедр та ін.

Інший спосіб завоювання лісом сусідньої безлісної території відбувається з участю власного узлісся, яке поступово насувається на степ, на поле, на переліг.

Як бачимо, лісова фітомеліорація, як у першому, так і в другому випадках може мати такий характер: *природний* — *самозарощування* безлісних територій деревно-чагарниковою рослинністю та *штучний* — *створення лісових культур*. Останній використовують тоді, коли самозарощування з позиції часу є неефективним, крім того, лісові насадження вегетативного походження біологічно менш стійкі і, як правило, низькопродуктивні.

Створення і вирощування лісових культур — це активний фітомеліоративний процес, який, крім середовище твірної дії, має важливе лісогосподарське значення. Створення лісових культур забезпечує оптимальний склад майбутніх деревостанів з включенням у них як аборигенних, так і інтродукованих видів.

Лісові культури створюють трьома методами — *посівом*, *посадкою* і *комбінованим*, які здійснюють за спеціальними технологіями. Під час

садіння використовують вирощені в розсадниках сіянці та саджанці дерев і чагарників. Створення лісових культур, методи і способи повністю залежать від умов місцезростання.

Лісові фітомеліоративні посадки здійснюють у *слабозмінених, середньозмінених, сильнозмінених* (порушених) та *дуже сильнозмінених* (дуже порушених) місцезростаннях.

3.9.2 Лісові культури і основні принципи їх створення

Лісорозведення поділяється на такі види:

штучне відновлення лісів на вирубках, у горах та на лісових пустищах;

реконструкція і зміна малоцінних і малопродуктивних насаджень високопродуктивними, швидкорослими;

створення насаджень на не угіддях;

посадки на порушених землях — кар'єрах, відвалах, териконах, звалищах тощо;

створення спеціалізованих плантацій горіхових, фруктових, ягідних, технічних та інших порід;

створення меліоративних насаджень, які виконують ґрунтозахисну роль;

створення і реконструкція зелених зон довкола міст, курортів, промислових центрів.

Основні принципи створення лісових культур такі:

взаємного впливу зовнішнього середовища і лісової культури;

взаємного впливу рослин у культурі;

відповідності лісової культури умовам місцезростання;

узгодженості лісокультурних прийомів з конкретними природними умовами;

максимальної ефективності й естетичності.

Взаємовплив зовнішнього середовища та лісових культур. Завдання лісівника чи озеленювача полягає в тому, щоб дібрати такі породи і такі умови місцезростання, які б забезпечили найшвидше опанування деревними рослинами свого нового середовища, тобто найшвидше змикання крон.

Взаємний вплив у культурі відбувається в процесі конкурентної (внутривидової та міжвидової) боротьби за життєві ресурси: світло, вологу, поживні речовини та простір. Беручи до уваги особливості розвитку насадження, необхідно добре розрахувати віддаль між рослинами як у ряду, так і між рядами. Рівномірне розміщення рослин у культурі значною мірою знімає конкурентну напругу і створює умови для керованого розвитку насадження, яким займається лісівник, проводячи доглядові

рубки.

Відповідність лісової культури умовам місцезростання. В основу цього принципу покладено диференціювання прийомів лісокультурної справи відповідно до вимог лісової типології, яка бере до уваги ґрунтово-гідрологічні, кліматичні й антропогенні умови місцезростання. Ігнорування такого підходу породжує повсюдну однотипність посадок, не прогнозованість кінцевого наслідку у вирощуванні лісу, а інколи призводить і до загибелі насаджень. Коли ж доводиться вирощувати лісові культури в несприятливих ґрунтово-кліматичних умовах (рекультивація, озеленення промислових зон, оповзнів, сильно еродованих земель), доводиться використовувати різні еколого-компенсаційні заходи: внесення органічних, мінеральних добрив, полив тощо.

Узгодженість лісокультурних прийомів з конкретними природними умовами. Важливо вміло використати існуючі прийоми створення насаджень в умовах конкретної лісокультурної ділянки. В одних випадках це може бути *посів*, в інших — *посадка*. На рівних і не зайнятих пеньками лісокультурних ділянках створюють рядові посадки в *борозні*, а на вчорашній лісосіці з безсистемно розташованими на ній пеньками — *площадками*. Неузгодженість прийомів лісокультурних робіт з конкретними природними умовами — від лісорослинного району (Степ, Лісостеп, Полісся, Передкарпаття, Кримські гори та ін.) до локального місця посадки (переліг, поросла різнотрав'ям лісосіка чи піщаний кар'єр) призводить до створення малопродуктивних лісових насаджень.

Принцип максимальної ефективності. Проектуючи лісові культури, слід брати до уваги потенційні можливості рослин і клімату давати максимальну кількість продукції, а також захисну і середовище твірну ефективність створюваного насадження. Наприклад, висаджуючи культури на свіжій лісосіці, підбирають такі породи і прийоми посадки, які забезпечують найвищу продуктивність деревостану і найвищу якість деревини. Водночас необхідно передбачити виконання цим насадженням водоохоронних, ґрунтозахисних і вітрозахисних функцій. Якщо ці ж насадження створюються в зеленій зоні міста, то слід передбачити ще й їхню санітарно-захисну і рекреаційну функції.

Принцип естетичності. Незважаючи на суб'єктивну оцінку красивого, загальне сприйняття естетичності лісу людьми є високим. Водночас чимало шкал естетичної цінності (суб'єктивних і об'єктивних), про які мова йшла вище, свідчать, що ліс є різним за своїм породним складом і в різні періоди свого розвитку володіє неоднаковими естетичними якостями. Як відомо, естетичність лісу може знижувати його життєвий стан: всихання, пошкодження вегетативних і генеративних органів, зумовлені промисловим забрудненням довкілля, хворобами або шкідниками.

Суб'єктивно-об'єктивні стосунки в системі ліс-людина зумовлені такими принципами:

- ліс повинен мати такий вигляд, який би відповідав поняттям красивого;
- створені людськими руками натуральні картини (пейзажі) мають формувати у людей естетичні відчуття і розуміння прекрасного.

Типологічні основи лісокультурної справи. Різноманіття лісорослинних зон природних і антропогенних умов місцезростання вимагає від фітомеліоратора вибрати оптимальний метод і спосіб створення лісових культур. Розуміння цих взаємозв'язків і передусім впливу умов середовища на рослинність дає можливість створити штучні насадження, які б у найкращий спосіб використовували продуктивні сили природи і найефективніше виконували задані функції.

Отже, типологія умов місцезростання дає можливість вивчити різноманіття лісорослинних умов. *Лісотипологічна класифікація* бере до уваги вплив на рослинність найважливіших екологічних факторів — багатства і вологості ґрунту, кількості тепла, вологості і континентальності клімату, які в основному визначають можливий склад, продуктивність і стійкість лісових насаджень.

Основним лісотипологічним (кваліфікаційним) принципом лісівничо-екологічної типології є *принцип єдності організму і середовища*. Беручи до уваги пріоритетне значення середовища, до якого доводиться пристосуватися рослинним організмам, лісові культури створюють на підставі лісотипологічної класифікації, яка виходить з провідних факторів середовища (табл. 3.2).

Спільним для всіх класифікаційних одиниць є однорідність ґрунтово-гідрологічних факторів, ординація яких викладена у відомій едафічній сітці Алексєєва-Погребняка, що базується на ідеях Г.Ф.Морозова.

Таблиця 3.2 – Основні класифікаційні одиниці лісової типології

Класифікаційні одиниці	Екологічні фактори
1. Тип лісової ділянки (едатоп, тип умов місцезростання)	Едафічні (ґрунтово-гідрологічні)
2. Тип лісу, болота, степу, луки, пустелі (тип лісорослинних умов)	Едафічні, кліматичні
3. Тип деревостану	Едафічні, кліматичні
4. (тип насадження)	стихійні, антропогенні

Українські лісівники Є.В.Алексєєв і П.С.Погребняк за головні класифікаційні показники типів умов місцезростання і беруть

характеристики ґрунту: за горизонталлю — родючість (А, В, С, Д) і за вертикаллю — вологість (0-5).

Як бачимо, тип лісової ділянки (тип умов місцезростання) об'єднує лісові і нелісові ділянки з подібними ґрунтово-гідрологічними умовами. За типами рослин їх поділяють на чотири трофотопи (табл. 3.3):

А — бори. Найбідніші місцезростання з переважанням *піщаних і супіщаних ґрунтів*. У горах представлені малопотужними суглинистими ґрунтами скельних оголень. В умовах надмірного зволоження — оліготрофними болотами. Едафікаторний вид корінних асоціацій — сосна звичайна. Трав'яний покрив представлений оліготрофами.

В — субори. Відносно бідні місцезростання з *супіщаними ґрунтами*. На Півночі в умовах заболочення — суглинисті ґрунти. В горах представлені малопотужними або дуже скельними ґрунтами. В лісостеповій зоні інколи трапляються піщані ґрунти із похованими супісками і суглинками.

Таблиця 3.3 – Едафічна сітка. Класифікація типів лісової ділянки

Гігротопи	Трофотопи			
	А (бір)	В (субір)	С (судіброва)	Д (діброва)
0 (дуже сухі)	А0	В0	С0	Д0
1 (сухі)	А1	В1	С1	Д1
2 (свіжі)	А2	В2	С2	Д2
3 (вологі)	А3	В3	С3	Д3
4 (сирі)	А4	В4	С4	Д4
5 (мокрі)	А5	В5	С5	Д5

Деревостани із сосни і модрина в першому ярусі, ялини і дуба — в другому. Продуктивність насаджень вища, ніж у борах. У трав'яному покриві оліготрофні і, частково, мезотрофні види.

С — сугруди. Відносно багаті місцезростання з *суглинками*. В теплому кліматі представлені супіщаними ґрунтами, в горах — середньої потужності і скелетності. Крім сосни, модрина, дуба і смереки, які ростуть у суборах, трапляються ялиця, бук, граб, клен, липа. Трав'яний покрив складається в основному з мегатрофів. Насадження більш високої продуктивності, ніж у суборах.

Д — груди. Багаті місцезростання переважно в районах теплового клімату. Едифікаторами корінних асоціацій є дуб, бук, ялина, ялиця. Часто в деревостанах зустрічаємо ясен та ільм. Трав'яний покрив мегатрофний. Насадження найвищої продуктивності.

Однакові за родючістю ділянки в різних кліматичних зонах зайняті різними породами, а отже, і типами лісу. Проте всі вони належать до одного типу умов місцезростань.

Д.В. Воробйов, який розробив кількісну характеристику кліматичної родючості, запропонував спеціальну формулу для встановлення вологості W клімату рівнинних районів помірних широт:

$$W = (R/T) - 0,0286T, \quad (3.3)$$

де R — сума опадів за місяці зі середньою температурою вище 0°C ;

T — сума середньомісячних температур повітря за вегетаційний період; вона дорівнює $24-104^{\circ}\text{C}$ залежно від географічного розташування району.

Інтервал ступенів, прийнятий через 20°C , починаючи з 24°C . Ступені вологості клімату встановлені з інтервалом $W - 1,4$. Наприклад, при $W = 6,2$ і більше клімат дуже мокрий, $6,2 - 4,8$ — мокрий; $4,8 - 3,4$ — сирий; $3,4 - 2,0$ — вологий; $2,0 - 0,8$ — сухий; $0,6 - 0,8$ — дуже сухий.

За значеннями вологості та температури Д.В.Воробйов і В.Ф.Остапенко виділили кліматичні зони (області) України, Білорусі, Молдови і Кавказу.

Суміщений графік едафотопів і кліматичних зон (областей) зображений на рис. 3.1.

Едатопи		Трофотопи				W		
		A	B	C	D			
Г І Г Р О Т О П И	0	AO Oa	BO Ob	CO Oc	DO Od	0,8	0	З О Н И В О Л О Г О Г О К Л І М А Т У
	1	A1 1a	B1 1b	C1 1c	D1 1d	0,6	1	
	2	A2 2a	B2 2b	C2 2c	D2 2d	2,0	2	
	3	A3 3a	B3 3b	C3 3c	D3 3d	3,4	3	
	4	A4 4a	B4 4b	C4 4c	D4 4d	4,8	4	
	5	A5 5a	B5 5b	C5 5c	D5 5d	8,2	5	
T, °C		24	44	64	84	104		
		A	Б	с	d			
		Теплові зони				Клімати		

Рис.3.1. Едафокліматична сітка Алексеева-Погребняка-Воробйова

Тип лісу, за Д.В. Воробйовим, об'єднує лісові і безлісні ділянки, подібні не лише за ґрунтово-гідрологічними, але й за кліматичними умовами, тобто відображає кліматичну різноманітність едафотопів. Оскільки поширення порід визначається кліматом та історією розвитку місцевої флори і фауни, кожен тип лісу займає певну географічну зону (ареал), у межах якої за даними умовами місцезростання зберігається однаковий склад порід, що входять у насадження.

Найменування типу лісу впливає з назви едафотопу і породи-едифікатора корінного насадження. Наприклад, *свіжа грабова діброва, мокра грабово-дубова бучина, вологий дубовий субір, сухий бір*. В однорідних кліматичних умовах тип умов місцезростання відповідає типу лісу.

Тип деревостану — це найнижча класифікаційна одиниця лісової типології, яка являє собою сукупність ділянок лісу, подібних за корінною породою деревного ярусу та ґрунтово-гідрологічними і кліматичними умовами. Типи деревостанів можуть бути корінними, які сформувалися в умовах непорушеного господарською діяльністю лісу, і похідними, що формуються на місці корінних (внаслідок їх вирубування, вітровалу, пожеж) шляхом природного заростання або ж лісових культур. Кожен тип лісу представлений одним корінним і багатьма (природними і штучними) деревостанами. Найменування деревостанів ведеться за панівною породою верхнього ярусу (дубняк свіжої букової діброви, сосняк вологого дубового субору). Створюючи лісові культури, передусім дбають про формування деревостану — дубняка, сосняка чи модрини або ж їх суміші. Коли формують парковий фітоценоз, беруть до уваги підлісок і трав'яний покрив.

3.9.3 Біоценотичні стосунки

Поряд з абіотичними факторами (ґрунтово-гідрологічним та кліматичним) на долю лісових культур впливають біотичні, особливо внутривидова і міжвидова конкуренції та тваринне населення, що заселяє заліснену ділянку. Тому, розробляючи проект лісових культур, лісівник чи озеленювач має брати до уваги біоценотичні фактори.

Серед найважливіших біоценотичних факторів Д.В.Воробйов і Б.Ф.Остапенко виділяють і обґрунтовують такі:

- взаємодія деревних і чагарникових порід на лісокультурній ділянці;
- вплив чагарникової, трав'яної, мохової та лишайникової рослинності на приживання рослин культури;
- значення мікрофлори ґрунту, в тому числі ґрунтових грибів;
- значення тваринного населення і передусім ґрунтової фауни.

Взаємодія деревних і чагарникових порід. Залежно від біотичних

особливостей порід, які добирають для створення лісової культури, а також тих, які вже ростуть на лісокультурній ділянці, взаємини рослин можуть бути різними: *корисними* і *негативними*. Тут слід брати до уваги лісорослинні умови ділянки і вік створюваних насаджень.

Негативну роль можуть відігравати другорядні дерева і чагарники за таких обставин:

жорстка конкуренція рослини за вологу, що спостерігається в сухих і дуже сухих типах місцезростання;

жорстка конкурентна боротьба за "площу живлення", в яку вступають з головними породами підріст і поросль супутніх порід, включаючи потужні механізми своїх густозаселених кореневих систем;

жорстка боротьба підросту і чагарників за світло, особливо коли сіянці чи саджанці світлолюбних порід попадають під намет тіньовитривалих рослин;

наявність на лісокультурній ділянці природної деревної рослинності, яка є проміжним господарем шкідників і носієм хвороб. У подібних випадках таку рослинність знищують до створення лісової культури.

Позитивна роль природної деревної і чагарникової рослинності, яка заселяє запроектовану лісокультурну ділянку, полягає у таких факторах:

самосів, підріст і поросль другорядних порід відіграють роль підгону для головних порід, забезпечуючи їх швидкий ріст і правильне формування стовбурів;

чагарники, особливо у вигляді порослі, виконують протиерозійну роль, забезпечуючи краще водопоглинання і ґрунтовий захист лісокультурної ділянки;

залишені на лісокультурній ділянці другорядні породи використовують як захист культивованих порід від заморозків, надмірного випаровування, вижимання морозом, сонячних опіків. Такого захисту потребують бук, ялиця, смерека, кедрова сосна та ін.

Вплив трав'яної, мохової та лишайникової рослинності. Рослини відкритого простору, які ростуть на незалісненій лісокультурній ділянці, створюючи щільну структуру, неохоче віддають зайнятий ними простір молодим деревним рослинам. Це ж стосується і свіжих лісосік, які заростають знітом чи іван-чаєм. Тому в лісокультурних проектах передбачають догляд за посадками, передусім обжинку травостою. Водночас в умовах бідних, а часто і рухомих пісків у міжряддях інколи вирощують трав'яні рослини, зокрема люпин.

Як і трав'яні рослини, мохи та лишайники можуть відігравати і негативну, і позитивну роль. Оскільки у мохів і лишайників немає справжнього коріння, а коренеподібні ризоїди зосереджуються у верхніх горизонтах ґрунту, то вони успішно використовують вологу атмосферних опадів, не пропускаючи їх у ґрунтову товщу. Водночас вони запобігають активному випаровуванню ґрунтової вологи, особливо в сухих умовах

місцезростання.

Значення мікрофлори. Мікрофлора ґрунту представлена передусім грибами – цими незмінними супутниками зелених рослин, які відрізняються від останніх своїм гетеротрофним характером живлення. Органічну речовину ці гетеротрофи споживають у живому вигляді (їх тоді називають паразитами) і мертвому (сапрофіти). Лісівнику слід добре знати, які гриби-паразити в конкретних умовах місцезростання можуть спричинити захворювання насаджень (наприклад, коренева губка сосни звичайної). Водночас гриби-сапрофіти беруть активну участь у мінералізації мертвих органічних решток, підвищуючи тим самим родючість ґрунту.

Значення тваринного світу. Молоді лісові культури, особливо листяних порід, часто стають жертвою випасання, об'їдання лісовими тваринами. Трапляються випадки пошкодження корневих систем ґрунтовими гризунами й ентомоз шкідниками лісу. Однак не весь тваринний світ виступає стосовно лісових культур у негативній ролі. Численні представники мікро- та мезофауни сприяють деструкційним ґрунтовим процесам, а отже, позитивно впливають на процеси ґрунтоутворення.

Біологічні особливості деревних порід. У лісокультурній справі одним з найскладніших питань є підбір конкретних порід для посадки в конкретних умовах місцезростання. Тому першочерговим є знання біологічних особливостей рослин, які є результатом тривалої еволюції організмів і багатовікового пристосування їх до дії екологічних факторів.

На породу, висаджену на лісокультурній ділянці, діє комплекс екологічних факторів, провідними з яких є кліматичні й біоценотичні.

З кліматичних факторів найбільше впливають на рослини *світло*, *тепло* і *вологість* повітря, які діють безпосередньо на листовий, або, як його ще називають, фотосинтетичний, апарат, а конкретніше, на процеси фотосинтезу і транспірації. Ці фактори мають пряме відношення до таких біологічних особливостей дерев і чагарників, як світлолюбність і тіншовитривалість, морозо- і зимостійкість, посухостійкість тощо.

Дія едафічних факторів на деревні рослини відбувається шляхом впливу на їх кореневі системи, а точніше – на процес всмоктування води з розчиненими в ній мінеральними поживними речовинами. Серед едафічних факторів найважливішими є ступінь забезпечення ґрунту мінеральними речовинами, його реакція, наявність або відсутність шкідливих для життєдіяльності рослин солей. До едафічних факторів належить також клімат ґрунту – тепловий режим, ступінь і режим вологості, аерація ґрунту. З дією едафічних факторів пов'язані такі біологічні особливості рослин, як їх ставлення до багатства ґрунту.

Для правильного вирішення лісокультурних питань, – зазначають Д.В. Воробйов і Б.Ф. Остапенко, – необхідно оцінювати в комплексі як

біологічні властивості рослин, так і значення кожного екологічного фактора, які характеризуються взаємодією. Така аналітична і водночас синтетична оцінка породи стосовно конкретних умов лісокультурної площі дає змогу правильно вирішувати питання підбору порід та їх змішування.

3.9.4 Поняття про лісові культури

Лісові культури — це рукотворні лісові насадження, створені відповідно до лісівничих технологій. Створення і вирощування лісових культур — одне з основних завдань сучасного лісового господарства. За даними ФАО ООН, площа штучно створених лісових насаджень на земній кулі в другій половині 60-х років ХХ ст. становила 81 млн. га. Найбільше лісових культур створено в КНР, колишньому СРСР, США, Японії. В Україні щорічний обсяг лісокультурних робіт у довоєнні роки становив 60 тис. га.

Основними перевагами лісових культур перед природним поновленням є:

- забезпечення оптимального складу майбутніх дерево станів;
- запобігання небажаної зміни порід у лісостані;
- можливість введення в лісові насадження швидкорослих і цінних порід-інтродуцентів;
- скорочення терміну між рубкою лісу і появою наступного лісового насадження;
- забезпечення раціональної біологічної взаємодії між породами шляхом спрямованого добору і розміщення.

Лісокультурна справа в Україні базується на лісокультурному районуванні, запропонованому проф. Д.Д. Лавренком, який виділив 10 лісокультурних районів: західне і східне Полісся; західний, правобережний і лівобережний Лісостепи; східно-байрачний, центральний і південний Степи; гірська і пригірська частини Криму і Карпат. Беручи до уваги високу мозаїчність кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов, в Карпатах виділено 6 лісокультурних округів, які поділені на 14 лісокультурних районів. У межах кожного лісокультурного району виділяють певну кількість типів лісорослинних умов і типів лісу, для яких розробляють відповідні технології створення лісових культур (рис. 3.2).

Ділянку, виділену під створення лісових культур, називають *лісокультурною площею*. Вона є частиною лісокультурного фонду, під яким розуміють сукупність лісокультурних площ, що мають заліснитися лісівництвом чи держлісгоспом у запланований період.

Категорії лісокультурних площ — це сукупність лісокультурних ділянок, одноманітних за походженням і складом, які вимагають

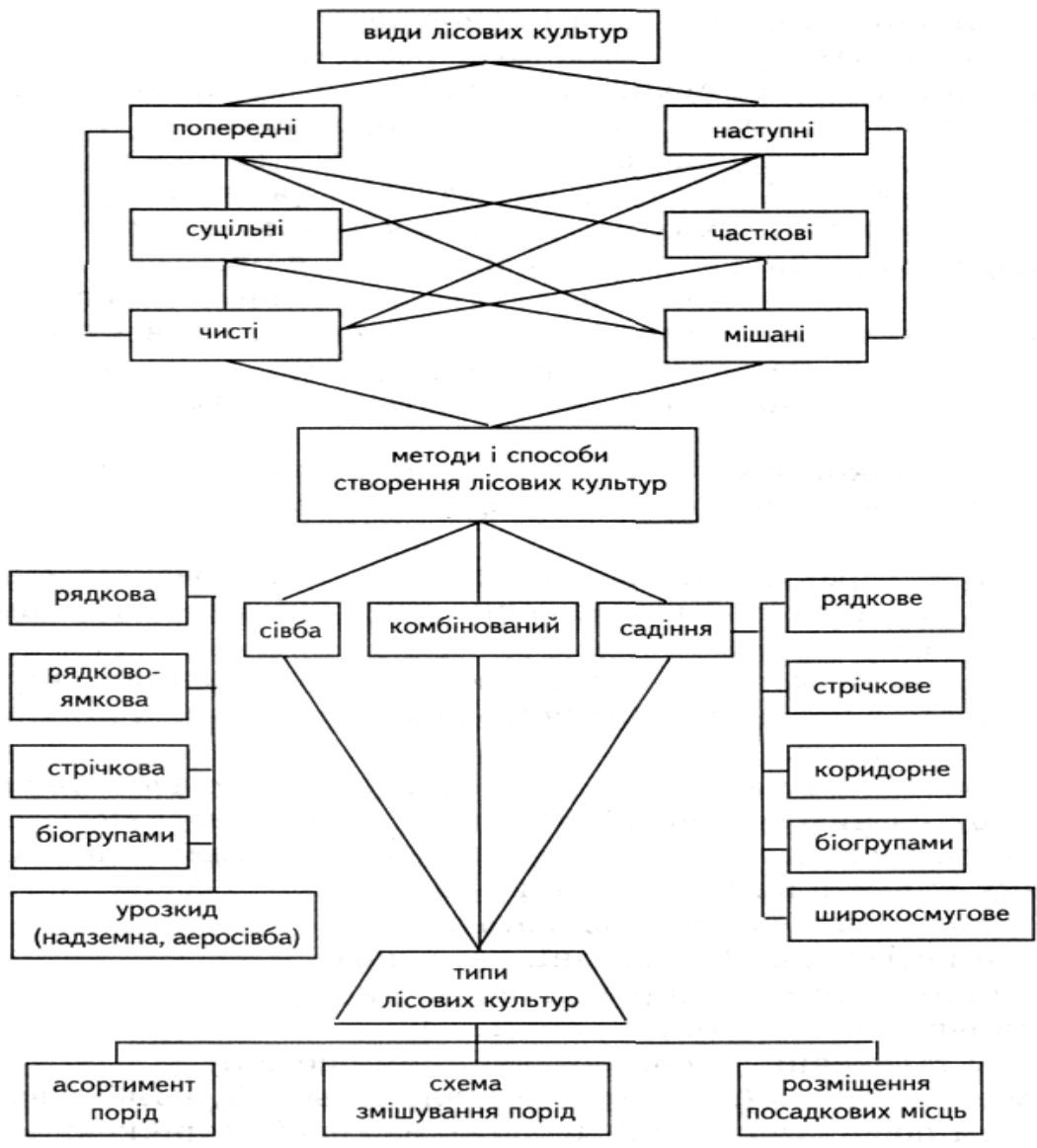


Рис. 3.2– Класифікація видів, методів створення і типів лісових культур (за А.Родімім)

одноманітних технологій створення лісових культур. Виділяють 4 основні категорії лісокультурних площ:

– зруби, рідини і згарища, що не поновляться головною або субголовною породами, де на 1 га понад 500 шт. пнів на сирих ґрунтах і понад 600 шт. – на свіжих і сухих, що дає змогу підготувати ґрунт борознами або площадками після часткового корчування пнів;

– зруби, що незадовільно поновлюються головною породою або поновились м'яколистяними, а також зріджені насадження з густим підліском, що вимагають часткового обробітку ґрунту.

Стан лісокультурних площ визначають за станом лісокультурної ділянки:

зруби — ознакою є характеристика попереднього насадження, терміни рубки, наявність природного поновлення, його склад, походження та стан;

згарища — характеризуються походженням (низова, підземна чи верхова пожежа), термінами проходження пожежі і віком згарища, ступінню захаращеності тощо;

пустища та галявини — визначають за походженням (зруб або згарище) та віком, з чим пов'язано погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунту;

землі, що вийшли з-під сільськогосподарського користування — характеризуються низькою продуктивністю або непридатністю для ведення сільського господарства території, еродовані схили тощо. Створення тут лісових культур вимагає значних затрат.

Тип лісових культур розрізняють за:

терміном створення (попередні, наступні);

принципом формування (суцільні, часткові);

початковим складом (чисті, змішані);

методом створення (посів, посадка, комбіновані);

типом змішування (деревний, деревно-тіньовий, комбінований);

способом посіву (рядковий, рядково-ямковий, стрічковий, біогруповий, врозсіп);

способом посадки (рядковий, стрічковий, коридорний, біогруповий, широкосмуговий);

методом посадки (врівень з ґрунтом, на дно борозни, впласт).

Вид лісових культур визначають за терміном створення, принципом формування і початковим складом насадження.

3.9.5. Методи створення лісових культур

Методи створення лісових культур — це сукупність прийомів формування штучних насаджень, основними з яких є *посів і посадка*.

Садивний матеріал, який застосовують при посадці культур, — *сіянці*

і саджанці, котрі можуть мати *відкриту і закриту* кореневу системи. Садивний матеріал з відкритою кореневою системою вирощують у розсадниках і теплицях. Сіянци і саджанці з закритою кореневою системою вирощують у горщечках, контейнерах, брикетах. Позитивною особливістю посадкового матеріалу із закритою кореневою системою є те, що корені рослин до і в період посадки перебувають у незруйнованому комі землі або субстрату.

Перевагою садіння перед посівами є те, що сіянці і саджанці більш стійкі до умов навколишнього середовища порівняно зі сходами насіння. Вони швидше ростуть, що сприяє більш вчасному зімкненню намету. Культури, які створюють садінням, менше страждають від конкуренції і трав'яної рослинності, вимагають меншої кількості агротехнічних доглядів.

Водночас посіви мають деякі позитивні особливості, зокрема, їхні майбутні дерево стани довговічніші, їхні кореневі системи глибше проникають у ґрунт, а коріння не пошкоджується при пересадці. Посіви технологічно простіші і менш трудомісткі порівняно з садінням. Проте посіви лісового насіння часто пошкоджують птахи, гризуни та дикі тварини, що значно меншою мірою стосується посадок.

Посів і садіння лісу можна виконувати декількома способами.

Посів насіння дерев і чагарників може бути: рядовим; рядково-ямковим; стрічковим; біогрупами; врозкид.

Рядковий посів. Насіння висівають рядками, розташованими на певній віддалі один від одного. Віддаль між насінням у рядку також рівномірна і залежить від породи дерева. Наприклад, при рядковому посіві дуба жолуді висівають на дні посівного рядка на віддалі 6-8 см.

Рядково-ямковий посів. Насіння висівають у ряді не поодинокі, а групами по декілька штук у кожній ямці. Віддаль між ямками в рядку становить 0,3; 0,5; 0,75 м залежно від обраної густоти і схеми посіву.

Стрічковий посів. Створюється шляхом розташування рядків не рівномірно по площі, а по декілька рядків, наближених один до одного, як і окремі стрічки. Віддаль між рядками в стрічці значно менша, ніж віддаль між крайніми рядками сусідніх стрічок. Віддалі між стрічками залежать від густоти культур і схеми посіву.

Посів біогрупами. Посівну біогрупу утворює певна кількість насінин, висіяних на незначній за розміром площі. Наприклад, на площадках розміром 0,25·0,25; 0,5·5; 1,0·1,0; 1,0·2,0 м буде посіяно від 30 до 500 насінин. Сходи, що потім з'являться, також будуть об'єднані в біогрупи. Віддаль між біогрупами визначається схемою посіву.

Посів врозкид. Може бути наземний або з літака — аеросів. Наземний посів можна здійснювати з коня, з верблюда (наприклад, при посіві саксаулу в напівпустелях). Аеросів застосовують для заліснення концентрованих зрубів.

Посадка лісових культур може здійснюватись: рядками; стрічками; коридорами; біогрупами; широкими смугами.

Рядкова посадка. Посадкові місця розміщують рівними рядками, що розташовані на однаковій віддалі один від одного.

Стрічкова посадка. Два або декілька рядків наближені один до одного, створюючи своєрідну стрічку. Віддаль між рядками у стрічці однакова, а віддаль між стрічками є значно більшою, що визначається схемою посадки.

Коридорна посадка. Створюють на вирубках, зарослих другорядними малоцінними породами, висота яких 2-3 м, шляхом прорубування коридорів, ширина яких не менше однієї висоти дерева чи кущів. Між коридорами залишають невирубаний простір, званий *кулісами*, завширшки 4, 6 або 8 м. У коридорах проводять підготовку ґрунту і висаджують сіянці або саджанці головної породи на віддалі один від одного 0,5-1,5 м. На другий-третій рік, якщо з'являється загроза затінення головної породи, коридори розширюють. Цю роботу здійснюють доти, поки висота рослин головної породи не перевершить висоту другорядних порід.

Посадки біогрупами. Застосовують в умовах посадки при часткових культурах. Обробіток ґрунту здійснюють рихленням площадок різного розміру: 0,25x0,25; 0,5x0,5; 1,0x1,0; 1,0x2,0 м. На кожній площадці висаджують певну кількість рослин — від 3 до 50, з яких створюється біогрупа. Розміщення біогруп може бути рівномірним або нерівномірним і залежатиме від наявності на лісокультурній ділянці природного підросту головної породи. Залежно від розміру біогруп їх висаджують на 1 га по 200-400 шт., а у випадках малих розмірів — по 600-800 шт.

Широкосмугова посадка. Дерева і чагарники висаджують рівномірно на досить широкій смузі 8-12 м, при цьому залишаються такі ж за шириною міжсмугові простори. Позитивно себе проявили в залісненні схили, що мають досить значну довжину. Застосовують також для створення культур на згарищах, на яких відсутнє природне поновлення. В цьому випадку розчищають смуги завширшки 2,5 м і більше, ґрунт на смузі зорюють або ж обробляють дискуванням чи фрезуванням. Віддаль між смугами може становити 3-8 м. При ширині смуги 2,5 м на ній розміщують два ряди рослин з віддалю між рядами 1,5 м.

При одно чагарниковому методі змішування, який є більш поширеним, ніж попередній, використовують тільки один вид чагарнику.

Деревно-тіньовий тип змішування. Розроблений лісничим Велико-Анадольського лісництва Н.Я. Дахновим з участю Г.М. Висоцького. В ньому головна порода чергується не з чагарником, а з підгінною супутньою породою.

Комбінований тип змішування. Одержав поширення в практиці лісових культур, поєднуючи принципи деревно-чагарникового і

деревно-тіньового типів змішування.

Змішування будуються і на принципі по деревного чергування порід. Проте існують і інші схеми змішування.

Гущина культур — це категорія не лише лісоекологічна, але й економічна.

Гущина культур залежить від розміщення посадкових місць і визначається певною віддаллю між посадковими (посівними) місцями на лісокультурній площі, зокрема, віддаллю між рядками посадкових місць і віддаллю між посадковими місцями в ряду. *Отже, густина культур - це кількість деревних і чагарникових рослин, які вирощуються на одиниці лісокультурної площі.*

Вибір правильної густоти культур є передумовою стійкості і продуктивності майбутніх насаджень. Занижуючи густоту посадок (посіву), створюємо несприятливі едафічні і кліматичні умови для розвитку рослин, що призводить до відтягування строків змикання намету, а це, в свою чергу, може негативно впливати на ріст, можуть бути випадки їх загибелі або депресії. Водночас при більшій густоті необхідна більша кількість посадкового матеріалу, що впливає на економіку лісокультурної справи: загущення культур веде до випадання значної кількості особин.

Оптимальна густина, — відзначає М.І.Калінін, — поняття динамічне в тому розумінні, що вона змінюється з віком. Це наслідок біологічних властивостей лісових дерев, які з віком вимагають все більшого і більшого життєвого простору. Базою для регулювання густоти в процесі росту є початкова густина, тобто кількість посадкових місць, яка була під час посадки або посіву лісових культур.

Встановлення початкової густоти здійснюють із урахуванням таких факторів:

біологічних і лісівничих особливостей деревних порід; для світлолюбних порід беруть меншу густоту, для тіневитривалих — більшу, для швидкорослих — меншу, для рослин, що повільно ростуть — більшу;

едафічних — у більш сухих умовах і на бідніших ґрунтах беруть більшу густоту, оскільки рослини тут ростуть повільніше, а в більш оптимальних умовах вологості і родючості ґрунту густина може бути меншою, що пов'язано з інтенсивнішим тут ростом рослин.

Початкову густоту культур і відповідне розміщення посадкових місць встановлюють окремо згідно з лісорослинними зонами, підзонами і лісокультурними районами. Наприклад, загальноприйнятою початковою густиною соснових лісових культур для сосни є : в *сухих борах і суборах* — не менше 7 тис. рослин на 1 га; в *сирих* — не менше 5 тис. рослин на 1 га. При посадці крупно мірними саджанцями допускається первинна густина 2,5 тис. на 1 га і вища. Однак залежно від практичного досвіду господарства і конкретних умов густоту лісових культур сосни можна

приймати до 10-13 тис. шт./га, а в надзвичайно тяжких умовах - навіть до 20-40 тис. шт./га.

Для забезпечення змикання крон у п'яти-шестирічних культурах у сухих борах висаджують 13-17 тис. шт./га сіянців із розміщенням рядів на віддалі 1,2 м один від одного, а в ряду між посадковими місцями — 0,5 м або відповідно 0,6 і 1,3 м. У свіжих суборах змикання намету в зазначеному віці при початковій густоті 10 тис. саджанців на 1 га за схемою посадки буде 1,5x0,7 м або 2,0x0,5 м. Застосування сучасної технології збільшення віддалі між рядами до 2,5-3,0 м.

3.9.6. Типи лісових культур у різних лісорослинних умовах

Типологічна характеристика лісокультурної площі дає науково обґрунтовану основу для проектування лісокультурних заходів і можливість достатньо об'єктивно визначити трофність, вологість та інші властивості ділянки, а також підібрати оптимальні варіанти співвідношень деревних порід, спрогнозувати майбутній ліс. Подаємо основні типи лісових культур, які створюють у різних лісорослинних умовах України.

Типи лісових культур у борах

Дуже сухі і сухі бори — це бідні піски, іноді рухомі, з глибоким рівнем (3,6 м) ґрунтових вод, куди кореневі системи практично не досягають. Основним джерелом постачання вологи є атмосферні опади та конденсована волога. Умови для росту і розвитку лісових культур несприятливі, їх витримують лише сосна звичайна та сосна Банкса. Сосна IV-III бонітетів, запас деревини — 200-250 м³/га.

Обробіток ґрунту суцільний або частковий, смугами, часто безвідвальний. Типи культур: культури сосни суцільні, густі, розміщення посадкових місць рядами 2,5x0,5; 2,0x0,4; 2,5x0,4м, густина посадки 8-12 тис. шт./га. Склад культур 10 С або 8 С. в. 2 С.б.

Свіжі бори — умови зростання дещо кращі. Рівень ґрунтових вод 2-4 м, однак родючість ґрунту незначна. Сосна досягає II бонітету. В цих умовах домішкою виступає береза, хоча росте погано, але її участь покращує едафічні умови.

Створюють чисті культури, але раціональніше, з участю берези повислої до 30 % початкового складу, густина 10-15 тис. шт./га. Такі густина і склад забезпечуються при рядовому розміщенні сосни і берези: через кожні два ряди сосни висаджують один ряд берези. Відстань між рядами 2,0-2,5 м, в ряду 0,4-0,5 м. Густина часткових культур при наявності на площі природного поновлення зменшується. Основний тип - суцільні культури сосни з участю берези, розміщення рядами: два ряди сосни, один ряд берези. Відстань між рядами 2,0-2,5 м, в ряду 0,4-0,5 м.

Густота 8-12 тис. шт./га. Початковий склад культур 7С2Б.

Основні типи культур:

а) суцільні культури сосни і супутньої породи — дуба звичайного та дуба північного. Посадка рядами: 4 ряди сосни та 1 ряд дуба; в ряду дуба звичайного чергування липи дрібнолистої, бузини чорної чи червоної, бересклета, акації жовтої. Розміщення 2,0x0,4-0,5 м. Початковий склад 7,5 С 2,5 Д, густота 10-12 тис шт./га;

б) суцільні культури сосни з участю берези. Посадка рядами: 7 р С 3р Б. Між березою і сосною створюють буферний ряд чагарника. Розміщення: 2,0x0,4-0,5 м. Початковий склад 8,5С1,5Б;

в) часткові культури сосни площадками 0,7x0,7 м; 1,5x1,5 м; 4-8 тис. шт./га.

Основний тип лісових культур. Обробіток ґрунту на схилах до 15° частковий, смугами завширшки 1,5-2,0 м уперек схилу. Відстань між смугами 5,0-6,0 м. При більшій крутизні схилів обробіток ґрунту площадками розміром 0,4x0,4; 1,0x1,0 м. Кількість площадок 2,5-6,0 тис. на 1 га. В площадку висаджують по п'ять сіянців або по одному-три саджанці. На оброблених смугах посадка рядами з відстанню між посадковими рядками 0,4-0,5 м. Густота 3,5-5,0 тис. посадкових місць на 1 га.

3.9.7 Фітомеліорація сильно змінених або порушених місцезростань

Сильно змінені або порушені місцезростання характеризуються відсутністю генетичних зв'язків або дуже слабкими міжструктурними елементами з вихідним — корінним — типом умов місцезростання. Це, як правило, змиви чи зсуви або глибокі виїмки, або ж насипи різного походження.

Заліснення еродованих земель. Еродовані землі (лат. *ерозіо* — роз'їдання) поширені практично на всій території України. Змив родючих верхніх горизонтів призводить до збіднення ґрунтів унаслідок:

зменшення запасу гумусу та доступних мінеральних речовин;
погіршення фізичних якостей і водного режиму;
формування бідніших і сухіших порівняно з нееродованими землями-едафотопами.

Акумуляція продуктів ерозії призводить до утворення багатших едафотопів у нижніх частинах схилів, на днищах балок, у конусах виносу. Сюди належить місцезростання з середньо змитими ґрунтами, де змито від 1/3 до 2/3 гумусового горизонту. Основні типи лісу на еродованих формах рельєфу і ґрунтах наведені в табл. 3.4

Б.Ф.Остапенко виділяє дві категорії типів лісу на еродованих землях:

дегресивні типи, які виникли на сильно порушених місцезростаннях

внаслідок вирубки дерев, с травлення худобою тощо, що призвело до погіршення едафотопу. Тут переважають порослеві похідні лісостани, корінні типи відсутні. Найчастіше це сугруди, що виникли на місці грудів. У дерево стані наявні нехарактерні для сугрудів види - ясен та ільм. Серед живого надґрунтового покриву багато бур'янів, лучних і степових видів, що активно беруть участь у ґрунтоутворювальному процесі;

прогресивні місцезростання з відповідними типами лісу, що розвиваються в процесі вікового збагачення під впливом на ґрунт лісу після зупинення ерозії, де, попри високий рівень антропогенізації, переважає процес відновлення. Такі процеси можна спостерігати в парку "Високий Замок" у Львові, де еродований останець був заліснений в 30-х роках ХІХ століття, і сьогодні, незважаючи на сучасні ерозійні процеси, тут помітні прояви лісового середовища: поява індикаторних видів, диференціація намету тощо.

Таблиця 3.4 – Тини лісу на еродованих формах рельєфу і ґрунтах (Остапенко, 1980)

Типи лісу	Місце розташування
Сухий дубовий суббір (без сосни)	Верхні частини берегів долини Дністра та його приток, експозиція південна
Свіжий дубово-сосновий суббір	Схили горбів
Свіжа грабово-соснова судіброва	Схили давньої гідрографічної мережі
Свіжа грабова діброва	Підвищені місцеположення, південні схили
Свіжа грабова діброва з дубом скельним	Схили горбів, верхів'я балок
Волога грабова діброва	Тіньові схили, що дренують днища балок
Волога букова діброва	Вододіли і схили увалів
Мокрий чорно-вільховий ольс	Заболочені видолінки і балки, долини потоків

Якщо для умов першої категорії необхідні заходи, спрямовані на введення більш активних ґрунтоутворювачів, то для другої слід більше приділяти уваги природоохоронним заходам, які б попереджували розвиток ерозії.

Для дегресивних місцезростань основним типом лісових культур є

культури дуба як головної породи з участю сосни звичайної та кримської. Відстань між рядами 2,5-3,0 м, в ряду — 0,5 м. Створюються біогрупами на площадках (400-500 шт. на 1 га), на кожному площадку висаджують близько 20 рослин.

Безлісні еродовані землі, що вимагають меліорації, характеризуються сильною строкатістю в порушеності, дегресії, мозаїчності ґрунтового покриву, частій зміні геологічної будови та різкого вирівнювання топографічного положення, їх розподіляють на чотири категорії:

1. Притіньові схили з проявом площинної ерозії та схили давньої гідрографічної мережі (лощини, балки, річкові долини).

2. Місцезростання з сучасною лінійною ерозією (відкоси ярів, оголення порід, осипи тощо).

3. Понижені місце розташування (днища балок, конуси виносів).

4. Ділянки на схилах давньої і сучасної ерозійної мережі з виходами ґрунтових вод або замуленими ґрунтами.

Найбільш перспективною породою в слабо- та середньозмитих ґрунтах є сосна звичайна.

Головним завданням фітомеліорації еродованих земель є комплексність, урахування впливу фітомеліоранту на зайняту ним площу і навколишнє середовище.

3.9.8 Заліснення осушених земель

Осушені землі поділяють на три групи:

площі без надлишкового зволоження;

площі, що короткочасно підтоплюються лише в період рясних опадів і повеней;

площі, що періодично підтоплюються, а іноді (навесні чи восени) на тривалий період затоплюються.

Вирізняють також чотири підгрупи осушених земель:

без наявності дерев і чагарників, купин і сфагнуму;

зарослі чагарниками (верби — козяча, вухаста) та окремими деревами і групами;

зарослі чагарниками, окремими деревами або їх групами з наявністю купин;

зарослі чагарниками, окремими деревами або їх групами з наявністю купин і сфагнуму.

Швидкість зростання рослин в умовах осушених земель залежить від наявності в торфоболотних ґрунтах поживних речовин і розміщення їх у ґрунтовому профілі. Максимум азоту, фосфору і калію у ґрунтах усіх типів боліт Західного Полісся знаходиться у верхніх горизонтах: у верхових — до 30 м, перехідних — до 50, низинних — до 70 см. За межею верхніх горизонтів відзначається помітне зменшення кількості

цих елементів. Верхні горизонти ґрунтів більш кислі порівняно з нижніми. Оглеювання частіше спостерігається з глибини 50-80 см, але в деяких випадках його ознаки наявні вже з глибини 30 см. Саме в місцях оглеювання спостерігається максимум вмісту закисного заліза. Від близькості і потужності оглеєного горизонту залежить імовірність підтоплення і затоплення осушеної ділянки.

Ще одною важливою ознакою розвитку рослин на осушених землях, що стримує фітомеліоративний процес, є низькі температури на поверхні торфоболотних ґрунтів у травні і вересні, які згубні для багатьох деревних порід.

Найкращі фітомеліоративні якості на осушених землях проявили сосна звичайна, береза повисла, дуб звичайний, ялина звичайна. Дуб північний і горіх маньчжурський стали гинути вже на 2-3-й рік унаслідок підземних заморозків, а модрина європейська — унаслідок надлишку вологи. Створюють часткові і суцільні культури.

3.9.9 Заліснення підтоплених земель

Фітомеліорацію підтоплюваних земель, які утворилися внаслідок слабо регульованого осушення або інших причин, що порушили природні процеси в ландшафті, здійснюють різними методами. Як фітомеліоративний засіб Х.Пойкер пропонує посів і посадку очерету (*Phragmites communis*) та посадку верби (лозою та корінням). Задовільно переносять тривале затоплення тополі.

Ю.П.Бяллович залежно від розташування і призначення виділяє шість типів підтоплюваних насаджень:

1. *На незаболочених берегах* — звичайно підтоплені землі, призначені для вирощування швидкорослих і цінних порід. Створюються у вигляді масивів, стрічок і смуг.

2. *На незаболочених обвалованих площах*. На відміну від звичайного підтоплення, ці насадження є дренавальними і призначені для біологічного дренажу, оскільки виконують підсобну роль стосовно насосних станцій. Тому тут використовують швидкорослі породи, які витрачають максимальну кількість води (тополі, ясени — звичайний і зелений, верба біла тощо). Можуть створюватися у вигляді задамбової смуги завширшки 100 м або у вигляді масиву.

3. *На заболочених берегах*. Розташовані на найбільш понижених місцях, де капілярна кайма ґрунтових вод досягає поверхні ґрунту, а місцями можуть стояти постійні або тимчасові калюжі внаслідок наявності понижень з позначками нижче НПГ або виходу ґрунтових вод, затоплення низини наводками, поверхневим стоком. Призначені, в першу чергу, для сильного притінення калюж з метою пригноблення

розвитку личинок малярійного комара та для біологічного дренажу (притіню-вально-дренуючі насадження). Створюються у вигляді стрічок або у вигляді масивів з тополі, верби, ясенів — зеленого і пухнастого.

4. *На заболочених обвалованих площах.* Ці насадження, як і в попередній категорії, мають притінювально-дренувальний характер, створюються у вигляді задамбової смуги чи масивів. Висаджують тополі, верби, вільху чорну.

5. *Лінійна посадка "бачивника"* в затоках аж до врізки води на неабразивних берегах водосховища. Такі посадки сприяють закріпленню берегів, які піддаються розмиванню. Лінійні посадки складаються із одного-трьох рядів верби білої з домішкою чагарникових верб і аморфи.

6. *Лінійні притінювальні посадки* вздовж осушувальних каналів. Пригнічують розвиток личинок малярійного комара і попереджують густезаростання канав. Головні породи залежно від едафічних умов – це вільха чорна, верба ламка, верба біла, тополі, сосни.

Підтоплювані насадження на незаболочених берегах залежно від лісорослинних умов можуть складатися із культур грецького горіха з дикими плодовими деревами і ліщиною, а також чорногоріховими, сірогоріховими, горіхово-дубовими, дубово-сосновими, модриновими, тополевыми культурами. Дренуючі насадження на незаболочених обвалованих площах мають бути тополевыми.

У притінювально-дренуючих насадженнях (берегових, обвалованих, лінійних уздовж канав) головними породами залежно від едафічних умов можуть бути вільха чорна, верба ламка, верба біла, тополі, сосна. Для посилення притінювальної дії цих насаджень їх варто, якщо це можливо, створювати змішуваними, складними, із щільними закритими узліссями. Зокрема, Ю.П.Бяллович радить у всі листяні притінювально-дренуючі насадження вводити домішку ясеня зеленого або ясеня пухнастого, в тополеві — вільхи чорної.

Для підвищення продуктивності і захисної дії притінювально-дренуючих насаджень їх площі мають бути осушені відкритими канавами.

3.9.10 Заліснення насипних земель

Насипні ґрунти за рівнем їх становлення поділяють на: нерозвинені (свіжі), де ще не склалися генетичні зв'язки з нещодавно оголеною материнською породою; з розвиненими ґрунтоутворювальними зв'язками.

Ґрунтоутворювальні процеси в насипних ґрунтах зумовлені в першу чергу підстельними породами.

Леси, лесовані суглинки та глини:

а) в умовах доброго дренажу тут формуються свіжі і вологі сугрудки і груди;

б) в умовах близького залягання ґрунтових вод тут утворюються сирі та мокрі сугрудки і груди. У цих умовах створюють лісові культури чи садово-паркові біогрупи з участю дуба, сосни, граба, в'яза тощо.

Піски, глауконіти та алеврити: при високому розміщенні ґрунтових вод тут добре розвивається і є довговічним дуб звичайний, липа дрібнолиста. Ці місцезростання належать до сухих і свіжих сугрудів. У посушливі роки висока скважність ґрунтів є причиною пригнічення деревної рослинності.

Маломергелеві породи, вапняки, кам'янисті породи. Формуються сухі і свіжі бори та субори. Висаджують сосну, березу, ялівець, рокитник.

Торф'яні землі:

а) на дренованих ґрунтах формуються сухі і свіжі груди. Висаджують дуб звичайний, ясен звичайний, клен гостролистий, ліщину, бузину чорну.

б) на заболочених ділянках вологі і сирі груди. У посадках використовують вільху чорну, ясен звичайний (болотний екотип), верби.

3.9.11 Фітомеліорація рекреаційно-дегресивних земель

У лісопарках і парках досить часто зустрічаємо сліди рекреаційних дегресій - надмірне ущільнення ґрунту, витоптування трав'яної рослинності та самосіву дерев і чагарників.

Рекреаційна дегресія часто має *площинний* характер, коли, наприклад, від узлісся в глибину насадження рекреанти витоптують усю територію, крім невеликих ділянок землі довкола дерев. Проте вздовж стежок і доріг можна спостерігати *лінійну* дегресію — витоптування землі вздовж магістральних ходів.

У цих випадках створюють щільні захисні насадження з чагарників і дерев, особливо кілких: терену, шипшини, глоду, аличі, барбарису. На узліссі висаджують світлолюбні види, а під наметом дерев — тіневитривалі.

В окремих випадках, особливо в зоні галявин, ушкоджених дегресією, фітомеліоративні заходи полягають у залужненні або посадці ґрунтопокривних рослин, зокрема, барвінку, плюща, кизильників, ялівця козацького.

Хімічну дегресію едафотопів в основному можна згрупувати в два типи: *відвальна* і *полютанто-забруднювальна*. В першому випадку маємо справу з відвалами токсичної породи, а в другому — із токсичними викидами підприємств, що попадають з повітря в ґрунт.

В обох випадках перед посадками дерев і чагарників слід провести активацію збідненого і забрудненого хімічними речовинами ґрунту. Перед

тим як займатися активацією, слід вивчити всі фактори, які будуть перешкоджати розвитку деревних рослин. У зв'язку з цим детально вивчають хімічні і біологічні умови росту рослин, в які включають експериментальні польові і лабораторні дослідження — ґрунтові, агрохімічні, мікробіологічні.

Всі підготовчі меліоративні заходи можна об'єднати в три основні напрямки:

- поліпшення фізичної структури ґрунту;
- поліпшення хімічних умов місцезростання;
- біологічна активація.

Всі ці напрямки взаємопов'язані. Наприклад, за рахунок біологічної активації (внесення перегною торфокомпостів, гумусу і ґрунтових бактерій тощо) поліпшуються фізико-механічні та гідрологічні умови ґрунту.

Головним завданням цих меліоративних заходів є забезпечення рослин, які будуть висаджені на хіміко-дегресивних землях, достатньою кількістю поживних речовин. Водночас вирішується не менш важлива справа: токсичні речовини зв'язуються, надлишкова кислотність, або ж, навпаки, висока лужність зменшується, що сприяє мобілізації присутніх у ґрунті поживних речовин.

Переущільнені ґрунти слід спушити механічним способом з одночасним внесенням органічних добрив. Часто активований шар ґрунту змішують з власними породами чи ґрунтовим шаром. Використовують також мульчування соломною, тирсою чи пінопластом.

Меліоративні заходи хімічного, фізичного і біологічного характеру — це лише перші кроки до фітомеліоративного процесу. Як і на «ростих збіднілих ґрунтах, так і на хіміко-дегресивних фітмеліоративний покрив проходить чотири основні стадії: *початкову* (піонерну); розвитку авангардних однорічних і багаторічних трав'яних видів; розвитку авангардних дерев і чагарників; розвитку дерев-едифікаторів та дерев-субедифікаторів і асектаторів, які разом з піднаметовим трав'яним покривом творять стійкий багатокомпонентний фітомеліорант.

Дерева і чагарники на хіміко-дегресивних землях висаджують, як правило, сіянцями, рідше — саджанцями. Висаджують на 1 га близько 6000 шт., віддаль між рядами 1,5 м, в ряду 1,0 м. Серед авангардних деревно-чагарникових порід такі: вільха сіра, берези — повисла і пухнаста, обліпіха, осика, черемха пізня, акація біла, ожина, зіновать багато-волосиста, верби — пурпурова, сіра, вухаста, бузина чорна, горобина звичайна.

3.9.12 Фітомеліорація радіаційно-дегресивних ґрунтів

Узагальнення матеріалів радіоактивного забруднення лише лісів України за дослідженнями В.П. Краснова дало змогу встановити, що на 38,6 % обстежених площ (3186,4 тис. га) щільність радіоактивного забруднення ^{137}Cs становить понад 1 Кі/км². Значно вищий цей відсоток у Житомирській (60,1 %), Рівненській (56,3 %) та Київській (52,2 %) областях. За межами зони відчуження ЧАЕС існують площі лісів, в яких заборонена лісгосподарська діяльність (4,08 тис. га), введено регламентацію на використання продукції з деревних порід (101,5 тис. га) та недеревної продукції лісу (1190 тис. га).

Про фітомеліоративну дію лісу та стан радіаційно-дегресивних ґрунтів свідчить те, що у складових частинах лісової підстилки з часу ураження лісового біогеоценозу радіоактивними опадами спостерігається поступове переміщення основної кількості радіонуклідів у розкладену, гуміфіковану її частину. Цей процес, за даними В.П.Краснова, відбувається значно швидше у більш багатих і зволжених лісорослинних умовах. У вологих борах частка валового запасу ^{137}Cs у розкладеній частині лісової підстилки становить 4,7 %, а у вологих сугрудках — 14,1 %, у свіжих суборах — 17,4% загальної щільності радіонуклідів у лісових біогеоценозах.

Основна кількість ^{137}Cs у ґрунтах основних типів лісорослинних умов зосереджується у лісовій підстилці та верхньому 5-сантиметровому шарі мінеральної частини ґрунту. Загальною закономірністю варіантів розкладу ^{137}Cs у ґрунті є експоненційне зменшення концентрації радіонукліду зі збільшенням глибини.

У розділі 3.2.3 розкритий характер концентрації радіонуклідів у листі, гілках, корінні та стовбурі. В.П. Красновим встановлені суттєві відмінності у накопиченні ^{137}Cs у шарах радіальних приростів сосни звичайної в різних типах лісорослинних умов. Величина питомої активності радіонукліду в деревині, яка приросла у післярадіаційний період, у 2-6 разів перевищує цей показник для всього стовбура.

Існує видоспецифічність у накопиченні ^{137}Cs в різних тканинах і органах різних деревних порід. Найбільша концентрація радіонукліду спостерігається у хвої і листочках, молодих пагонах, лубі, а найменша — у деревині. Істотно варіює інтенсивність накопичення у надземній частині фітомаси дикорослих ягідних рослин залежно від типів місцезростання: більше — у зволжених едафотобах, менше — у сухих.

Компоненти біогеоценозів за концентрації ^{137}Cs можна розташувати таким чином: у свіжих і вологих суборах і вологих сугрудках — ґрунт і мертвий покрив > деревний ярус > живий покрив. Для вологих борів і сирих суборів: ґрунт > деревний ярус > живий покрив > мертвий покрив.

Як бачимо, лісова рослинність бере активну участь у перерозподілі і

нейтралізації радіонуклідів в екосистемі. Посадка дерев і чагарників на незаліснених землях, забруднених радіонуклідами, проводиться у вигляді культур відповідно до лісорослинних умов. В окремих випадках, якщо це можливо, проводять, як і у випадку з хіміко-дегресивними землями, активацію верхнього шару ґрунту.

3.9.13 Фітомеліорація еродованих земель, які втратили родючість

Фітомеліорація еродованих земель, що втратили родючість, полягає у:

фітомеліорації еродованих схилів (лісостеп, степ України);
фітомеліорації пісків — для рівнинного Полісся.

Для кожного з цих типів місцезростань необхідне правильне поєднання різних типів культур – фітоценозів. Основною породою для заліснення є сосна звичайна, супутньою — береза повисла.

Для пісків слід рекомендувати "природну модель" насаджень: *травичагарники-дерева*. Для зазначених умов серед дерев і чагарників використовують і рекомендують сосну, березу, зіновать, дрік, леспедецію двоквіткову, ялівець козацький. Еродовані землі, як правило, заліснюють.

Ділянки берегів гідрографічної мережі понад 20° належать до лісомеліоративного фонду і підлягають суцільному залісненню. Це, зокрема, гирла берегів суходолів, балок або круті ділянки берегів річкових долин

з близьким виходом на денну поверхню оголеної кам'янистої породи. До фітомеліоративних заходів належать заліснення, створення садів і залуження.

Заліснення повинно займати до 60 % фонду і здійснюватись на:

- ділянках понад 20°;
- ділянках понад 12-20° з сильно змитими ґрунтами, які перерізані частими промоїнами;
- дні гідрографічної мережі, перерізаної донними розмивами, де від древнього днища залишились невеликі ділянки, які прилягають до підніжжя берегів тіньових експозицій.

Посадка саду та залуження:

- а) сад займає південно-східні, східні та південні схили, при наявності лесових відкладів не менше 1,5-2,0 м;
- б) залуження здійснюють на схилах північної, північно-західної та західної експозицій.

В Україні у недалекому минулому найбільшу площу рухомих пісків можна було зустріти на лівобережжі України, нижче Каховки, на старовинних теренах, так званих арен, загальною площею понад

200 тис.га. Ці піски, відомі під назвою Нижньодніпровських, або Олешківських, нагадують пустелю - сухі, безводні, з рідкою рослинністю. При найменших поривах вітру пісок починає рухатися.

Ця піщана пустеля, як встановили вчені, з'явилася на місці суцільних лісів (типу суборів), які склалися з сосни, дуба, берези і ліщини в підліску..

Починаючи з першої половини ХІХ ст. робилися спроби обліснення Нижньодніпровських пісків.

У повоєнні роки українські лісівники з участю академіка П.С. Погребняка та інших вчених здійснили посадки лісових культур практично на всій території Олешківських пісків і за її межами. Сьогодні це повноцінні лісові насадження, які вимагають нових лісівничих підходів до їхнього подальшого формування. Піщані пустощі зникли з українських ландшафтів.

Закріплення пісків здійснюють шляхом травосіяння та шелюгування.

Травосіяння проводять у пустельних та напівпустельних районах господарства з тваринницьким ухилом. Використовують піщаний овес, селін, кумарник, червоний полин, буркун, сибірський житняк тощо.

Шелюгування поширене в північних районах, де висаджують шелюгу червону, в західних і центральних районах — жовту, в південних-каспійську.

Шелюгу висаджують живцями. Для заготівлі живців використовують прутья 2-3 річного віку. Довжина живців 30-50 см, діаметр — 0,5 см. Посадка ведеться під кіл, мечем Колесова, лісосадильною машиною і під плуг. Живці висаджують урівень з поверхнею або на 2-3 см нижче поверхні ґрунту. Посадка рядами ведеться перпендикулярно пануючому вітру. Якщо шелюгування передуює посадці лісу, то воно здійснюється через 6-10 м. Через всю відстань створюється смуга в два-три ряди.

Посадка лісових культур. В лісостепу і степу використовують деревні породи — сосни кримську та звичайну, березу повислу, осокір, акацію білу, дуб звичайний; чагарники — бузину червону, рокитники, акацію жовту, аморфу, скумпію, смородину золотисту, лох вузьколистий, жимолость татарську, клен татарський. У напівпустелях висаджують саксаул. Використовують описані вище способи та методи посадки лісових культур.

Особливості обробітку ґрунту. Небезпеці переводу пісків у рухомі можна запобігти підготовкою ґрунту смугами, площадками та стрічками.

Чорний пар використовують лише у випадку необхідності боротьби з бур'янами. Глибоку оранку ведуть не завжди. Часто використовують безвідвальну оранку. Кращі дослідні результати виявлені при оранці на глибину 100-105 см, а у виробничих умовах — 50-60 см. На рухомих пісках обов'язкове шелюгування. При достатній вологозабезпеченості ство-

рюють суцільні культури, при недостатній — кулісові (куліси завширшки 30 м з проміжками 30 м). Густина культур залежить від родючості ґрунту та вологозабезпеченості. Можливе використання механізації. Посадковий матеріал — 1-2-літні сіянці сосни.

3.9.14 Фітомеліорація кар'єрів

Всезростаючими темпами збільшується світове видобування корисних копалин, що безпосередньо пов'язане з серйозним втручанням у природу. Найбільше впливають на ландшафтні комплекси розробки корисних копалин відкритим способом. При розростанні кар'єрів вглиб і вшир збільшуються внутрішні зовнішні відвали, морфологія яких у багатьох випадках визначається видом складування розкривної породи (гідровід-вали, автовідвали, залізничні відвали і т.п.). Об'єм переміщеної гірської породи у крупних кар'єрів величезний. Наприклад, при підготовці Михайлівського і Лебединського кар'єрів Курської магнітної аномалії він становив 170 млн м³.

Ф.М.Мільков серед кар'єрно-відвальних типів ландшафту виділяє такі основні:

оголені (відсутній або майже відсутній рослинний покрив), утворені або дуже свіжими відвалами, які ще не встигли зарости, або старими відвалами, складеними токсичними ґрунтами;

пустельні, вкриті бур'яново-польовою, лучно-степовою та чагарниковою рослинністю. Це один із найпоширеніших типів місцевості кар'єрно-відвальних комплексів у зрілій стадії;

озерно-горбисті оголено-пустинні, які характеризуються великою кількістю водойм у міжрядових пониженнях і "строкатою" рослинністю — від оголених гряд, у випадку токсичності порід, до сформованих пустищ;

лісові, вкриті високостовбурними лісами, переважно сосновими (на легких ґрунтах) і березово-осиковими;

каменеломна земля, яка виникає в місцях видобутку вапняку, піщанику, крейди та інших щільних корінних порід. Кам'янисті донно-кар'єрні урочища, круті обриви, останці, напівзруйновані відвали характеризуються безплідністю і, незалежно від віку, дуже бідною, зрідженою рослинністю. Каменеломна земля відома у всіх районах, де близько від поверхні залягає камінь, який використовують для будівництва та промислових цілей;

торф'яно-кар'єрний, розвинутий у місцях колишніх торф'яних розробок. Виділяється сильним перезволоженням, наявністю озер у низинах, присутністю болотного різнотрав'я та пригнічених у рості дерев і чагарників.

Мета фітомеліорації кар'єрів полягає у формуванні в місцях виймання

грунту (піщані, глиняні та гравійні кар'єри) рослинного покриву.

Характерними особливостями кар'єрів є:

"рани" ландшафту, що зумовлюють порушення родючості ґрунтів, знищують природні біотопи і часто є причиною негативних змін місцевого водного режиму;

стихійні звалища, що часто виникають на місці кар'єрів і призводять до забруднення ґрунтових вод;

видування піску з спустошених територій;

загальні ушкодження пейзажу місцевості .

Особливою проблемою рекультивації сільськогосподарських угідь у місцях сухої виїмки Х.Пойкер вважає формування схилів кар'єру і пропонує два рішення:

1. Рекультивовану територію стикають з оточуючою місцевістю настільки покатими схилами, що їх можна використовувати як сільськогосподарське угіддя. При цьому крутизна схилу не має перевищувати 1:5, тобто 20 %. Задача насаджень на відвалах полягає, крім їх протиерозійної та ґрунтоутворювальної дії, в створенні сприятливого мезоклімату для прилеглих сільськогосподарських угідь.

У процесі лісгосподарської фітомеліорації кар'єру уникають створення монокультур. Для цих цілей найбільш придатні змішані культури. Як свідчить досвід озеленення глиняних кар'єрів на горі Високий Замок (20-30-ті роки ХІХ ст.) у Львові, створення смерекових насаджень з їх поверхневою системою призвели до того, що під час сильної бурі 1890 року практично всі хвойні дерева були вивернуті з корінням.

Узлісся деревних насаджень утворюють з дерев 2-3-ї величини та чагарників.

2. Краями рекультивованої території, яка відрізняється висотою від прилеглої місцевості, формують круті схили, які використовують для заліснення (рис. 3.3). Крутизна схилу в цьому випадку має бути 1:2, тобто 50%, але в жодному випадку не перевищувати 1:1.5, тобто 66,7 %. При більшій глибині кар'єру схили переривають через кожні 5-7 м у висоту терасовими уступами завширшки 2 м з нахилом у бік підвищення висоти схилу. Ці уступи необхідні і як захист схилу від повільної ерозії, і як доріжки для доступу до майбутніх насаджень.

Цінність цих насаджень полягає, крім їх протиерозійної та ґрунтоутворювальної дії, в створенні сприятливого мезоклімату для прилеглих сільськогосподарських угідь.

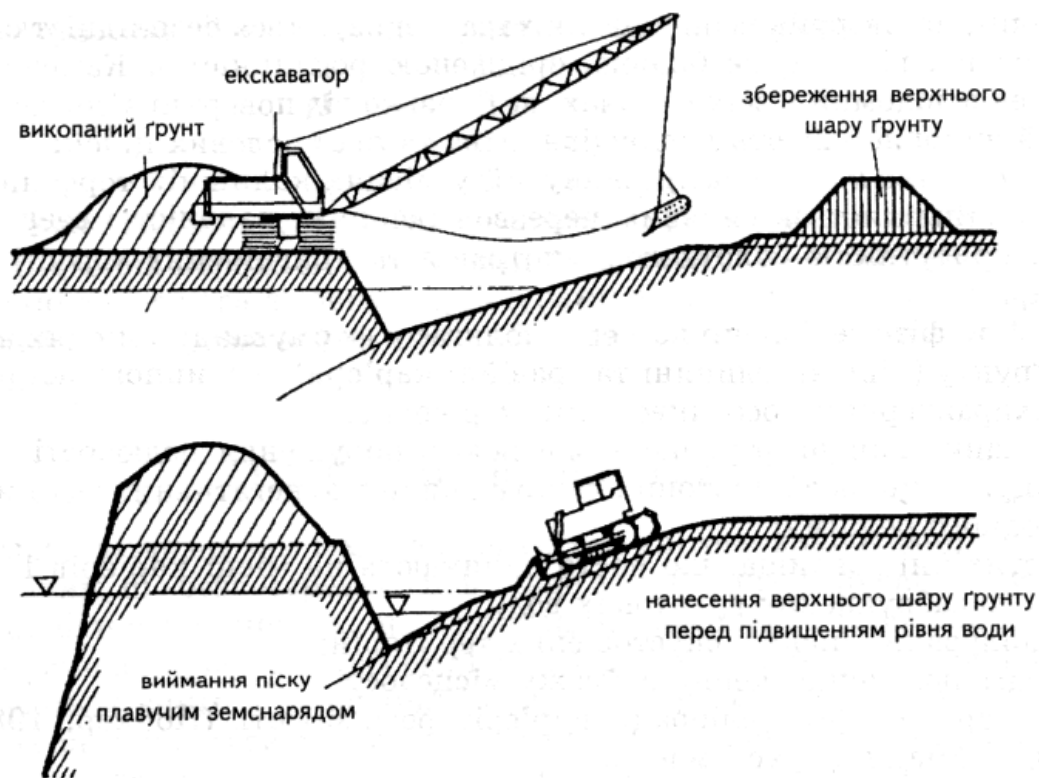


Рис. 3.3 Формування похилих берегових схилів кар'єру

У процесі лісогосподарської фітомеліорації кар'єру уникають створення монокультур. Для цих цілей найбільш придатні змішані культури. Як свідчить досвід озеленення глиняних кар'єрів на горі Високий Замок (20-30-ті роки ХІХ ст.) у Львові, створення смерекових насаджень з їх поверхневою системою призвели до того, що під час сильної бурі 1890 року практично всі хвойні дерева були вивернуті з корінням.

Узлісся деревних насаджень утворюють з дерев 2-3-ї величини та чагарників.

2. Краями рекультивованої території, яка відрізняється висотою від прилеглої місцевості, формують круті схили, які використовують для заліснення (рис. 3.3). Крутизна схилу в цьому випадку має бути 1:2, тобто 50%, але в жодному випадку не перевищувати 1:1.5, тобто 66,7 %. При більшій глибині кар'єру схили переривають через кожні 5-7 м у висоту терасовими уступами завширшки 2 м з нахилом у бік підвищення висоти схилу. Ці уступи необхідні і як захист схилу від повільної ерозії, і як доріжки для доступу до майбутніх насаджень.

Цінність цих насаджень полягає, крім їх протиерозійної та ґрунтоутворювальної дії, в створенні сприятливого мезоклімату для прилеглих сільськогосподарських угідь.

У процесі лісогосподарської фітомеліорації кар'єру уникають створення монокультур. Для цих цілей найбільш придатні змішані культури. Як свідчить досвід озеленення глиняних кар'єрів на горі Високий Замок (20-30-ті роки ХІХ ст.) у Львові, створення смерекових насаджень з їх поверхневою системою призвели до того, що під час сильної бурі 1890 року практично всі хвойні дерева були вивернуті з корінням.

Узлісся деревних насаджень утворюють з дерев 2-3-ї величини та чагарників.

4. СНІГОВА МЕЛІОРАЦІЯ

4.1 Значення снігового покриву і снігової меліорації

Сніговий покрив відіграє значну роль у народному господарстві. В ньому зосереджено майже половина річної норми опадів, які утворюють запаси вологи у ґрунті. Сніговий покрив також значно впливає на температуру верхніх шарів ґрунту, захищаючи тим самим зимуючі рослини від несприятливих умов зимівлі та зменшуючи глибину промерзання ґрунту. Сніговий покрив сприяє створенню сприятливого режиму тепла і вологи під час перезимівлі рослин та на початку вегетації навесні.

Вперше на роль снігового покриву та доцільність його використання у сільськогосподарському виробництві вказав російський вчений О.І. Воєйков. Він відзначив, що сніговий покрив впливає на клімат, погоду, ґрунти, водні ресурси і землеробство. Ним розроблені методи дослідження снігового покриву на полях та намічені головні шляхи використання снігу.

Тривалість залягання снігу на полях може складати від декількох днів до декількох місяців в залежності від кліматичної зони. В Європейській частині СНД залягання снігового покриву змінюється з південного заходу на північний схід.

Сніговий покрив формується наприкінці жовтня в північних районах та в середині грудня – в південних. У південних районах у останні роки стійкий сніговий покрив формується не щорічно. Схід снігу починається на південному заході наприкінці лютого і посувається поступово до північних районів, де терміни сходу снігу відмічається наприкінці травня.

Ріхтером Г.Д. було проведено районування території колишнього СРСР за висотою снігового покриву і відокремлено сім зон:

1. Зона з максимальною висотою снігу – більше 70 см та тривалим багатосніжним періодом.
2. Зона з висотою снігу від 5- до 70 см та багатосніжним періодом тривалістю більше 6 місяців.
3. Зона з висотою снігу від 30 до 50 см з коротким багатосніжним періодом – до 3 місяців.
4. Зона з висотою снігу від 10 до 30 см без багатосніжного періоду (західний район ЕЧ СНД).
5. Зона з нестійким сніговим покривом висотою менше 10 см впродовж декількох днів або з його відсутністю (південно-західний район ЄЧ СНД).
6. Арктична зона зі снігом від 20 до 50 см та тривалим багатосніжним періодом.
7. Гірські райони.

У першу половину зими в континентальних районах випадає мало снігу. Під дією сильних вітрів на відкритих полях на протязі всієї зими і, особливо в першу половину зими, сніг залягає нерівномірно. Із-за переносу снігу вітрами постійно змінюється співвідношення малосніжних та багатосніжних ділянок а також кількість ділянок зовсім без снігу. Таким чином, на відкритих полях спостерігається мозаїчний характер розподілу снігу. В результаті такого розподілу на відкритих оголених та малосніжних ділянках не забезпечується рівномірне покриття зимуючих рослин снігом.

О.М. Шульгін в результаті вивчення розподілу снігу на полях та абсолютної мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кущіння виконав ґрунтово-кліматичне районування території СНД (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Райони клімату ґрунту взимку

Район	Клімат ґрунту взимку	Снігова меліорація	Оцінка Умов перезимівлі озимих	Середній із абсолютних мінімумів температури, °С	Імовірність температури (%) в окремі зими вище нижче		
					- 5°С	- 15°С	- 16°С
I	Дуже м'який	не потрібна	відмінні	-4 ... -8	10-20	80-90	-
II	М'який	потрібна в окремі зими	добрі	-8 ... -12	5 - 10	70-90	5 - 20
III	Помірно холодний	потрібна у більшості зим	задовільні	-12...- 16	-	50-80	20-50
IV	Холодний	-"-	нижче задовільних	-16... -20	-	20-50	50-80
V	Дуже холодний	потрібна щорічно	погані	-20... -24	-	10-20	80-90
VI	Суворий	-"-	погані	-24... -28	-	-	100
VII	Дуже суворий	-"-	погані	-28... -32	-	-	100

Мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння (3см) тісно зв'язана з мінімальною температурою повітря та висотою снігу (рис. 4.1). Ця залежність ним встановлена для районів Західного Сибіру, для районів

Європейської частини СНД подібні залежності встановлені В.О. Мойсейчик (рис.4.2)].

Мінімальна температура ґрунту на глибині 3 см також відображає реакцію рослин на низькі температури. Нормальна перезимівля озимих зернових спостерігається при температурах на глибині вузла кушіння від – 5 до - 15°C.

Рис.4.1 Зв'язок мінімальної температури ґрунту на глибині вузла кушіння з мінімальною температурою повітря при різній висоті снігу.

(за О.М. Шульгіним).

В цілому у землеробських районах СНД відокремлено 7 районів, що відрізняються по клімату ґрунту:

1 - район з дуже м'яким кліматом ґрунту взимку. В ньому снігова меліорація не потрібна. До цього району відносяться північно-західні райони Росії, Закавказзя, південні та південно - східні райони Середньої Азії. Умови перезимівлі відмінні. Середній із абсолютних річних мінімумів становить –4 ... - 8°C.

Район підрозділяється на два підрайони: 1а – південний, характеризується невеликим снігом (не більше 5 см) та порівняно малими низькими температурами ґрунту. Зимова загибель озимини не спостерігається.

П - район з м'яким кліматом ґрунту взимку, де снігова меліорація необхідна тільки в окремі роки. До цього району відносяться північні та західні області центральних та південних районів Європейської частини СНД, Північний Кавказ. Середній із абсолютних річних мінімумів складає

-8 ... - 12°C. У більшості років мінімальна температура ґрунту знаходиться у межах оптимальних значень для перезимівлі озимини. Лише у 10 – 20 % років можливе незначне пошкодження озимих від випрівання та захворювань на півночі, та від вимерзання - на півдні. Також може спостерігатись пошкодження посівів від льодової кірки.

Район підрозділяється на три підрайони: підрайон Па – південний (південніше 50° п.ш.). В цьому підрайоні в окремі роки після відлиг може спостерігатись вимерзання, випирання та видування посівів озимого ячменю та озимої пшениці. Тут необхідне полезахисне лісорозведення для зменшення сили вітру; підрайон Пб – центральний (між 50 та 60° п.ш.), в якому складаються оптимальні умови для перезимівлі; підрайон Пв – північний (північніше 60° п.ш.), в якому в окремі багатосніжні роки складаються умови для випрівання озимих культур. В цьому районі сприятливі умови для перезимівлі озимого жита та менш сприятливі для перезимівлі озимої пшениці.

Рис. 4.2 Залежність мінімальної температури ґрунту на глибині 3 см від мінімальної температури повітря та висоти снігу.

Ш район – з помірно холодним кліматом ґрунту взимку, де снігова меліорація потрібна у більшості зим. До нього відносяться південні та деякі південно-східні райони ЄЧ СНД, землеробські райони Західного Сибіру, частина півдня Казахстану, південна частина Приморського краю Росії. Умови перезимівлі в цьому районі задовільні. Середній із

абсолютних річних мінімумів складає – 12 ... - 16°C. Імовірність зим з температурою ґрунту нижче критичної складає для озимої пшениці від 20% на заході до 50% на сході району; для озимого жита від 5 до 20 %. Виключно важливе значення для покращання умов перезимівлі, особливо озимої пшениці, має снігозатримання.

1У район – з холодним кліматом ґрунту взимку, в якому снігова меліорація необхідна щорічно. До цього району відносяться крайні південно-східні області ЄЧ СНД, значна територія центральної та південної частини Західного Сибіру, окремі райони Східного Сибіру та Далекого Сходу. Умови перезимівлі – нижче задовільних, майже неможливі для озимої пшениці. Середній із абсолютних річних мінімумів становить від –16 до - 20° С. Озиме жито вимерзає у 20 % років.

У район – з дуже холодним кліматом ґрунту взимку, в якому снігова меліорація необхідна щорічно. До нього відноситься південна частина Західного Сибіру, Північний та Центральний Казахстан, окремі райони Східного Сибіру та Далекого Сходу. Середній із абсолютних мінімумів температури ґрунту становить від – 20 до - 24° С. Перезимівля озимої пшениці неможлива, а озимого жита можлива тільки при достатньому покритті снігом.

У1 район – з суворим кліматом ґрунту взимку. Середній із абсолютних мінімумів становить від –24 до - 28° С. Перезимівля озимого жита дуже можлива тільки дуже морозостійких сортів.

УП район – з дуже суворим кліматом ґрунту взимку. До нього відноситься центральна частина Якутії та ряд районів За Байкалом. Середній із абсолютних річних мінімумів ґрунту становить від –28 до - 32° С. Перезимівля озимого жита місцевих морозостійких сортів можлива лише в окремі роки при потужному сніговому покриві.

Таким чином, для озимих культур найбільш сприятливі ґрунтово-кліматичні умови 1 та П районів, де пошкодження озимини можливе лише в окремі роки. Досить задовільні умови складаються в третьому районі, а незадовільні - у 1У – У11 районах, де загибель озимини спостерігається більше як у 50 % років (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Характеристика зим по температурі ґрунту

Район	Характеристика умов перезимівлі озимих культур	Середній із абсолютних мінімумів температури ґрунту на глибині 3 см	Імовірність (%) температури ґрунту	
			-16° С	-20° С
1 – П	Сприятливі: пошкодження можливі в окремі зими	> -12	< 20	< 5
Ш	Середні: пошкодження можливе в деякі зими	-12, -16	20 – 50	5 - 20
1У –УП	Несприятливі: пошкодження можливі майже щорічно	< -16	>50	>20

Вказані особливості ґрунтово-кліматичних умов перезимівлі в значній мірі впливають на урожай озимих культур.

Необхідність снігової меліорації під ярі зернові культури визначається запасами вологи у орному та метровому шарах ґрунту наприкінці зими і початку весни. Снігова меліорація з метою поповнення запасів вологи під ярими культурами повинна проводитись у степовій, лісостеповій та південній частині лісової зони. Північною межею районів снігової меліорації буде нульова ізолінія середньої багаторічної нестачі вологи у метровому шарі ґрунту на початок сівби ранніх ярих культур. Вона проходить південніше Києва через Харків, Воронеж, Нижній Новгород, Уфу. На південь від цієї ізолінії дефіцит насичення ґрунту вологою взимку та навесні підвищується до 25 – 50 мм, на південному сході ЄЧ СНД він перевищує 50 мм.

4.2 Районування снігової меліорації в країнах СНД

Районуванням снігової меліорації займались: Р.Е.Девид, Г.Д. Ріхтер, О.М.Алпатьєв, В.І.Сомова, О.М.Шульгін, О.О. Шульгін.

Р.Е.Девид при виконанні районування в основу поклав максимальну висоту снігу за зиму та кількість опадів за період травень-серпень. За південну межу можливої меліорації Р.Е. Девидом прийнята ізолінія висоти снігу 20 см та ізолінія суми опадів за чотири літніх місяці 130 мм. Північна межа наближається до ізолінії висоти снігу 40 см. Р.Е.Девідом виділено в цілому п'ять районів.

О.М. Алпатьєв виконав районування території ЄЧ СНД по значеннях запасів вологи у метровому шарі ґрунту на початок весни та мінімальної потреби у волозі ярих культур.

Г.Д. Ріхтер провів районування по умовах снігового покриву і природних умовах. Ним виділено шість зон, у трьох із них необхідна снігова меліорація.

В.І.Сомова та А.М. Шульгін після районування клімату ґрунтів виконали спеціальне районування снігової меліорації для озимих і ярих культур. За головні показники при виконанні районування приймались: характер зволоження ґрунту, середні із найбільших висот снігу за декаду, середні із абсолютних мінімумів температури ґрунту. Були виділені райони, де необхідна снігова меліорація і де вона не потрібна.

Території, де необхідності в сніговій меліорації нема, знаходиться у трьох зонах: 1) з нестійким та короткочасним сніговим покривом висотою менше 10 см – це райони Середньої Азії; 2) з нестійким сніговим покривом висотою до 20 – 30 см та відлигами взимку – північно-західні та західні райони ЄЧ СНД; 3) зі стійким та тривалим сніговим покривом висотою більше 50 см – це більша частина північних районів ЄЧ, Західного та Східного Сибіру, Далекого Сходу а також усі райони Крайньої Півночі та Північного Сходу з тривалою зимою на невисоким снігом (30 – 50 см і менше).

Території, які потребують проведення снігової меліорації розділені на дві зони: 1) малосніжна та посушлива з висотою снігу 10 – 30 см – це степові та сухо степові райони України, Поволжя, Північного Кавказу, Уралу; 2) помірно-снігова, недостатнього та нестійкого зволоження ґрунту з висотою снігу 30 - 50 см – це райони південного заходу України, центральні та північно-східні райони ЄЧ СНД, Середній Урал, південна частина Західного та Східного Сибіру.

Таким чином, розглядані вище принципи районування територій, можна зробити висновок, що основні площі снігової меліорації знаходяться в континентальних районах СНД

4.3 Види та способи снігової меліорації

Принципові положення проведення снігової меліорації заключаються в тому, що: сніговий покрив повинен бути такої висоти, яка створює оптимальний водно-термічний режим у верхніх шарах ґрунту; висота снігу повинна бути диференційованою в залежності від культури, сорту, стану рослин та типу зими; накопичення снігу повинно бути, по можливості, дуже раннім, починаючи з перших снігопадів; сніговий покрив повинен розповсюджуватись по території рівномірно.

Оптимальні температури ґрунту на глибині 3 см для зимуючих культур знаходяться в межах від -5 до -15° С та можуть змінюватись

кожну зиму в залежності від зимостійкості рослин та їх стану перед початком зими.

Для проведення снігових меліорацій слід враховувати цілу низку факторів: час встановлення та сходу снігового покриву, стан ґрунту перед початком зими, хід природного накопичення та стійкості снігового покриву, режим вітру, температуру ґрунту та запаси вологи в ґрунті восени та навесні, строки настання та тривалість низьких температур повітря та ґрунту а також морфометричні характеристики рельєфу. Всі ці дані знаходяться в агро кліматичних довідниках.

Крім того, впродовж зими повинні проводитись постійні спостереження за температурою ґрунту на глибині 3 см. При наближенні значень температури ґрунту до значень критичної температури снігові меліорації по накопиченню снігу проводяться обов'язково. Навпаки, при наближенні температури ґрунту до 0°C застосовуються заходи для зменшення товщини снігу.

Снігова меліорація розділяється на види: 1) термо регулююча меліорація з різновидностями – снігозатриманням та підвищенням щільності снігу шляхом прикочування; 2) волого регулююча меліорація з різновидностями – снігонакопиченням та снігозатриманням.

Затримання снігу направлене на збереження та утримання його від здування сильними вітрами. Воно регулює температурний режим ґрунту. Ущільнення снігу направлене на зменшення висоти його та збільшення щільності. Воно регулює температурний режим ґрунту шляхом усунення надлишків снігу для зимуючих культур.

Накопичення снігу направлене на збільшення його висоти за рахунок снігу, що зноситься вітром та хуртовинами з територій, що оточують поле. Накопичення снігу переважно регулює водний режим ґрунтів.

Крім цих заходів, для підвищення запасів вологи у ґрунті також проводиться утримання талих вод.

Способи снігових меліорацій розділяються на три типи: 1) механізований – за допомогою спеціального знаряддя – снігових плугів на тракторній тязі; 2) за допомогою рослин – лісосмуг, чагарникових захистів, захистів із рослин з високим стеблом, залишками стерні; 3) комбінований.

Механізований спосіб. Для проведення затримання снігу використовується спеціальний плуг-снігозбирач СВУ-2,6, який утворює валки зі снігу. Цим плугом сніговий покрив висотою не менше 15 см підрізається та розбивається на великі грудки, що стають на ребро висотою до 30-40 см і більше та зсовуються до середини. Відстань між суміжними валками в середньому складає від 5 до 10 м. Після заповнення снігом відстаней між валками на 70 – 80 % їх висоти проводиться повторне орання снігу. Найбільш ефективний цей метод при відстані між валками 2 – 3 м. У багатосніжні зими достатньо одного орання, в

малосніжні – два. Недоліком застосування снігових плугів є той факт, що робота їх ефективна при висоті снігу 15 см і вище.

В районах із високим сніговим покривом (більше 50 см) у багатосніжні зими практикують ущільнення снігу для боротьби з випріванням озимих культур. Найчастіше це проводиться у північно-західних районах ЄЧ СНД.

Способи снігової меліорації за допомогою рослин. Для затримання снігу на полях використовуються лісові смуги. Вони створюються, в основному, для боротьби з вітровою та водною ерозією ґрунтів, але водночас регулюють переніс снігу на відкритих полях. Будова лісосмуг буває різною: ажурні, продувні та щільні і складаються із 2–3-х і більше рядків дерев. Вони добре затримують сніг, але залягає по полю він нерівномірно. Більша частина снігу затримується біля лісосмуги, менша розподіляється по полю. Чим далі від лісосмуги, тим висота снігу буде меншою.

Продувні лісосмуги найбільш ефективні у південній частині ЄЧ СНД, де швидкість вітру не дуже велика. Розташовані на невеликій відстані одна від одної вони збільшують запаси вологи у ґрунті на полях з площею 50-15- га на 10-20 % і більше, усувають пилові буревії на полях.

Ефективним способом накопичення снігу на полях є створення куліс із рослин з високим стеблом (соняшник, кукурудза, гірчиця, сорго, суданська трава та ін.). Цей спосіб найбільше поширений в Україні і почав застосовуватись ще у 30-і роки минулого століття. Тепер площа кулісного затримання снігу в Україні складає біля 1,5 млн. га.

Для створення рослинних куліс рослини висівають на парах за 30 – 40 днів до сівби озимих по парах. Термін сівби вибирають так, щоб перед сівбою озимих культур кулісні рослини не досягли надмірної висоти, бо при посіві озимих вони будуть пошкоджуватись.

Рослини висівають рядками у напрямі, перпендикулярному домінуючому напрямку вітру. Куліса – це двох-полосна стрічка з відстанню між рядками у стрічці 15 см та 3,5 - 7,2 м між стрічками. До настання зими стебла рослин встигають задерев'яніти і добре затримують сніг уже перших снігопадів. Навесні кулісні рослини збираються під час культивування посівів озимих культур.

Для ярих культур одночасно з посівом їх висівається соняшникові куліси із 3-6-и рядків з відстанню між кулісами 54 м. На посівах ярих культур куліси послабують дію суховіїв. Після збирання ярих культур куліси залишаються у полі та сприяють накопиченню снігу взимку.

У східних районах ЄЧ СНД для накопичення снігу також використовується залишена після збирання зернових стерня. При безвідвальній обробці ґрунту залишки стерні сприяють ґрунтозахисній системі землеробства.

Куліси із високо стеблових рослин або високої стерні відіграють важливу роль у накопиченні та рівномірному розподілу снігу більшої висоти (30 – 40 см та більше) на посівах зернових культур та багаторічних трав а також у боротьбі з вітровою і водною ерозією ґрунтів, у послабленні посушливо-суховійних явищ влітку.

Накопичення снігу можливе завдяки комбінованому методу: за допомогою стерні та додаткового накопичення снігу механізованим способом. Цей метод переважно застосовується у Північному Казахстані та Західному Сибіру.

Ефективність снігової меліорації залежить від часу та правильного способу її проведення. Особливо важливий термін проведення снігової меліорації для зимуючих рослин. Затримка снігу після перших снігопадів дозволяє створити особливий мікроклімат ґрунту, що сприяє перезимівлі рослин. Навіть шар снігу у 5 см створює різницю в температурах повітря та ґрунту до 10° С. А сніг висотою до 15 – 20 см значно зменшує охолодження ґрунту – різниця температур складає до 20° С.

За даними О.О. Шульгіна тільки повне використання твердих опадів, що випадають у першу половину зими, дозволяє усунути невідповідність між можливою висотою снігу та дійсною. Велике значення має раннє накопичення снігу для забезпечення рослин вологою впродовж вегетаційного періоду а також для зменшення глибини промерзання ґрунту.

Вибір засобів снігової меліорації залежить від місцевих природних та організаційно-технічних умов. Наприклад , механізований спосіб накопичення снігу на підходи для полів з озимими культурами, бо при ньому оголиться частина посівів озимих. Для полів з озимими культурами більше підходить кулісний спосіб снігозатримання.

Снігова меліорація має велике значення в районах з коротким вегетаційним періодом та глибоким промерзанням ґрунту (райони Крайньої Півночі та Північного Сходу). В деяких районах проводиться снігова меліорація по прискоренню танення снігу для можливості більш ранніх термінів посадок картоплі та овочів (Північній Захід ЄЧ СНД).

4.4 Вплив снігової меліорації на накопичення снігу та запасів вологи у ґрунті

Дослідження О.О. Шульгіна показали, що у малосніжні зими з малим вітром різниця у висоті снігу на кулісному та відкритому полях була невеликою. У малосніжні зими з сильними вітрами висота снігу на кулісних полях була значно вищою, ніж на відкритих полях. При цьому сніг на кулісних полях зберігався значно довше, ніж на відкритих.

Найбільша ефективність снігової меліорації за допомогою кулісних рослин відзначається у східних районах ЄЧ СНД, де сніговий покрив в

середньому менший, ніж в центральних районах ЄЧ СНД. В центральних районах ЄЧ СНД снігові меліорації ефективні лише у малосніжні зими.

Накопичення снігу залежить від висоти снігозатримувальних перешкод (кулісних рослин, снігових валків, лісових смуг) та ширини міжполосних відстаней. Встановлено, що вплив перешкод на послаблення вітру та їх снігостримуючий ефект проявляються в середньому на відстані рівній 20 – 25 –кратній висоті перешкоди.

Встановлено, що найбільша висота снігу спостерігається при ширині міжкулісних полос 3,6 м. При зменшенні ширини міжкулісної полоси сніг уз ній залягає рівномірно (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Розподіл висоти снігу на ділянках поля з озимою пшеницею з кулісами та без куліс

Ділянка	Середня висота снігу	Висота снігу , см						
		0	1-3	4-6	7-10	11-15	16-20	21 - 30
Конт- рольний	8	2	16	30	32	8	10	2
З кулі- сами								
Через:								
10,8 м	13	-	2	20	18	24	28	8
7,2 м	14	4	8	6	18	20	36	4
3,6 м	18	-	4	6	10	22	36	18

Крім того, спостереження показали, що на полях без снігозатримання шар снігу від 11 до 15 см становив на 34 %, а на полях, де було снігозатримання така висота снігу спостерігалась на 64 % поля [].

Снігозатримання за допомогою стерні при без відвальній обробці поля залежить від висоти стерні. При однаковій кількості опадів висота снігу визначається висотою стерні (табл. 4.4)

Таблиця 4.4 – Висота снігу (см) на ділянках стерні різної висоти

Дати	Висота стерні, см			
	43	13 (з кулісами)	13	4
29.10	12	10	7	4
26.11	17	18	13	7
10.12	22	17	14	7

2.02	28	35	23	16
21.03	18	35	12	16
28.03	0	15	0	0

Найбільша висота снігу спостерігалась на ділянці з кулісами.

Дослідження впливу валків та ширини між валкових міжрядь показало, що найбільше снігу накопичується (висота снігу здвоюється) при утворенні снігових валків з шириною між ними до 5 м (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Накопичення снігу в залежності від ширини між валкових смуг

Варіант	Середня за три роки	
	Висота снігу, см	Запас води в снігу, мм
Без снігозатримання	22,3	65,8
Снігозатримання, ширина між валками:		
12 м	26,3	75,5
8 м	30,3	88,1
5 м	41,9	125,3

Таким, чином видно, що найбільш ефективно накопичення снігу при відстані між валками 4 – 5 м.

Снігова меліорація значно підвищує запаси продуктивної вологи у півметровому та метровому шарах ґрунту до початку весни. На полях із сніговою меліорацією запаси продуктивної вологи на початок весни були на 34 – 53 мм вище, ніж на полях без сніго меліоративних заходів.

Накопичення вологи у ґрунті на початок весни залежить від кількості запасів води в снігу та від вологості ґрунту на початок зими. Чим менші запаси продуктивної вологи на початок зими, тим більше потрібно вологи для їх поповнення. З табл. 4.6 видно наскільки поповнюються запаси вологи на початок весни.

Накопичення снігу на кінець зими забезпечується в зими, які відрізняються кількістю снігу, та різним зволоження ґрунту восени шляхом регулювання висоти снігу сніговою оранкою, яку проводять один або два рази на зиму.

Таблиця 4.6 – Збільшення запасів вологи у ґрунті у метровому шарі ґрунту при сніговій меліорації (за даними різних авторів)

Осінні запаси	Запаси вологи на весну, Мм	Збільшення	Автор
---------------	----------------------------	------------	-------

Вологи, мм	Без затримання Снігу	Із затриманням снігу	запасів, мм	
25	58	111	53	І.О. Васько
98	115	165	50	А.М. Шульгін
75	107	150	43	Ю.Н.Шарабрин
98	105	139	34	М.Є.Черепанов

4.5 Вплив снігової меліорації на температурний режим ґрунту та глибину його промерзання

Термічний ефект снігової меліорації. Крім накопичення запасів води в снігу і тим самим збільшення запасів продуктивної вологи снігова меліорація також впливає на термічний режим ґрунтів.

У верхніх шарах ґрунту, що стикаються з приземним шаром повітря, спостерігаються найбільш значні коливання температури та вологості. Верхні шари ґрунту найбільш тісно пов'язані з діяльністю рослин, бо тут розташоване коріння а також важливі органи зимуючих рослинб вузли кущіння озимих культур та кореневі шийки багаторічних сіяних трав. Крім того, взимку відбувається пересування вологи із більш теплих глибоких шарів ґрунту до верхніх, що замерзають. Результати перезимівлі озимих культур у великій мірі визначають величину майбутнього врожаю.

Сніговий покрив значно підвищує температуру верхніх шарів ґрунту.

Встановлено, що висота снігу вже 10 см захищає озимі культури і трави від вимерзання. А висота снігу 30 – 50 см підвищує температуру на глибині вузла кущіння на 7 – 8° С. Крім того, сніговий покрив зменшує добову амплітуду температури повітря і верхніх шарів ґрунту.

Спостереження показали, що температурний режим ґрунту на глибині вузла кущіння під снігом у порівнянні з температурами на ділянках без снігу відзначається значно меншими абсолютними значеннями від'ємних температур, більшою рівномірністю ходу від'ємних температур впродовж зими, меншим зв'язком між ходом температур ґрунту і повітря.

В залежності від ширини між кулісних смуг змінюється висота снігу і, як результат, температура ґрунту. При висоті снігу 30 – 60 см і відстанню між кулісами 3,6 м мінімальна температура ґрунту становила – 13,5° С при мінімальній температурі повітря – 29,6° С. Навіть при висоті снігу 1-2 см різниця в температурі повітря і ґрунту складає 4-5° С (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Вплив снігового покриву на температуру ґрунту на глибині

3 см (по О.М. Шульгіну)

Ділянки	Грудень		Січень		Лютий		Березень	
	висота снігу	мінім. темпер. ґрунту	висота снігу	мінім. темпер. ґрунту	висота снігу	мінім. темпер. ґрунту	висота снігу	мінім. темпер. ґрунту
Без снігу	-	-7,2		-10,7		-10,1		-5,5
З природн. висотою снігу	10	-3,3	25	-7,2	43	-10,1	45	-2,7
Із сніго-затриманням	32	-1,6	40	-4,7	60	- 1,7	62	-1,4

Термічний ефект пов'язаний не тільки із значеннями температури повітря, але із фізичними властивостями снігу. Різниця температур повітря та ґрунту на 1 см снігу залежить від товщини снігу, його щільності та тривалості залягання. З підвищенням товщини снігу різниця температур повітря і ґрунту в цілому підвищується, але по відношенню до кожного послідуєчого сантиметра снігу вона зменшується. В цілому спостерігається така закономірність:

Висота снігу, см	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61 –70
Різниця температур, °С	1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,2	0,1

Термо ізолюючий ефект снігу у верхньому шарі ґрунту пов'язаний із значеннями температури повітря та товщиною снігу – чим нижча температура і менше товщина снігу, тим більша різниця в температурах повітря і ґрунту.

Поряд з термічним ефектом снігова меліорація впливає на глибину промерзання ґрунту.

Глибина промерзання ґрунту. В різні по суворості та сніжності зими глибина промерзання неоднакова. У теплу та багатосніжну зиму глибина промерзання не перевищує 80 см. У теплу малосніжну зиму глибина промерзання становить від 85 до 100 см. У багатосніжну сувору зиму глибина промерзання становить 60 – 75 см. У сувору малосніжну зиму глибина промерзання сягає 150 – 180 см. В окремі багатосніжні зими на ділянках без снігу глибина промерзання становить 50 см, а під снігом – 25 см. Проведення снігової меліорації значні підвищує висоту снігу, і, як наслідок, зменшує глибину промерзання. Різниця між глибиною промерзання на ділянках без затримання снігу та із затриманням снігу коливається від 75 до 100 см.

Таким чином, вирішальним фактором впливу на глибину промерзання ґрунту є збільшення висоти снігу завдяки сніговій меліорації.

4.6 Вплив снігової меліорації на перезимівлю озимих культур і врожайність зернових культур

Як показали дослідження О.М. Шульгіна, В.О. Мойсейчик, В.М. Лічикакі та ін. перезимівля озимих культур визначається погодними умовами кожного року. Взимку спостерігаються пошкодження озимих культур від вимерзання, випрівання, вимокання, видування, випирання та льодової кірки.

На основі досліджень впливу погодних умов зими на перезимівлю озимих культур В.О. Мойсейчик за характером їх загибелі виділила п'ять зон на території СНГ.

Перша зона займає територію Північного Кавказу, південного сходу України, Нижнього Поволжя, півдня центральних чорно земельних областей Росії та південь і захід Казахстану. В цій зоні загибель озимих культур взимку відбувається за рахунок вимерзання, дії льодової кірки та слабого розвитку озимих восени.

Друга зона займає території Молдови, центральних і північних областей України, північну частину центральних чорноземних областей (ЦЧО), та південь Нечорноземної зони Росії, Середнє Поволжя, південь Уралу, південь Західного Сибіру. В цій зоні найчастіше загибель озимини спостерігається від вимерзання. Імовірність загибелі озимих культур в окремі зими коливається від 20 до 50 % років.

Третя зона займає територію західних областей України, Білорусі та республік Балтії. Тут найчастіше загибель озимини спостерігається від вимокання (10 – 20 % років).

Четверта зона охоплює північно-західні та більшість центральних областей ЄЧ СНД. Причинами загибелі озимини в цій зоні є вимокання та випрівання.

П'ята зона займає північно-східні райони ЄЧ СНД, Урал (окрім південних районів) та лісову зону Західного Сибіру. Причиною загибелі озимих культур у цій зоні є випрівання (10 – 30 % років).

Пошкодження та загибель озимих культур в різних географічних зонах проходить неоднаково і визначається різними причинами, або їх комплексом.

Проведення низки досліджень впливу снігової меліорації на перезимівлю озимих культур [Шульгін] показало значну різницю результатів перезимівлі озимих при проведенні снігової меліорації та без неї (табл. 4.8).

Таким чином, досвіди показують, що снігова меліорація для збереження озимих культур повинна проводитись у континентальних

районах у більшості зим, у центральних, західних та північних районах ЄЧ СНД – у мало снігові зими, а у багато снігові зими снігова меліорація повинна бути направлена на зменшення висоти снігу.

Таблиця 4.8 – Вплив снігової меліорації на перезимівлю озимої пшениці (по О.М. Шульгіну)

Ділянка	Висота снігу, см	Мінімальна температура Ґрунту, °С	Живі рослини, %
Із снігозатриманням	40 - 60	-1,6	85
З природною висотою снігу	15 - 40	-2,7	70
Без снігу	-	-10,7	50

Снігова меліорація і врожайність озимих культур. Головним критерієм ефективності снігової меліорації є приріст урожаїв озимих культур. Чисельні дослідження науково-дослідних установ дозволяють зробити висновки, що у суворі малосніжні зими з пошкодженнями посівів, ефективність снігової меліорації становила 1,0 – 1,5 *т/га*. У середньому ж прибавка урожаю в основних зонах вирощування озимих культур на ЄЧ СНД становить 0,5 *т/га*.

Ефективність снігової меліорації вище для озимих культур, ніж для ярих через умови перезимівлі. Ефективність снігової меліорації для ярих культур залежить від накопичення запасів продуктивної вологи в ґрунті. Крім того, ефективність снігової меліорації і для озимих і для ярих культур залежить від термінів та засобів її проведення. Для озимих культур більш ефективно кулісне снігозатримання, для ярих – механізоване.

В цілому снігова меліорація в аномальні за погодними умовами зими може дати прибавку врожаю від 0,5 до 1,5 *т/га*. Тому снігова меліорація досить важлива ланка у ланцюгу агротехнічних заходів по збільшенню врожайності сільськогосподарських культур.

5. Ерозія ґрунтів і боротьба з нею

Ерозією називається руйнування ґрунту і підґрунтя під впливом природних та антропогенних чинників. Це руйнування може спричинюватися талими і дощовими водами, що стікають по схилу. В цьому випадку воно носить назву **водної ерозії**. Сильні вітри також здатні руйнувати ґрунт. Така ерозія називається **вітровою**, або **дефляцією**.

У зв'язку з інтенсивним розвитком зрошення на схилових землях відбувається також ерозія, що носить назву **іригаційної**. Надмірне випасання природних кормових угідь обумовлює розвиток **пасовищної ерозії**. При цьому розбивається дернина, ґрунт переміщується по схилу під копитами тварин, а це призводить до підсилення як водної, так і вітрової ерозії.

Ще виділяють **агротехнічну ерозію** — зміщення ґрунту вниз по схилу при оранці. На схилах крутістю понад 4° під час роботи полиці плуга в бік вододілу відбувається неповне відкидання скиби, а при роботі полиці в бік підніжжя схилу — зміщення скиби донизу, яке є адекватним змиву ґрунту об'ємом $12 \text{ м}^3/\text{га}$. Внаслідок цього на коротких стрімких схилах у привододільних їх частинах з'являється еродований ґрунт, а біля підніжжя, навпаки, — "намитий", тобто наораний, ґрунт. Принцип цього явища застосовується і при влаштуванні "наорних" терас, що знижує змив ґрунту і забезпечує екологічну стійкість агроландшафтів. Такі тераси широко використовуються в Карпатах та інших гірських районах.

5.1 Водна ерозія

5.1.1 Загальні поняття

Процес руйнування ґрунтів та ґрунтових порід під впливом тимчасових водних потоків, що супроводжується порушенням ґрунту, переносом та відкладанням дрібнозему, являє собою сутність водної ерозії.

За генезисом тимчасових водних потоків, що спричинюють змив та розмив ґрунту, виділяють такі типи ерозії: ерозія від дощових та зливових опадів, ерозія від стоку талих вод, змішана ерозія, тобто обумовлена як опадами, так і сніготаненням. У поліській зоні переважає ерозія від стоку талих вод, у степовій — від стоку зливових вод, а в лісостеповій проявляються обидва ці типи.

Залежно від характеру дії на ґрунт стічної води виділяють два підтипи водної ерозії: **площинний змив** ґрунту та **лінійний розмив** (яружна ерозія) (рис.5. 1).

Площинна ерозія проявляється у поступовому, віддалено непомітному, більш-менш рівномірному видаленню з поверхні схилу дрібнозему ґрунту під дією потоків води. Яскраво вираженою формою прояву поверхневої ерозії є мілкі струмочкові розмиви і стрічкові змиви, що призводять до утворення слабо-, середню- та сильнозмитих ґрунтів.

При лінійній ерозії відбуваються концентрування стоку і розмив ґрунту у вертикальному напрямку. Внаслідок розмиву поверхні виникає промивина, яка при подальшому надходженні води з водозбірної площі перетворюється на яр. Межа переходу площинної ерозії в лінійну досить умовна: вважається, що якщо сліди ерозії на полі вдається зарівняти обробітком ґрунту, то це — площинна ерозія, а якщо не вдається – то лінійна.

Кількісну оцінку процесів ерозії здійснюють за інтенсивністю втрат ґрунту з одиниці площі за одиницю часу, тобто в т/га за рік або мм/рік. В таких же одиницях вимірюється і швидкість процесів ґрунтоутворення. Порівнюючи між собою інтенсивність втрат ґрунту зі швидкістю ґрунтоутворення, можна судити про міру небезпеки водної ерозії. Цілком зрозуміло, що якщо інтенсивність ерозійних процесів нижча, ніж швидкість ґрунтоутворення, то ерозія для даного ґрунту не є небезпечною.

Таке уявлення про ерозію покладено в основу поділу її на нормальну та прискорену. **Нормальна (геологічна) ерозія** відбувається під природною рослинністю, не зміненою дією людини (цілинні степи, ліси, луки та ін.).

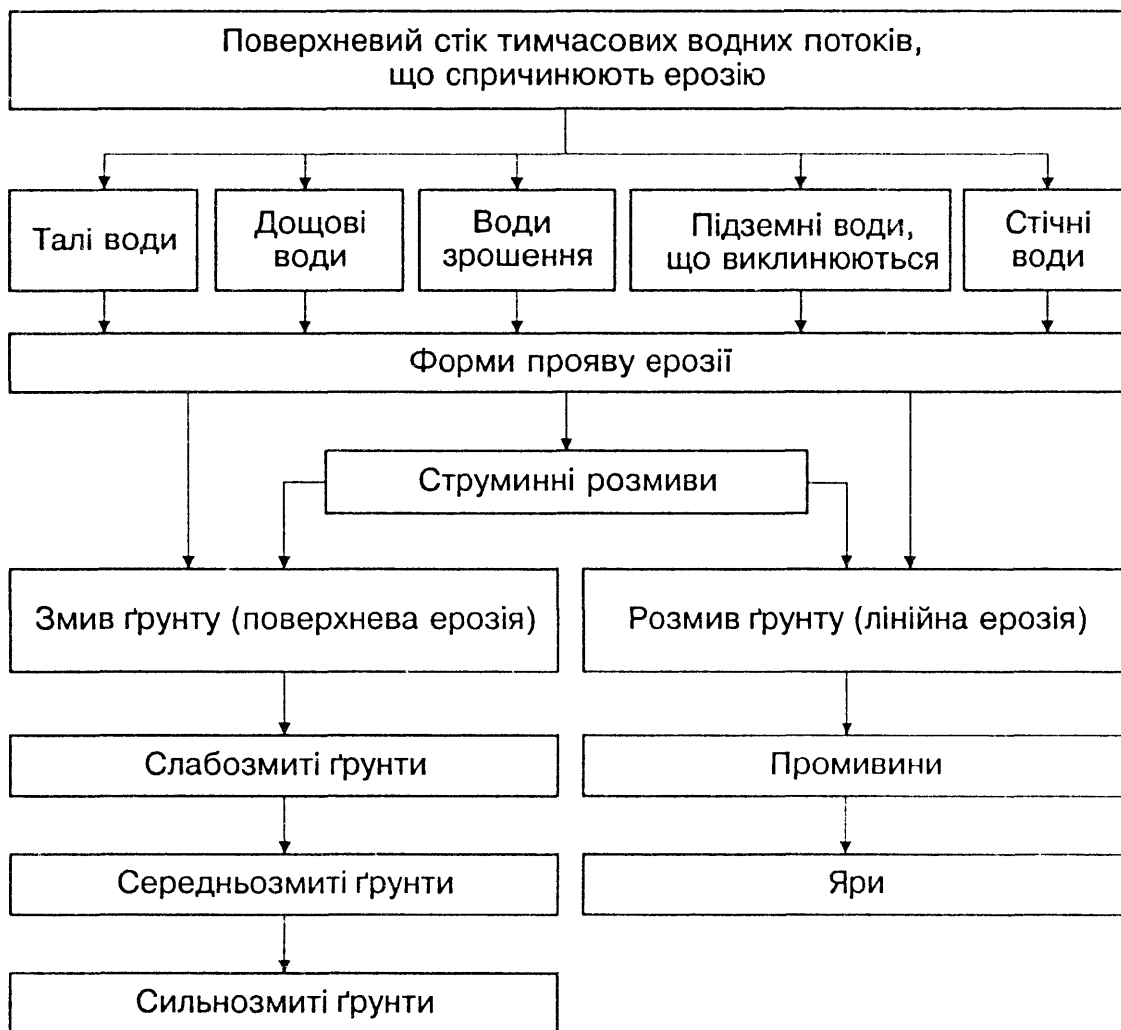


Рис. 5. 1 - Класифікація ерозії ґрунтів (за М. М. Заславським,)

За своєю природою ця ерозія дуже повільна і, як правило, не призводить до утворення еродованих ґрунтів, тому що втрати ґрунту протягом року повністю компенсуються процесом утворення ґрунту.

Прискорена (антропогенна) ерозія розвивається там, де внаслідок господарської діяльності людини природну рослинність знищено, а територія використовується без урахування її природних властивостей. У даному випадку втрати ґрунту набагато перевищують його новоутворення, що призводить до різкого зниження родючості.

Підраховано, що для утворення шару ґрунту глибиною 2—3 см потрібно за сприятливих умов від 200 до 1000 років. Талі води, дощ, вітер здатні за 20—30 років знищити те, що природа створювала протягом тисячоліть. Тому дуже важливо мати науково обґрунтовану кількісну оцінку ерозійних процесів.

Для потреб практики рекомендується користуватися шкалою інтенсивності ерозії ґрунтів запропоновану Д.М. Шикулою:

Інтенсивність втрат ґрунту, т/га за рік	Оцінка ерозії
Менша за швидкість ґрунтоутворення, то становить 2—3 т/га за рік	Ерозії немає
Більша за швидкість ґрунтоутворення, але менша за:	
3 - 6	Слабка ерозія
6 - 12	Середня ерозія
12 - 24	Сильна ерозія
24 - 60	Дуже сильна ерозія
понад 60	Катастрофічна ерозія

Порівнюючи масштаби сучасних ерозійних процесів з даною шкалою, можна дійти висновку, що на більшій частині території України втрати ресурсів родючості головним чином спричинює ерозія: інтенсивність змиву в багатьох регіонах досягає 30 - 40 т/га за рік, а в багатоводні роки на посівах просапних культур, посіяних вздовж схилу, може становити 150 - 300 т/га і більше.

Оскільки ерозія у зазначених масштабах є результат господарської діяльності людини, то саме людина і повинна потурбуватися про екологічну рівновагу в землеробстві. Слід мати на увазі, що попередити ерозію легше та дешевше, ніж боротися з її наслідками.

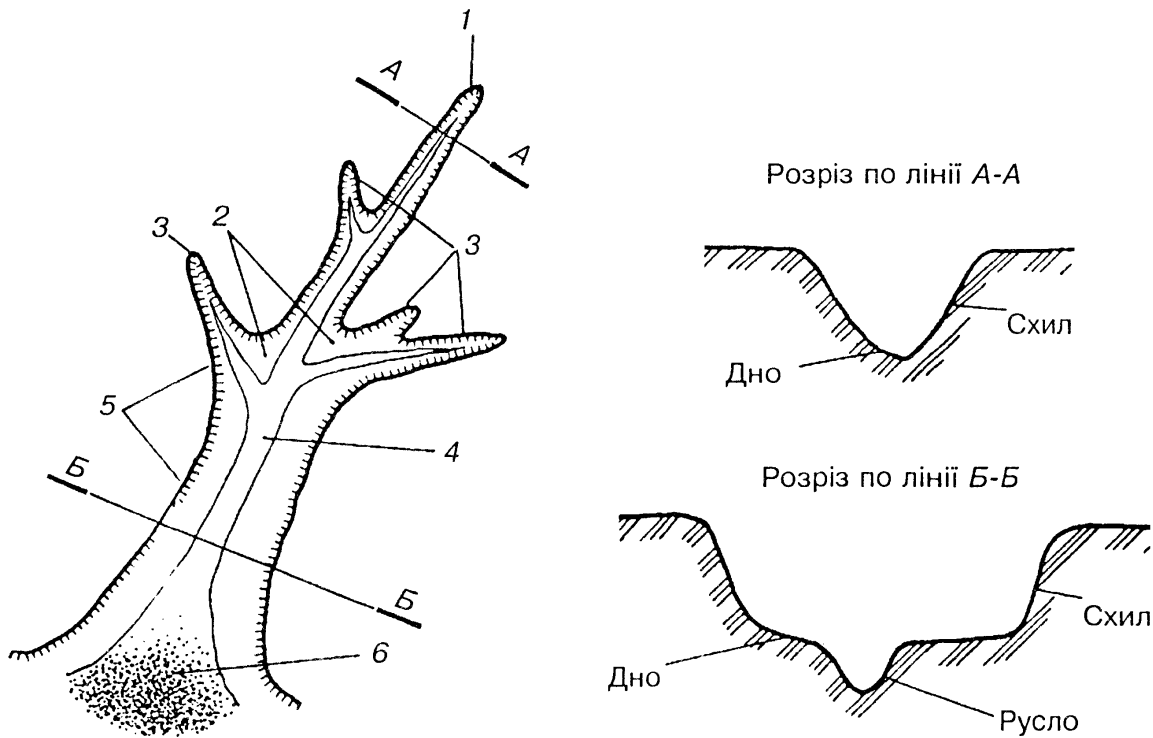


Рис. 5.2

5.1.2 Причини виникнення і розвитку осередків ерозії

Кожен осередок ерозії має безпосередні причини свого виникнення і розвитку. Розробка протиерозійних заходів не може бути ефективною без встановлення конкретних причин ерозії. Усунення цих причин веде до затухання осередків ерозії. Причини виникнення осередків ерозії можуть бути природними і антропогенними. Однак природні причини розвитку ерозії, як правило, не призводять до утворення осередків ерозії та еродованих ґрунтів. Останні формуються лише при накладанні на природні антропогенних чинників ерозії.

До **природних чинників** утворення осередків ерозії належать такі.

- **Рельєф місцевості.** Цей чинник впливає на розподіл опадів. Чим крупніші форми рельєфу, тим більша небезпека прояву ерозії. Ерозійна енергія рельєфу залежить від глибини місцевого базису ерозії.

- **Форма поверхні схилів.** Визначається двома основними профілями схилів: поздовжнім і поперечним. Є такі форми поздовжніх та поперечних профілів: а) опуклий; б) увігнутий; в) прямий.

- **Експозиція схилів.** Впливає на інтенсивність ерозії через перерозподіл тепла та опадів, які, в свою чергу, впливають на ґрунтозахисну ефективність рослинності. Схили південних експозицій прогріваються сильніше. На них швидко протікає весняне сніготанення, що підсилює ерозію. Підвищена температура влітку погіршує умови росту і розвитку рослин, що також збільшує інтенсивність ерозії.

Щорічно повторюване підсилення (на південних) і гальмування (на північних експозиціях схилів) ерозії приводить до утворення відповідного

поздовжнього профілю схилів. Південні схили, звичайно, більш стрімкі і мають поздовжньо-пряму або поздовжньо-увігнуту форму.

- *Крутість схилів.* Впливає на інтенсивність ерозії через підвищення швидкості стікання води. Залежність між крутістю схилів та інтенсивністю ерозії носить експоненційний характер, до того ж показник стікання, як правило, перевищує одиницю. Рослинних решток, які захищають структуру ґрунту від руйнівних ударів дощових крапель. Мульча із рослинних решток перешкоджає утворенню ґрунтової кірки, зменшує швидкість стікання талих і дощових вод, що ослаблює ерозію. Перехід до обробітку ґрунту без обертання скиби у 2-4 рази зменшує змив ґрунту.

- *Перевантаження просапними культурами ділянок, що розташовані на крутосхилах.* Часті розпушування ґрунту в міжряддях просапних культур та слабка захисна дія рослин спричинюють інтенсивний прояв ерозійних процесів.

- *Формування мікрозападин на поверхні схилів.* У природних біогеоценозах таких процесів не існує. Вони пов'язані з господарською діяльністю людини. Формування западин на поверхні схилу обумовлює концентрування стоку та прояв ерозійних процесів, характерних для поперечно-увігнутих схилів. Особливо значної інтенсивності ерозія досягає при наявності впадин на поздовжньо-опуклих схилах. По берегах западин формуються середньо- та сильноеродовані ґрунти через підсилення змиву зсувом ґрунту в бік западин під час його обробітку. По дну западин нерідко утворюються великі донні розмиви.

- *Велике скупчення снігу поблизу природних і штучних перешкод і в зниженнях.* Полезахисні лісосмуги, огорожі, щити, підвітряні схили збирають біля себе великі кучугури снігу. Запізніле танення цього снігу, а також надходження талих вод на відталі схили є важливою причиною виникнення осередків інтенсивної ерозії.

Вищезгадані чинники виникнення і розвитку осередків ерозії можуть охоплювати дане поле, а також поширюватись на сусідні поля, що впливає на розвиток ерозії на даному полі.

Таке ж становище може скластися і відносно окремих господарств. Нерідко чинники виникнення ерозійних процесів трапляються на території сусіднього господарства, що розташоване вище по схилу. Осередки ерозії можуть бути обумовлені відразу кількома причинами. Наприклад, істотна протяжність поля вздовж схилу при значній стрімкості цього схилу може призвести до сильного руйнування ґрунту під час весняного сніготанення або випадання злив.

5.1.3 мови прояву ерозії

Виникнення і розвиток ерозійних процесів обумовлюються як природними умовами, так і господарською діяльністю людини. До природних чинників, які визначають інтенсивність прояву водної ерозії, належать: клімат, рельєф, властивості ґрунтів, материнських і підстеляючих порід, а також характер рослинного покриву.

Потенційна небезпека прояву ерозійних процесів визначається за емпіричним рівнянням

$$ПНЕ = f(K \cdot P \cdot Г \cdot Гр \cdot Рс \cdot Гв), \quad (5.1)$$

де *ПНЕ* — потенційна небезпека ерозії;

K — кліматичні умови;

P — умови рельєфу;

Г — геологічні умови;

Гр — ґрунтові умови;

Рс — ґрунтозахисна роль рослинності;

Гв — господарське використання земель.

Клімат. Цей чинник ерозії характеризується варіабельністю своїх складових частин. На розвиток ерозійних процесів безпосередній вплив мають: сумарна (річна) кількість опадів, їх вид, тривалість, інтенсивність і час випадання. Температура і вологість повітря мають непрямий вплив на ці процеси.

Від температурного режиму залежать замерзання та відтавання ґрунту, витрати вологи на випаровування, запаси води в ґрунті, що створює різні умови для формування поверхневого стоку і розвитку ерозії. Від сили вітру залежать перерозподіл снігу та напрямок руху зливових хмар. На інтенсивність ерозії у весняний період істотно впливає висота снігового покриву та швидкість танення снігу.

На території України запаси снігової води зменшуються у напрямку з північного заходу на південний схід. Висота снігового покриву в поліській зоні може становити 60-70 см і більше, в степовій - лише 5-10см. Однак ерозійна сила снігової води визначається не лише її запасами, а насамперед інтенсивністю сніготанення, яка залежить від температури повітря і наростає з північного заходу на південний схід. На схилах південних експозицій сніг тоне швидше, а на північних - повільніше.

Ерозія, що виникає внаслідок стоку талих вод, охоплює одночасно великі площі, проявляється приблизно в один і той же ґрунту, яке спричиняє зниження водопроникності. Ґрунт запливає, і формується поверхневий стік, у складі якого розрізняють рідкий і твердий стоки.

Зливам властиві періодичність випадання і пульсаційний характер інтенсивності. Злизова ерозія одночасно проявляється на дуже обмеженій території і далеко не кожен рік на одній і тій самій площі. Проте сильна злива, що випадає раз у 3-5 років, здатна за кілька хвилин призвести до такого руйнування ґрунту, якого можна чекати від стоку талих вод за 10-15 років.

Навіть невеликий об'єм стоку, зумовленого зливою, має виключно високу мутність.

Оцінку ерозійної роботи дощів проводять за шаром опадів, що випали протягом певного часу, і за показником сили дощу, який розраховують за формулою

$$\Delta = i\sqrt{t}, \quad (5.2)$$

де Δ - сила дощу; i - його інтенсивність, мм/хв; t - тривалість дощу, хв.

Відповідно до класифікації В.В. Сластіхіна (1964), невеликий змив ґрунту спостерігається вже при силі дощу 1-1,3, а якщо вона зростає до 5-7, то відбуваються сильний змив і розмив ґрунту (табл.5.1).

Таблиця 5.1 - Класифікація дощів

Тип	Сила	Післядія
Дрібний	До 1	Стоку немає, можлива невелика краплина ерозія ґрунту
Звичайний	1-3	Слабкий стік, невеликий змив ґрунту
Помірнозливовий	3-5	Стік на схилах, помірний змив ґрунту
Середньозливовий	5-7	На схилах водні потоки, сильні змиви та розмиви ґрунту
Сильнозливовий	7-9	Затоплення заплавної землі, дуже сильні змиви та розмиви ґрунту
Дуже сильна злива	9-12	Повені на малих ріках, надзвичайно сильні змиви та розмиви ґрунту, активізація зсувів

При випаданні злив поверхневий стік води по схилу має три стадії. У перші хвилини після початку дощу відбуваються вбирання води ґрунтом і руйнування ґрунтових агрегатів внаслідок ударів дощових крапель. Пилуваті частки потрапляють в пори аерації і закупорюють їх. Це спричинює різке зниження водопроникності ґрунту, на поверхні якого утворюється тонка плівка води, що збільшує фактичну масу дощових крапель та їх ударну силу.

Маса часток ґрунту, які піднімаються в повітря від ударів крапель, під час сильної зливи досягає 140-200 т/га, висота відбивання крапель – 0.25-0.5 м, дальність розбризкування – 1-1.5 м.

Шар води на поверхні ґрунту дає початок мікростоку, який, концентруючись у зниженнях мікрорельєфу, інтенсивно виносить зруйнований матеріал. Зустрічаючи на своєму шляху нерівності і рослинний покрив різної густоти, рівномірний шар стоку розчленовується на струмки і струмочки, направлені у бік найбільшого нахилу місцевості, які поступово зливаються. Глибина текучої води в них зростає від 0.2-1 до 7-10 см, швидкість течії — від 0.01-0.02 до 0.5-0.8 м/с. Інтенсивність ерозії при цьому зростає у 5-6 разів.

Якщо на шляху водного потоку трапляються перепади по висоті, то інтенсивність розмиву ґрунту збільшується.

Вже при висоті 5 см швидкість вільно падаючої води досягає 1 м/с, чого цілком досить для руйнування суглинків і щільних глин, при висоті перепаду 10 см ця швидкість зростає до 1.5 м/с, при цьому вже можуть розмиватися дуже

щільні ґрунтоутворні породи. Таким чином виникає розмив ґрунту — початкова стадія лінійної ерозії.

Найбільш ерозійно небезпечними є дощі шаром понад 60 мм, що тривають від 2 до 5 год. Їх максимальна інтенсивність перевищує 1.2-2 мм/хв, а ерозійний індекс коливається від 10.7 до 35.5 (табл.5 2). Чим вища енергія зливових добових опадів 10%-ї забезпеченості та їх сумарна кінетична енергія, тим більша ерозійна небезпека опадів,

Енергія зливових добових опадів змінюється від 1.1 до 1.3 кДж/м², сумарна кінетична енергія зливових опадів за теплий період становить менш за 1.5 кДж/м² у зоні Сухого Степу і понад 4.0 кДж/м² у Карпатській гірській провінції.

Середньорічний поверхневий стік також залежить від умов ґрунтово-кліматичної зони. В лісостеповій зоні він становить 50-70 мм і більше, в північному і центральному районах степової зони — 30-50, в південному — 10-30 мм. У географічному плані інтенсивність зливної ерозії зменшується у напрямку з півдня на північ і з заходу на схід.

Рельєф. Це є сукупність горизонтальних та вертикальних форм земної поверхні, різних за розмірами, походженням, віком та історією розвитку. Складають рельєф позитивні і негативні його форми, які представлені підвищеннями та западинами. Рельєф місцевості є носієм ерозійної енергії території. Він може істотною мірою визначати кількість та інтенсивність атмосферних опадів, об'єм і швидкість стоку, вологість і водопроникність ґрунтів, тепловий баланс поверхні.

Найважливішими морфологічними характеристиками рельєфу, які впливають на інтенсивність ерозійних процесів, є глибина місцевих базисів ерозії, розчленованість території яружно-балковою мережею, величина балкових водозборів, довжина, крутизна, експозиція та форма схилів.

Підвищення і гірські схили еродовані сильніше, ніж рівнинні території. Особливо помітно ерозійні процеси відбуваються на Донецькому кряжі, Приазовській та Придніпровській височинах, Подільському плато, в передгірських та гірських районах Карпат і Криму. Значно слабше проявляються ерозійні процеси на рівнинах Полісся, Придніпровській та Приазовській низовинах.

Таблиця 2- Характеристика найбільш ерозійне небезпечних дощів у лісостеповій зоні України

Метеостанція	Дата	Тривалість		Кількість опадів, мм	Інтенсивність, мм/хв		Тривалість максимальної інтенсивності, хв.	Ерозійний індекс
		год.	хв.		середня	максимальна		
"Київ" (ГАО НАН України)	02.08.74	1	45	41,5	0,40	1,62	10	11,8
"Яготин"	22.07.80	3	05	39,2	0,21	1,83	10	13,0
"Фастів"	29.07.73	1	03	47,0	0,75	2,00	3	13,9
"Жашків"	28.06.78	8	00	55,7	0,12	1,32	10	13,2
	26.05.79	3	47	69,3	0,31	1,48	10	12,6
ім. Т. Г. Шевченка	09.07.72	1	29	54,9	0,62	2,12	20	23,0
"Вінниця"	18.07.72	2	00	95,5	0,80	2,70	10	33,2
	07.07.75	5	40	60,9	0,18	1,00	10	15,1
"Могилів- Подільський"	11.06.73	1	58	46,6	0,39	1,09	8	10,9
	27.05.75	9	50	115,9	0,20	1,10	10	35,5
	02.09.76	5	40	60,9	0,18	1,00	10	10,7
"Світловодськ"	21.07.71	10	05	62,9	0,10	1,23	10	15,6
	18.07.72	4	32	62,8	0,23	1,03	10	13,2
"Гадяч"	24.05.71	2	28	66,8	0,45	0,92	10	11,1
	21.05.72	2	45	62,4	0,38	3,00	10	29,7
	03.07.73	5	40	71,0	0,21	1,40	10	17,1
"Полтава"	23.07.71	10	40	79,0	0,12	0,78	10	11,1

Примітка. Місячні і річні ерозійні індекси дощових опадів визначають додаванням індексів кожного конкретного дощу шаром 10 мм і більше. ГАО — Головна астрономічна обсерваторія.

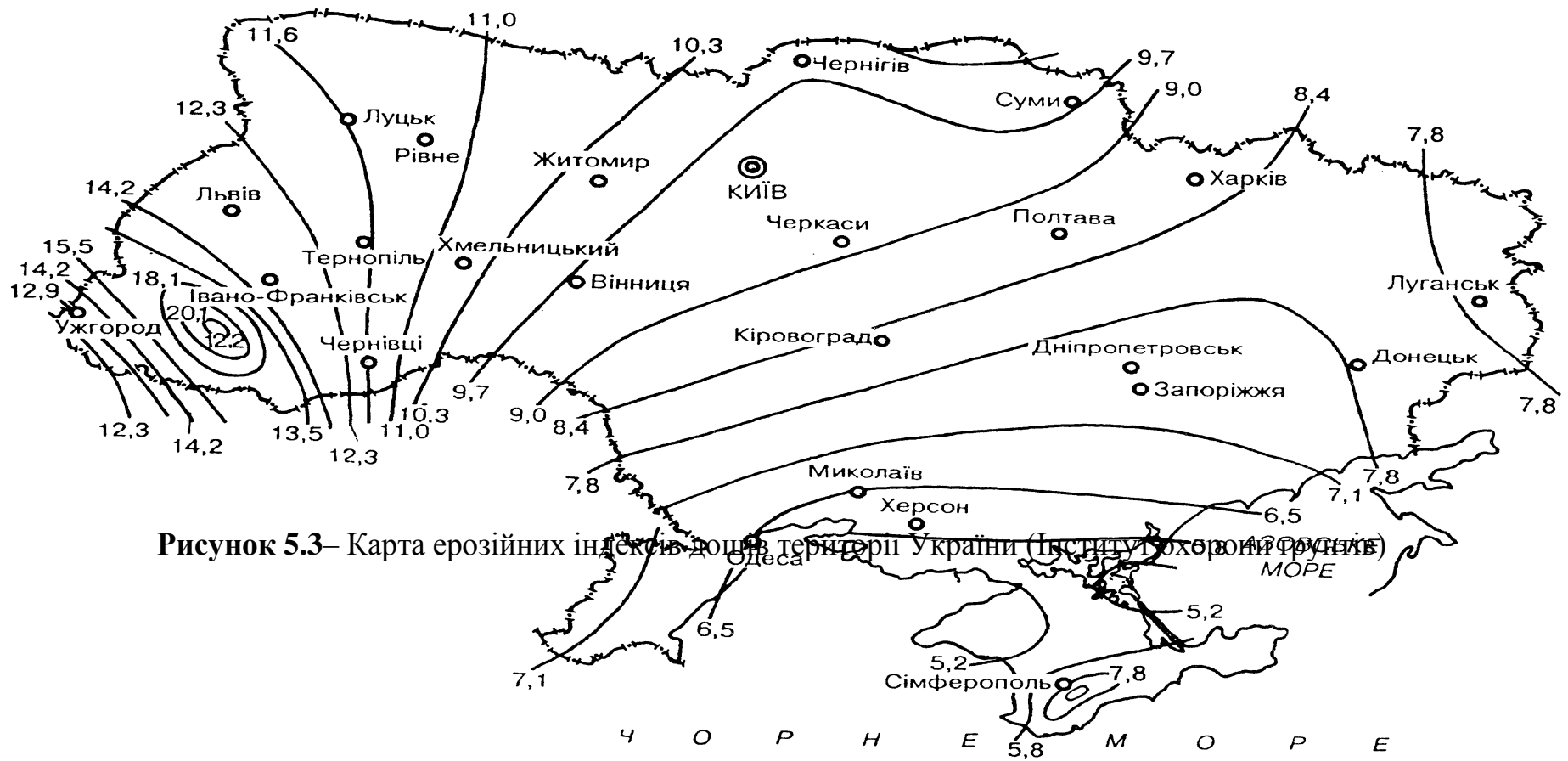


Рисунок 5.3– Карта ерозійних індексів дощів території України (Інститут ґрунтознавства)

Однією з передумов інтенсивного змиву та розмиву є кількість стоку, яка залежить від величини водозбору, під яким розуміють територію, обмежену лінією вододілу. Площа водозбору може коливатися від кількох сотень квадратних метрів до кількох тисяч квадратних кілометрів. Площа водозбору невеликого яру може становити лише 1.25 га, а балки — від 50 до 2500 га. Великі балкові системи складаються з декількох елементарних водозборів. Водозбірна площа ріки складається з кількох десятків, сотень або тисяч водозбірних площ окремих ярів, балок, долин, які, зливаючись одна з другою, утворюють велетенський водозбірний басейн ріки.

Форма водозбору також впливає на інтенсивність розвитку водної ерозії. Виділяють три форми водозборів: пряму, розсіювальну і акумулювальну.

При *прямій формі водозбору* стік переважно розосереджено стікає вниз по схилу. Концентрування його може відбуватися, але незначне.

Розсіювальна форма водозборів більш безпечна. Маса стоку розсіюється по схилу, і концентрування його майже не відбувається.

Акумулювальна форма водозбору сприяє концентруванню маси стоку у вузькому руслі і утворенню промивин та ярів.

Елементами водозбору є вододіли, схили та гідрографічна мережа. Лінія, що з'єднує найвищі точки і відокремлює водозбірну площу однієї ділянки гідрографічної мережі від іншої, називається *лінією вододілу*.

Гідрографічна мережа. Являє собою розгалужену систему знижень, по яких відбувається стік поверхневих вод. У плані вона має вигляд розгалуженої крони дерева .

Формування гідрографічної мережі на рівнинній території України відбулося в льодовиковий період під дією величезних мас води, що утворилися при таненні льоду. Внаслідок змиву і розмиву земної поверхні, процесів вивітрювання і тектонічних явищ виникли річкові долини, сформувались схили і вододіли. З часом всі ці елементи рельєфу згладилися, вкрились рослинністю, під якою сформувались ґрунти.

Верхня частина гідрографічної мережі, що, як правило, не має постійних водостоків, називається *суходільною мережею*. Нижня частина — річкова долина — містить річкове русло. В суходільній частині гідрографічної мережі виділяють такі ланки: западинну, лощинну і суходільну, а також проміжну — лощинно-суходільну.

Западина — верхня ланка гідрографічної мережі, що прилягає до найвищих частин водозборів. Вона має невелику глибину (0.5-2 м), пологі симетричні схили (крутістю до 2°), в ній відсутні розмиви, а розмір водозбору змінюється від 0.2 до 5 га. Такі западини не мають брівки, а також русла. В них починається концентрування води. Найбільші із западин є улоговинами. Западини переходять у лощини, а лощини — в балки. Територія западин звичайно розорюється.

Лощина — є відрог балки, більш помітний у порівнянні з западинним зниженням гідрографічної мережі, що має більші глибини і крутість схилів

(8-15°). Для лощини характерні форма корита та деяка асиметрія поперечного профілю: сонячний бік її більш стрімкий, ніж тінювий. Чітких ознак брівки вона не має, але дно її добре виражене. Ширина лощини, як правило, не перевищує 40-60 м. Лощини доцільно відводити під залуження.

Балка (суходіл) — це глибоке зниження місцевості з крутими (9-35°) асиметричними схилами, найчастіше задернованими і покритими рослинністю. Глибина балки 6-30 м, площа водозбору 50-2500 га. Найбільша ширина балки - від 70 до 300 м. Від примережного схилу балку, звичайно, відділяє брівка. У балці виділяють такі категорії земель: вершину, берег, дно і гирло.

Вершиною балки називається та її частина, в якій лощина переходить у балку.

Береги балок — це ділянки землі, що розташовані між брівкою та дном. Це схилі землі крутістю до 30-35°. Ґрунти берегів — дуже змиті або намиті і, як правило, порізані водоріями чи ярами.

Дно балки — найбільш знижена її частина, посередині якої проходить водотік. Донні частини балок, звичайно порослі травою, мають багаті намиті ґрунти.

Гирло балки — це її найнижча ділянка у тому місці, де балка впадає у річкову долину. Тут формується конус виносу. Вершина цього конуса завжди звернена до гирла балки, основа — до річкової долини.

Лощино-суходіл - проміжна між лощиною та балкою ланка гідрографічної мережі. Являє собою відгалуження балки.

Долина ріки — найдавніша ланка гідрографічної мережі. Це увігнута, лінійно витягнута форма рельєфу, утворена роботою ріки, з нахилом у напрямку течії. Річкова долина найчастіше обмежується з одного боку пологом, з другого — крутим берегом.

Суходільна ланка гідрографічної мережі за площею і участю в утворенні форм рельєфу має перевагу над річковою долиною. Це підтверджується дослідженнями А.С. Козьменко, який встановив співвідношення ланок гідрографічної мережі для водозборів двох рік центрального району лісостепової зони — Зуші і Красивої Мечі. Виявляється, що суходільна ланка разом з дрібними ланками, які залягають вище неї, становить 92 % усієї гідрографічної мережі, а на річкову мережу припадає всього 8 %.

Переважна частина території водозбору зайнята схиліми землями. **Схил** - це територія між лінією вододілу і брівкою тієї чи іншої ланки гідрографічної мережі. Схили відрізняються один від одного за формою, довжиною, крутістю та експозицією.

Процесам ерозії найбільшою мірою сприяють поперечно-увігнуті та поздовжньо-опуклі схили.

Поперечно- і поздовжньо-опуклі (розсіювальні) схили не сприяють розвиткові інтенсивних ерозійних процесів. Акумулятивна (поперечно-увігнута) форма схилів, навпаки, є однією з причин змиву й розмиву ґрунтів.

Схили з прямим поздовжнім профілем займають проміжне місце і називаються *нейтральними*.

Таблиця 5.3 - Вплив довжини схилу на змив ґрунту

Довжина схилу опуклого профілю, м	Крутість, град.	Змив ґрунту, м ³ /га
0-250	0-1,5	0-6,4
251-275	2,5	7,4
276-300	3,5	13,5
301-325	5,0	26,8
326-350	7,0	36,2
351-375	11,0	50,8

Найбільш вираженою опуклістю профілю відзначаються схили південної та південно-західної експозицій, а також схили, що прилягають до крутих берегів річкових долин.

Форма схилу залежить від властивостей ґрунту, ґрунтоутворної та підстиляючої породи. На породах, що легко розмиваються, найчастіше формуються схили прямої та опуклої форм, а на породах, що важко розмиваються, — увігнутої..

Довжина схилу — це відстань між вододілом і брівкою постійного чи тимчасового водотоку. Збільшення довжини схилу з опуклим профілем сприяє накопиченню великої маси води (під час сніготанення чи зливи) та концентруванню її в нижній частині схилу, у зв'язку з чим підсилюється руйнівна енергія потоку. В той же час у разі увігнутого профілю змив по довжині схилу нерідко не лише не зростає, а й послаблюється, тому що продукти ерозії в нижній частині схилу починають випадати із водного потоку, що зносить їх, відкладаючись на поверхні схилу.

Необхідною умовою для формування стоку є нахил поверхні. Крутість схилів - одна з основних умов розвитку ерозійних процесів.

Крутість схилів визначається відношенням різниці висот двох точок схилу до горизонтальної проекції даної частини схилу:

$$I = \frac{\Delta h}{b}, \text{ або } I = \operatorname{tg} \alpha, \quad (5.3)$$

де I - крутість схилу; Δh - різниця висот двох точок схилу; b - проекція довжини схилу на горизонтальну поверхню; α - кут між лінією, що проходить через дві точки схилу, і горизонтальною площиною.

Для оцінки схилів за довжиною доцільно користуватися класифікацією М. М. Заславського:

Схили	Довжина, м
Надзвичайно короткі	До 50
Дуже короткі	50-100
Короткі	100-200
Середньої довжини	200-500
Збільшеної довжини	500-1000
Довгі	1000-2000

Дуже довгі
Надзвичайно довгі

2000-4000
Понад 4000

Вимірюють крутість схилу в градусах або відсотках. Відсотки показують, на скільки метрів підвищується чи знижується схил на кожні 100 м його горизонтальної проекції.

Ерозійні процеси починають розвиватись при крутості схилу $0.5\text{--}2^\circ$. Збільшення цієї величини підвищує швидкість стікання поверхневих вод і збільшує змив ґрунту.

Однак прямої залежності між інтенсивністю ерозії та крутістю схилів не спостерігається, тому що на даний процес істотно впливають інші чинники.

Небезпека прояву водної ерозії визначається і експозицією схилу, особливо під час танення снігу. Інтенсивність ерозійних процесів залежить від довжини, ширини, площі, експозиції та профілю схилу.

Для оцінки небезпеки розвитку лінійної ерозії велике значення мають глибина місцевих базисів ерозії та розчленованість території яружно-балковою і гідрографічною мережею.

Глибина місцевих базисів ерозії визначає енергетичну силу води на схилах. Чим більша ця глибина, тим більша енергетична сила опадів і тим більшого руйнування зазнає ґрунт.

Ґрунтові та геологічні умови. Протиерозійна стійкість ґрунтів визначається їх гранулометричним і хімічним складом, фізико-хімічними властивостями та фізичним станом.

Гранулометричний склад ґрунтів і порід дуже впливає на можливість агрегування ґрунту і на водопроникність. Чим важчий ґрунт за гранулометричним складом, тим нижча водопроникність, а це зумовлює накопичення на схилах маси стоку та збільшення його руйнівної та трансформувальної сили. Здатність ґрунтів до агрегування має зворотну закономірність. Чим важчий ґрунт, тим більше в ньому мінеральних колоїдів і тим вища при наявності органічних колоїдів здатність ґрунту до агрегування, що і підвищує водопроникність та послаблює ерозію. Проте добру фільтраційну здатність мають лише ті ґрунти, що містять багато водотривких агрегатів, які не розпадаються під час дощу.

Водопроникність певних типів ґрунтів значною мірою залежить від характеру їх використання.

Найвищих значень вона досягає на цілині, під лісом; значно нижчих — на ріллі, найнижчих — на пасовищах. Водопроникність окремих типів і підтипів у межах одного угіддя прямо пропорційна вмісту гумусу в ґрунті, тому що це сприяє утворенню водотривкості структури.

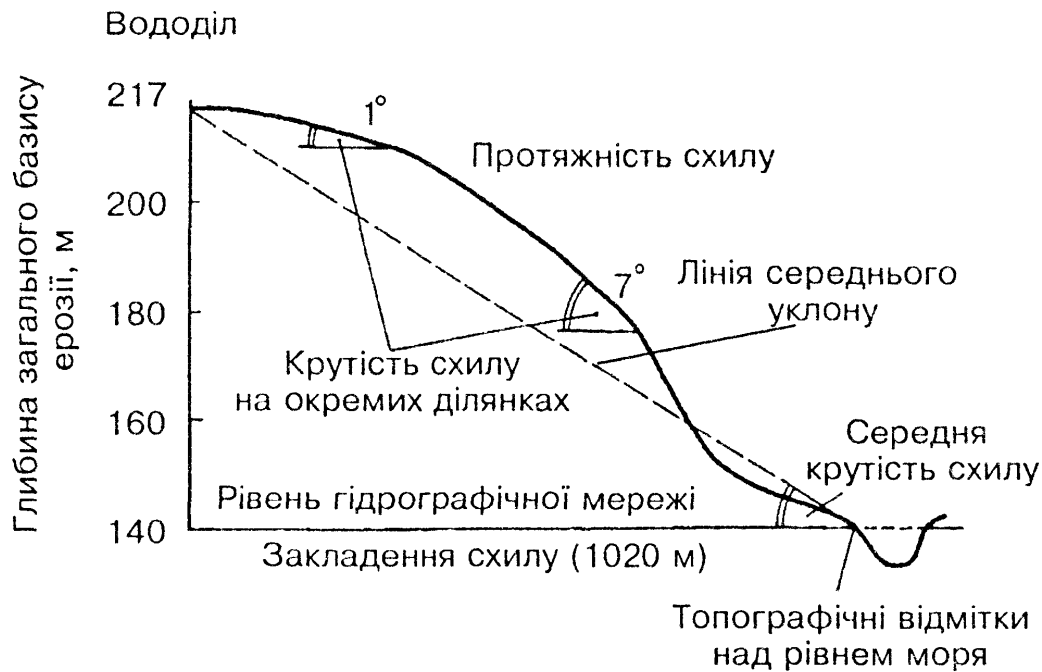


Рис.5.4 - Схематичний розріз схилу і його морфометричні показники (за М. К. Шиколою,)

Найбільш стійкими до змиву є чорноземи звичайні та типові на важкосуглинкових та глинистих лесових суглинках. Найстійкішими до змиву є ґрунти на грубопилуватих лесах, елювії — делювії щільних порід. Підсилення опідзоленості та зростання ступеня еродованості знижує протиерозійну стійкість ґрунтів.

Зниження протиерозійної стійкості ґрунтів на південь і на північ від лісостепової зони обумовлено зменшенням вмісту гумусу, появою одновалентних катіонів у складі ґрунтового вбирного комплексу (ГВК).

Одновалентні катіони (K^+ , Na^+ , NH_4^+) спричинюють диспергацію колоїдів ґрунту, що призводить до руйнування структурних агрегатів та зниження водопроникності. При насиченні кальцієм опір ґрунту до розмивання водою істотно зростає, тому що гумати кальцію сприяють утворенню водотривких агрегатів.

Істотно впливають на протиерозійну стійкість ґрунту його щільність і вологість під час випадання опадів.

При збільшенні щільності поверхневого шару ґрунту водопроникність зменшується, відповідно зростають стік і змив ґрунту.

Ґрунти, що мають пори, які насичені вологою, не можуть швидко поглинати опади. Тому зливи, що випадають на ґрунти, насичені вологою, звичайно мають вищий коефіцієнт стоку, ніж зливи, що випадають на слабозволожені ґрунти. Це явище характерне і для весняного сніготанення.

Таким чином, поєднання фізичних, фізико-хімічних та агрофізичних властивостей ґрунтів обумовлює певну їх протиерозійну стійкість, що являє собою здатність протидіяти розмивальній дії води. В табл.5.5 наведено дані про протиерозійну стійкість ґрунту, визначену за допомогою штучного дощування. Ці дані свідчать про те, що, чим вищий рівень потенційної родючості ґрунту, тим вищою є його протиерозійна стійкість.

Таблиця 5.4 - Водопроникність різних типів ґрунтів , мм/хв

Ґрунти	Угіддя		
	Рілля	Пасовище	Ліс
Дерново - підзолисті	0,62	0,62	1,80
Світло-сірі лісові	0,17	-	0,48
Сірі лісові	0,84	0,75	3,52
Темно-сірі лісові	1,59	-	4,74
Чорноземи вилуговані	1,73	0,55	4,04
Чорноземи типові	2,11	0,70	2,80
Чорноземи звичайні	1,98	0,80	2,80
Чорноземи південні	1,36	0,92	-
Темно-каштанові	1,17	0,84	-
Каштанові	0,84	-	-

Таблиця 5.5 – Характеристика протиерозійної стійкості ґрунтів

Еродованість ґрунту	Темно-сірий лісовий ґрунт				Сірий лісовий ґрунт			
	Інтенсивність, мм/хв		Мутність потоку, г/л	Інтенсивність змиву, г(м ² ·хв)	Інтенсивність, мм/хв.		Мутність потоку, г/л	Інтенсивність змиву, г(м ² ·хв)
	дощування	стоку			дощування	стоку		
Незмитий	1	0.24	6.0	10.3	1	0.32	9.0	17.0
	1	0.36	12.8		1	0.38	18.8	
	2	0.60	17.2		2	0.85	20.0	
Слабо змитий	1	0.28	7.1	29.8	1	0.32	16.7	44.8
	1	0.48	27.5		1	0.55	37.7	
	2	0.66	45.1		2	0.85	52.7	
Середньозмитий	1	0.30	8.4	34.8	1	0.36	20.4	64.9
	1	0.43	33.6		1	0.56	53.8	
	2	0.76	45.8		2	0.86	75.4	

Дані табл.5.5 вказують і на те, що руйнування ґрунту ерозією значно послаблює його протиерозійну стійкість. До того ж, чим нижчий рівень

природної родючості підтипу ґрунту, тим більше знижується його протиерозійна стійкість при зростанні ступеня еродованості.

Численними дослідженнями встановлено, що найбільшу протиерозійну стійкість мають чорноземні ґрунти, значно меншу - сірі лісові, а найменшу — дерново-підзолисті ґрунти.

Вразливість до ерозії сірих лісових ґрунтів істотно залежить від їх підтипів та різновидностей. За еродованістю світло-сірі лісові ґрунти близькі до дерново-підзолистих, темно-сірі — до чорноземів. Проміжне місце займають сірі лісові ґрунти (еродованість 1.8—2.9 т/га). Найстійкішими до змиву є глинисті важко суглинкові різновидності сірих лісових ґрунтів, а найменш стійкими — легкосуглинкові, супіщані та піщані.

Чорноземи являють собою найбільш стійкі до ерозії ґрунти. їх еродованість коливається від 1.2 до 2.3 т/га. Мінімальна еродованість властива чорноземам звичайним та вилугуваним важко суглинкового та глинистого гранулометричного складу. Проміжне положення займають чорноземи опідзолені, типові та південні (1.2—1.4 т/га). Більш висока еродованість характерна для чорноземів легкосуглинкового (особливо грубопилуватого) гранулометричного складу (1.6—2.3 т/га).

Каштанові групи вразливіші до ерозії, ніж чорноземи. Залежно від вмісту в них гумусу та гранулометричного складу їх еродованість змінюється від 2.1 до 3.5 т/га.

На розвиток яружної ерозії значний вплив має і характер підстеляючих порід. Дуже нестійкими до розмиву є грубо пилуваті леси. Райони з крупно пилуватими лесами розчленовані густою та глибокою мережею ярів. Стійкішими до розмиву є важко суглинкові та глинисті за складом лесовані суглинки, слабо стійкими — щільні карбонатні та безкарбонатні відклади. Проте яри тут неглибокі. Щільна порода, що виходить на поверхню, нерідко служить місцевим базисом ерозії.

Характер *рослинного покриву* істотно впливає на процеси ерозії. До біологічних чинників ерозії відносять - здатність рослин та їх відмерлих решток протидіяти руйнівній дії води на ґрунт. Чим густіші посіви і більша біомаса врожаю, тим вища ґрунтозахисна ефективність сільськогосподарських культур.

Важливу ґрунтозахисну роль відіграють і кореневі системи рослин. Подібно до арматури корені переплітають ґрунт і підвищують його опір до змиву та розмиву. Проникаючи в глибокі горизонти, залишаючись в них після відмирання, корені рослин збільшують пористість, оструктуреність та водопроникність ґрунту, що підвищує його родючість та протиерозійну стійкість.

О. П. Вервейко розрахував коефіцієнти ерозійної небезпеки культур у порівнянні з чорним паром. Багато хто з ерозіоністів не погодився з такою постановкою питання. Будь-яка рослинність захищає ґрунт від ерозії: культури густого посіву — більшою, просапні — меншою мірою. Найефективніше захищають ґрунт багаторічні трави. У зв'язку з цим М.М. Заславський коефіцієнти ерозійної небезпеки О.П. Вервейко перетворив на коефіцієнти протиерозійної ефективності (табл.5.6).

О.Г. Тараріко, зіставивши проєктивне покриття основних сільськогосподарських культур з розподілом сумарних ерозійних індексів дощів по фізико-географічних провінціях лісостепової зони України, встановив, що досить добре протиерозійне покриття ґрунту створюють зернові культури - озима пшениця, ячмінь. Найбільш ерозійно небезпечними культурами є просапні — картопля, кукурудза та зерно.

Цукрові буряки з квітня по червень мають низький коефіцієнт протиерозійної ефективності, а в наступні місяці завдяки наростанню листової поверхні він істотно зростає на досить тривалий період (до жовтня). Горох, маючи високі значення проєктивного покриття до липня, вже починаючи з цього ж місяця залишає поверхню поля відкритою. А саме цей період є найбільш ерозійно небезпечним.

Таблиця 5.6- Показники ерозійної небезпеки та протиерозійної ефективності сільськогосподарських культур та агрофонів

Культура, агрофон	Коефіцієнт ерозійної небезпеки, за О.П. Верейком	Коефіцієнт протиерозійної ефективності, за М.М. Заславським
Чорний пар	1	0
Зайнятий пар (вико — овес)	0,50	0,50
Кукурудза:		
на зелений корм	0,75	0,25
з соєю або горохом	0,50	0,50
на силос	0,60	0,40
на зерно	0,85	0,15
Цукрові буряки	0,85	0,15
Картопля	0,75	0,25
Соняшник	0,75	0,25
Ярі зернові	0,50	0,50
Горох	0,35	0,65
Озимі зернові	0,30	0,70
Багаторічні трави:		
першого року	0,08	0,92
другого року	0,03	0,97
третього року	0,01	0,99

Ґрунтозахисна ефективність сільськогосподарських культур та агрофонів залежить від крутості схилів: зі збільшенням крутості вона зменшується.

Не лише живі, а й мертві рослини захищають ґрунт від ерозії. На цьому ґрунтується спосіб захисту ґрунтів від ерозії мульчуванням соломою та іншими пожнивними рештками. Мульча гасить енергетичну силу дощових крапель, зменшує стік, попереджує інтенсивні втрати вологи через випаровування.

Солом'яна січка в дозі 2 т/га на схилі крутістю 2° знижувала стік у 19 разів, а змив ґрунту — у 80 разів. На схилі 5° стік було зменшено в 6 разів, а змив ґрунту — майже у 118 разів. На схилі в 7° стік було зменшено в 4.8 раза, а змив ґрунту — в 200 разів. Застосування більш високих доз мульчі майже повністю гасить стік опадів та змив ґрунту на всіх досліджуваних схилах.

Подібні результати було отримано і при застосуванні мульчі з подрібнених стебел кукурудзи. Але 2 т/га цієї мульчі виявилися менш ефективними, ніж така ж норма соломи. На думку авторів досліджень, деяке зменшення ефективності зумовлене неповним покриттям кукурудзяними стеблами поверхні ґрунту.

Однак норми внесення кукурудзяної мульчі (4 і 6 т/га) були не менш ефективними, ніж відповідні норми соломи.

В теорії і практиці землеробства у США сформувалася така думка, що систему обробітку можна назвати ґрунтозахисною лише за умови, що після операції посіву чи посадки культури поверхня ґрунту залишається покритою органічними рештками не менше ніж на 30 %.

Крім ґрунтозахисної, мульча виконує ще одну важливу функцію: це є енергетичний матеріал культурного ґрунтоутворення. Вона забезпечує відтворення гумусу та поліпшення агрофізичних властивостей ґрунту.

Протиерозійна роль рослин широко використовується в ґрунтозахисному землеробстві — ґрунтозахисні сівозміни, смугове розміщення культур, застосування на ерозійно небезпечних ділянках культур суцільного посіву, застосування буферних смуг на парових полях і в садах, залуження багаторічними травами змитих і розмитих ділянок.

Докорінне та поверхнєве поліпшення пасовищ теж використовується для боротьби з водною ерозією на схилах. Тій самій меті служать полезахисні та водорегулювальні лісосмуги, насадження на ярах, пісках, землях, непридатних для сільськогосподарського використання.

Господарська діяльність людини дуже впливає на природні чинники ерозії, істотно змінює їх. Еродовані ґрунти і є продукт нераціонального землеробства, перевантаження пасовищ і т. п. Розоравши цілині степи, знищивши лісову рослинність на великих площах, людина оголила поверхню ґрунту, позбавила її захисного рослинного покриву, зменшивши таким чином стійкість ґрунту до змиву та розмиву.

Н. Морел зазначає, що перші європейські поселенці у Північній Америці під час освоєння території не помітили слідів ерозії. Але вже через невеликий проміжок часу, коли було знищено природну рослинність, розорювання ґрунтів, витоптування та переущільнення пасовищ призвели до інтенсивного розвитку ерозії.

На початку 40-х років ХХ ст. намагались зупинити дію ерозії меліоративними заходами, але без поєднання їх з протиерозійною агротехнікою вони часто не давали потрібного ефекту. З 1940 р. почали застосовувати агротехнічні протиерозійні заходи. Оранку вздовж схилу було заборонено в законодавчому порядку.

Впровадження протиерозійних заходів послабило дію ерозійних процесів, однак не зупинило їх. На сьогодні ми маємо розорані крутосхили, вибиті, порізані водоріями та ярами пасовища, заплави розорані до самісіньких берегів рік, зникли через замулення малі річки. Україна має найвищі в Європі розораність території (57.5 %) та відсоток сільськогосподарських угідь (72.3 %). Це і призвело до того, що 30.7 % всіх земель нашої країни різною мірою зруйновано ерозією. Відсоток сільськогосподарських угідь знизився за останні 8—10 років приблизно на 10 %, але все ж залишається занадто високим. Зменшення площі цих угідь скоріше пов'язане з поглибленням економічної кризи та падінням сільськогосподарського виробництва, ніж з впровадженням ґрунтоохоронних заходів, таких, як заліснення, залуження тощо.

Дія антропогенних чинників ерозії проявляється через природні чинники, що, як правило, стимулюють і підсилюють їх. Було б, однак, невірно думати, що господарська діяльність людини може лише спричинювати розвиток ерозійних процесів. Спрямованою агротехнікою, регулюванням рослинного покриву, протиерозійною організацією території людина здатна зупинити ерозію, значно підвищити родючість еродованих земель. На це може і повинна бути спрямована діяльність людини як основний чинник припинення дії ерозійних процесів.

5.2 Вітрова ерозія

5.2.1 Загальні поняття

Руйнування ґрунту під дією вітру носить назву *вітрової ерозії - дефляції* - пилових або чорних бур. Саме розмаїття назв свідчить про грізність стихійних сил природи.

Пилова буря взимку та навесні 1969 р. охопила степову та лісостепову зони України, увесь Північний Кавказ, Центрально-Чорноземний район Росії. Сотні мільйонів тонн чорноземного ґрунту було піднято в повітря, перенесено на великі відстані. Чорноземний пил випав грязевими дощами в Скандинавії, Західній Європі, Великій Британії. Сила вітру досягала 43—50 м/с. Вітер виривав з корінням дерева, перевертав і котив по полю машини, автобуси. Хмари пилу закрили небо, і було темно. В зоні інтенсивної дії чорної бурі ґрунт було видуто на 5—15 см. Посіви озимих на мільйонах гектарів загинули від видування, були занесені дрібноземом. Лісосмуги, вкрившись пилом, перетворились на земляні вали висотою 3—3.5 м. У населених пунктах наноси досягли дахів будинків. Пил пробивався всередину будівель, квартир, шугав у повітрі, покриваючи все на своєму шляху; робив неможливими навіть хірургічні операції.

Подібні грізні бурі — явище не часте, спостерігати їх можна один раз у 10—20 років, і пов'язані вони з періодами найвищої активності випромінювання Сонця. Менш сильні пилові бурі спостерігаються в степовій зоні один раз на 3—4 роки.

Поряд з інтенсивною вітровою ерозією проявляється і нормальна, або місцева, вітрова ерозія. Місцева вітрова ерозія діє повільно; вона не призводить до значних руйнувань, а втрати від неї компенсуються процесом ґрунтоутворення.

Інтенсивної вітрової ерозії насамперед зазнають рівнинні території, не захищені полезахисними лісосмугами, ґрунтозахисною агротехнікою, а також вітроударні схили. Найбільше ґрунту видувається на полях, не захищених рослинністю та її відмерлими рештками, а також зайнятих зябом чи погано розкущеними озимими. Влітку вітрова ерозія може проявлятися на парових полях.

Небезпека від вітрової ерозії буває не лише для ґрунту, а й для посівів. Особливо часто пошкоджуються вразливі весняні сходи буряків, соняшника, кукурудзи. Вдаряючись з великою силою об поверхню рослин, піщинки пошкоджують їх. Під час пилових бур відносна вологість повітря падає до 10-20 %. Рослини висихають, втрачають тургор, в'януть і повністю гинуть. З цієї причини в окремі роки цукрові буряки пересівають на сотнях тисяч гектарів.

Посіви пошкоджуються і гинуть також внаслідок здування ґрунту та оголення вузлів кушення та кореневих систем. Нерідко рослина, що погано вкорінилась, видувається разом з ґрунтом. Найнезахищенішими від видування та пошкоджень є посіви на повітряних вітроударних схилах і вузьких вододілах.

Там, де сила вітру послаблюється, відбувається відкладання видутого ґрунту. Такими місцями можуть бути окремі ділянки полів з добре розвинутим наметом озимих культур, багаторічних трав; завітрянні схили, береги улоговин, балок, ярів та рік. Засиплення посівів призводить до зниження врожаю та його загибелі. Бувають випадки, особливо в південних степах, коли видутий дрібнозем відкладається у вигляді шлейфів на дорогах і галявинах лісових насаджень. Найчастіше інтенсивна вітрова ерозія спостерігається в квітні — на початку травня. Але в окремі роки вона буває і взимку, якщо мають місце сильні вітри та накопичилися недостатні запаси вологи в ґрунті. Наприклад, у 1960 і 1969 рр. сильні пилові бурі були в січні-лютому. Разом зі снігом з незахищеного зябу здувалась значна кількість ґрунту.

Багаторазові прояви вітрової ерозії знижують родючість ґрунтів, а при їх легкому гранулометричному складі призводять до повного знесення родючого шару та утворення малопродуктивних сильно еродованих земель.

Руйнування ґрунту вітром являє собою фізичний процес, що відбувається при взаємодії повітряною потоку з поверхнею ґрунту. Інтенсивність даного процесу залежить від швидкості вітру та стану поверхні ґрунту.

На висоті 0.2—0.4 мм від поверхні ґрунту (штилевий шар) швидкість потоку повітря практично дорівнює нулю. Зі збільшенням висоти вона стрімко зростає.

Швидкість вітру, при якій починається рух ерозійне небезпечних фракцій ґрунту, називається *критичною*, або *пороговою*. Для ґрунтів важкого гранулометричного складу характерні більш високі порогові швидкості вітру (табл. 5.7).

Ступінь дії повітряного потоку на частки ґрунту визначається їх розміром та масою. Мікроагрегати та елементарні ґрунтові частки розміром 0.1—0.5 мм виділяються із штилевого шару та пересуваються стрибками, обертаючись з частотою 200—1000 об/с. Агрегати більшого розміру (0.5—1 мм) перекочуються або ковзають по поверхні ґрунту. Під час руху вони вдаряються один з одним, розбиваються, збільшуючи кількість часток, найбільш агресивних в ерозійному відношенні (розмір від 0.1 до 0.5 мм).

Частки за розміром менш 0.1 мм, знаходячись у штилевому шарі, не можуть бути відірваними і піднятими вітром. У потік рухомого повітря вони потрапляють виштовхуванням крупнішими рухомими частками. Після підняття в повітря швидкість падіння цих часток стає дуже малою, і вони можуть тривалий час перебувати в завислому стані. В цьому і полягає основна причина перенесення їх на значні відстані.

Початковий рух часток ґрунту здійснюється внаслідок їх підняття під дією сил, що виникають при зростанні швидкості повітряного потоку під час охоплення ним криволінійної поверхні грудочок ґрунту.

Під час перекочування частки ґрунту по поверхні її верхня частина рухається значно швидше, ніж вітер, при цьому нижня частина рухається у

Таблиця 5.7 – Критична швидкість вітру для ґрунтів лісостепової і степової зон України

Ґрунт	Критична швидкість вітру, м/с	
	В аеро-динамічній трубі, $M \pm m$	На висоті 10 м у вільній атмосфері
Чорнозем типовий середньо суглинковий	7.9±0.15	14.9
Чорнозем звичайний карбонатний легко-глинистий	5.1±0.57	9.6
Чорнозем звичайний важко суглинковий	5.7±0.15	10.8
Дерново-карбонатний середньо суглинковий	4.3±0.9	8.1
Чорнозем солонцюватий супіщаний	4.7±0.12	8.9
Чорнозем південний піщано-середньо-суглинковий	3.8±0.10	7.2
Чорнозем південний важко суглинковий	5.5±0.90	10.4
Чорнозем південний середньо глинистий	5.5±0.84	10.4
Темно-каштановий солонцюватий легко-глинистий	7.3±0.18	13.8
Темно-каштановий солонцюватий піщано-Легкосуглинковий	6.9±0.51	13.0
Темно-каштановий супіщаний	4.8	9.1
Солонець середньо стовпчастий важко-глинистий	5.0	9.4
Солонець кірковий важко глинистий	4.6	8.7

Еоловий дрібний пісок	3.5	6.6
-----------------------	-----	-----

протилежному напрямі. Оскільки повітря біля поверхні частки обертається разом з нею, вище частки виникає парціальний вакуум, а під ним повітря стискується. Обидві ці зміни тиску намагаються підняти частку, що підстрибує у повітря майже вертикально, але інерція горизонтального руху примушує її підніматися під кутом 75—90°. Частки піднімаються на висоту 15—30 см, а інколи на 60 і навіть 90 см. З підняттям у повітря обертання навколо осі сповільнюється, і частка надходить у шари зі значно більшою швидкістю вітру.

Втративши таким чином вертикальний імпульс, частка переноситься у потоці повітря, поступово повертаючись на поверхню ґрунту по довгій похилій траєкторії і вдаряючись об ґрунт з великою силою.

Найбільш ерозійно небезпечними є фракції розміром від 0.1 до 0.5 мм, тому що їм властивий стрибкоподібний рух у повітряному потоці. Це найактивніша частина механічних часток й агрегатів, що обумовлює руйнування ґрунту, засікання, видування, засиплення та загибель рослин, а також загибель комах, птахів і дрібних диких тварин.

О. І. Бараєв, Є. Ф. Госсен вважають вітрову ерозію лавиноподібним активним процесом, що має велику руйнівну силу. Якщо пилоповітряний потік з поля, що зазнає ерозії, перекидається на сусідні, вони теж починають еродувати під дією часток ґрунту, що містяться в повітряному потоці. Лише пізнавши сутність походження, механізм дії і принципи, що породжують вітрову ерозію, можна успішно вести боротьбу з нею.

М. К. Шикула встановив, що порогова швидкість вітру, при якій починається пилова буря, залежить від виду ґрунту, його структурності, гумусованості, гранулометричного складу, а також від пори року. Для конкретного ґрунту порогова швидкість вітру залежить від дефіциту вологості повітря. Для Донбасу вона виражається рівнянням регресії

$$V_{кр} = 21,2 - 0,45 Д, \quad (5.4)$$

де $V_{кр}$ - критична швидкість вітру, м/с;

Д — дефіцит вологості повітря, гПа (16 ~ 10⁵ Па);

0,45 — коефіцієнт регресії;

21,2 — безрозмірна величина, яку одержано при розрахунках.

Між пороговою швидкістю вітру та дефіцитом вологості повітря існує обернений зв'язок з коефіцієнтом кореляції r , який дорівнює -0,95.

Можна визначити, за якої швидкості вітру починається пилова буря через цей дефіцит вологості, що важливо для прогнозування пилових бур:

$$\ddot{A} = \frac{21,2 - V_{ед}}{0,45}, \quad (5.5)$$

Як видно, при дефіциті вологості $D = 0$ критична швидкість вітру дорівнює 21,2 м/с. При $D = 5$ гПа $V_{кр} = 18,9$ м/с; при $D = 15$ гПа $V_{кр} = 14,3$ м/с; при $D = 25$ гПа $V_{кр} = 9,7$ м/с; при $D = 35$ гПа $V_{кр} = 5,1$ м/с. Це пояснює, чому в районах розташування різних метеостанцій в різні періоди року пилова буря починається при різній швидкості вітру. Коли вологість повітря більш висока, дефіцит її низький, пилові бурі починаються при швидкості вітру 15—20 м/с. Якщо ж вологість повітря низька, різко зростає її дефіцит, і тоді, наприклад при $D = 40$ гПа, пилова буря може початися при швидкості вітру 3,2 м/с. Такі явища нерідко спостерігаються влітку в середині дня, коли, здавалося б при штильовому вітрі, на паровому полі виникає пилова буря.

5.2.2 Чинники та умови розвитку дефляції ґрунтів

До чинників, що визначають розвиток дефляції ґрунтів, відносять: погоду і клімат, рельєф місцевості, властивості ґрунтів, характер рослинного покриву та господарську діяльність людини. Потенційну небезпеку прояву дефляції ґрунтів визначають за рівнянням

$$ПНД = f(K \cdot \Gamma \cdot P \cdot \Gamma_r \cdot D), \quad (5.6)$$

де K — кліматичні умови;

Γ — вплив протидефляційних властивостей ґрунтів;

P — вплив елементів рельєфу;

Γ_r — ґрунтозахисна роль рослинності;

D — вплив господарської діяльності людини.

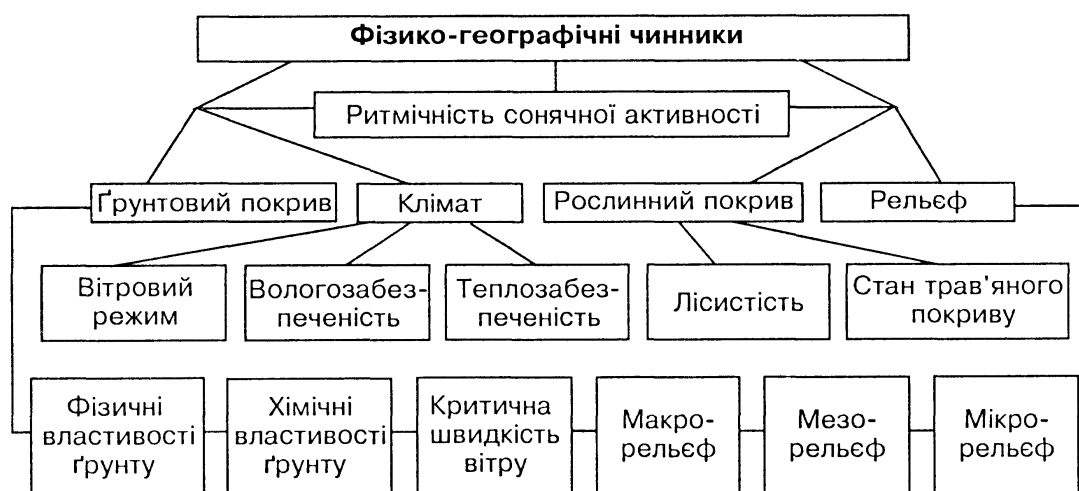


Рис.5.5 - Основні чинники розвитку дефляції ґрунтів
(за С. К. Кальяновим)

Між цими чинниками існує тісний зв'язок. Але щоб відповідними заходами подолати чи зменшити несприятливий вплив тих природних чинників, що створюють найбільшу небезпеку виникнення та розвитку дефляції, слід добре розуміти роль кожного з них.

. С. Кальянов чинники дефляції поділяє на дві групи: фізико-географічні та соціально-економічні . Обидві ці групи слід урахувати при розробці системи протидефляційних заходів та сільськогосподарському освоєнні нових територій (рис. 5.5)

Клімат. Найважливішим чинником дефляції ґрунтів є вітровий режим, що характеризується швидкістю, напрямком та повторюваністю вітрів. Вітер являє собою переміщення повітряних мас у горизонтальному напрямку, що обумовлено нерівномірним розподілом атмосферного тиску над поверхнею землі. Потoki повітря рухаються із областей відносно високого тиску до областей відносно низького тиску. Швидкість повітряного потоку прямо пропорційна різниці цих тисків. Швидкість лісистість поверхню

Швидкість вітру вимірюють у метрах за секунду, кілометрах за секунду або у балах за шкалою Бофорта (табл. 5.8). Вітри з сильними коливаннями швидкості (20 м/с і більше) називають поривистими, або іквальними. Вітер вважається помірним, якщо його швидкість становить 5–8 м/с, сильним – понад 14 м/с, ураганним – понад 30 м/с.

Особливо велику роль у розвитку процесів дефляції відіграє швидкість вітру біля поверхні землі. Саме вона обумовлює руйнування, переміщення і підняття в повітря часток ґрунту. Мінімальна (критична) швидкість вітру на висоті 10—15 см, яка необхідна для відриву і переміщення часток ґрунту, залежить від багатьох чинників і коливається від 3 до 9 м/с, залежно від типу ґрунту, вологості, стану поверхні поля.

Інтенсивність процесів дефляції істотно залежить і від добової динаміки вітру, його тривалості та поривчастості. Швидкість вітру закономірно змінюється протягом доби: вдень вона зростає досягаючи максимуму опівдні, а надвечір знижується. Чим тривалішим і порив частішим є вітер з критичною швидкістю, тим більшою мірою руйнується ґрунт.

Швидкість вітру зазнає і сезонних змін. На більшій частині території нашої країни максимальна швидкість вітру характерна для пізньої зими - ранньої весни, тобто період дефляційно небезпечних вітрів збігається з часом, коли поверхня ґрунту на значних площах розпушена, а рослинний покрив на сільськогосподарських угіддях розвинутий недостатньо.

Таблиця 5.8 - Шкала Бофорта

Швидкість вітру		Тип вітру	Дія вітру
м/с	бали		
0	0	Штиль	Дим піднімається вертикально. Полум'я сірника не відхиляється.
1	1	Тихий	Дим трохи відхиляється в бік. На деревах шелестить листя, полум'я сірника помітно відхиляється

2-3	2	Легкий	Коливаються тонкі гілки дерев, запалений сірник швидко гасне
4-5	3	Слабкий	Поверхня водойм вкривається хвилями
6-8	4	Помірний	Колихається суше гілля дерев
9-10	5	Свіжий	Колихаються стовбури невеликих дерев. Свистить у вухах
11-13	6	Сильний	Вітер колихає дерева. Гудуть телефонні дроти. На гребнях хвиль з'являються барашки
14-17	7	Різкий	Колихаються стовбури великих дерев. На воді з'являються пінисті хвилі
18-20	8	Дуже різкий	Гнуться і ламаються великі дерева
21-26	9	Шторм	Вітер зриває черепицю з дахів, ламає великі дерева
27-31	10	Сильний шторм	Вітер зриває дахи, вириває з корінням дерева
32-36	11	Великий шторм	Вітер звалює телеграфні стовпи, спричинює великі руйнування
Понад 36	12	Ураган	Вітер спричинює катастрофічні руйнування, руйнує будинки, перекидає кам'яні стіни

Процеси дефляції на території України охоплюють усі ґрунтово-кліматичні зони, але найчастіше проявляються в степовій зоні. Максимум пилових бур характерний для цієї зони навесні, що обумовлено раннім сніготаненням, інтенсивним підвищенням температури, відсутністю суцільного трав'яного покриву.

Влітку сильні шквалисті вітри тривалістю від 2 до 10-12 год і більше на півдні та південному сході степової зони виникають під час проходження грозових фронтів. Видування ґрунту взимку відбувається в роки з низькою температурою та недостатнім зволоженням ґрунту з осені, а також при відсутності снігового покриву. Дослідження О.Д. Лаврівського показали, що тривалість дефляційних явищ взимку може досягати 2-3 діб. Середня тривалість пилових бур у степовій зоні України перевищує 10 год, лісостеповій - 3, поліській - 1 година. Напрямок вітру визначають тією точкою горизонту звідкіля він дме. З 16 румбів виділяють вісім основних напрямків вітру: північний, північно-східний, східний, південно-східний південний, південно-західний, західний, північно-західний. Дефляційно небезпечними є ті напрямки, якими вітри дмуть із швидкістю, що перевищує критичні значення.

У степовій зоні України найбільш дефляційно небезпечні вітри дмуть в східному та південно-східному напрямках.

На прояв дефляції ґрунтів істотно впливає режим випадання опадів. Звичайно, опади знижують дефляцію. Зволоження ґрунту підсилює зчеплення між собою його часток і розвиток рослин які своїми кореневими системами скріплюють

грунт, захищаючи його від видування. Але зливові опади на сухий грунт, не вкритий рослинністю, а також поперемінне зволоження та висушування створюють умови для розвитку дефляції.

У відповідності із зволоженням території змінюється інтенсивність процесів дефляції. За даними М.І. Долгілевича, в природних зонах України кількість днів з пиловими бурями закономірно зростає з півночі на південь (рис.56), а кількість атмосферних опадів в цьому ж напрямку зменшується від 700—750 мм на півночі до 300—350 мм на півдні.

Температура та вологість повітря посередньо впливають на дефляцію. Висока температура та низька вологість повітря у весняно-літній період обумовлюють інтенсивне випаровування вологи із поверхні ґрунту, що підсилює процеси дефляції. У періоди ранньої весни та пізньої осені чергування плюсових та мінусових температур протягом доби супроводжується почерговим промерзанням і відтаненням ґрунту, що призводить до зниження його протидефляційної стійкості.

Рельєф. Взаємодія елементів рельєфу з повітряним потоком описується законами термодинаміки. Будь-які нерівності чи перешкоди на шляху потоку гальмують його. Рельєф, змінюючи швидкість вітру, визначає особливості розвитку процесів дефляції, впливає на розподіл дефльованих ґрунтів.

Особливістю дефляції ґрунтів є те, що вона може проявитися за будь-яких умов рельєфу. Всі форми рельєфу впливають на інтенсивність процесів руйнування ґрунту вітром.

Від *макрорельєфу* залежать стійкість напрямку та швидкість вітру на значних територіях.

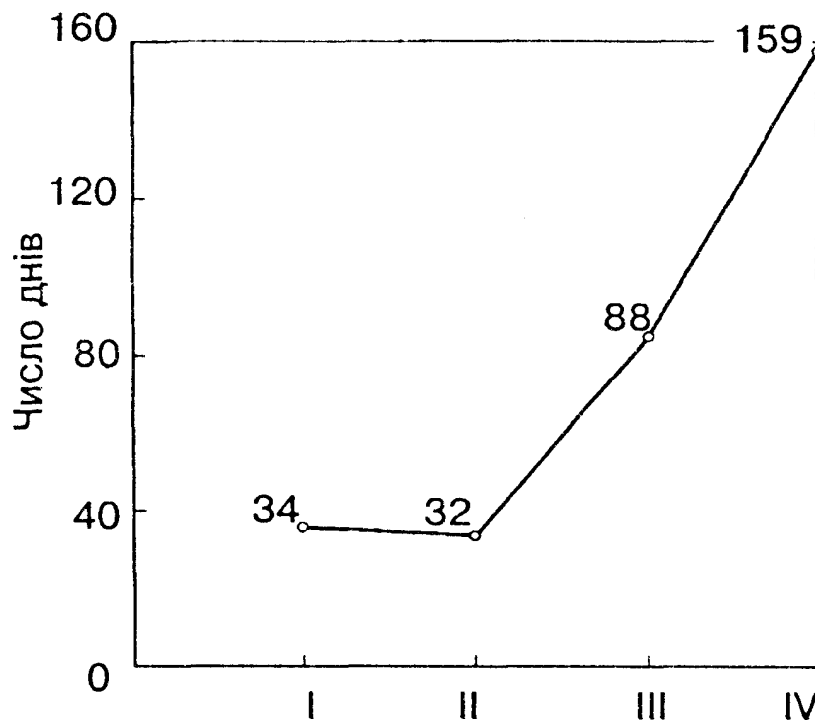


Рис.5.6 - Кількість днів з пиловими бурями в природних зонах України (за М. І. Долгілевичем): I — Полісся; II — Лісостеп; III — Степ; IV — Сухий Степ

Крупні геоморфологічні структури (широкі депресії чи їх поєднання з невеликими орографічними перешкодами на шляху вітру), в яких при певному напрямку вітру постійно спостерігається зростання його швидкості, що супроводжується руйнуванням ґрунту, були названі Є.І. Рябовим *вітровими коридорами*.

На території України найбільші вітрові коридори розташовані в районах Донецького кряжу та Причорноморської низовини. У вітрових коридорах швидкість вітру зростає в 1,5—2,5 рази у порівнянні з оточуючими їх рівнинними територіями, а при пилових бурях досягає 40—60 м/с.

Вплив *мезорельєфу* на процеси дефляції залежить від розмірів та форми його елементів. Насамперед дефляції зазнають вітроударні опуклі схили, на яких підсилюється вплив повітряного потоку на поверхню ґрунту,

На завітряних увігнутих схилах та в зниженнях швидкість вітру зменшується і відбувається акумуляція дрібнозему, видутого з підвищених елементів рельєфу.

Саме це і є причина того, що порядок розподілу дефльованих ґрунтів на схилі принципово відрізняється від розміщення на схилі ґрунтів різного ступеня змитості: збільшення ступеня змитості ґрунту відмічається вниз по схилу, а ступеня дефльованості — при русі вгору вздовж навітряного схилу.

Мікрорельєф безпосередньо впливає на турбулентне тертя повітряного потоку та його швидкість біля поверхні ґрунту. Шорсткість поверхні ґрунту змінює градієнт вітру, знижуючи його швидкість і зменшуючи силу процесів дефляції. Ще Г.М. Висоцький зазначав, що пилові бурі в степових районах виникали на угіддях з порівняно гладенькою поверхнею: на заборонованих та прикочених землях під парами, толоках, збитих худобою, на полях під посівами просапних культур з прикоткованим ґрунтом. Дослідження С. А. Захарова в Ростовській обл. (Російська Федерація) показали, що при швидкості вітру 10 м/с (заввишки 15 см від поверхні ґрунту) за 5 хв. з вирівняної ділянки поля було видуто 20 см ґрунту, а на полі зі звичайною оранкою без прикочування — вдвічі менше.

Таким чином, геоморфологічні умови, істотно змінюючи швидкість та напрямок вітру, турбулентність потоку повітря на поверхні ґрунту, належать до основних природних чинників дефляції і їх треба враховувати при проектуванні протидефляційних заходів та створенні ерозійно стійких агроландшафтів.

Ґрунтові умови. Райони з вітровою ерозією мають поширення на різних типах ґрунтів. Виникнення та розвиток дефляції істотно залежить від фізичних властивостей ґрунтів, насамперед їх гранулометричного складу та структури. В природному стані найбільше зазнають дефляції ґрунти легкого гранулометричного складу, що містять багато часток розміром 0.1—0.5 мм і мало дрібнозему, здатного зв'язувати частки в мікроагрегати і макроагрегати.

Важкі ґрунти теж легко дефлюють. Вони містять багато глинистих часток, здатних утворювати агрегати з високою механічною стійкістю. Однак внаслідок

свого генезису важкі ґрунти характеризуються дрібногрудочкуватозернистою структурою, яка хоча і є агрономічне цінною, проте має низьку протидефляційну стійкість.

Для оцінки здатності агрегатів ґрунтів зв'язуватися за їх гранулометричним складом Є.І. Шиятий та О.Б. Лавровський розробили емпіричну залежність:

$$S_t = 34,7 + 0,9x_1 + 0,3x_2 + -0,4x_3, \quad (5.7)$$

де S_t — показник здатності ґрунту до зв'язування, %;

x_1 — вміст мулу, %; x_2 — вміст дрібнозернистого піску (0,05—0,25 мм), %

x_3 — вміст грубозернистого піску (сума механічних елементів розміром від 0,25 до 3 мм), %.

У відповідності з цією залежністю всі ґрунти за їх вразливістю до вітрової ерозії поділені на шість груп (табл.5.9).

За спостереженнями О.Є. Дяченка, А.Г. Гаель, Л.Ф. Смирнової, П. С. Захарова та інших дослідників, дефляція на різних за гранулометричним складом ґрунтах починається при такій швидкості вітру, м/с: піщаний — менше 3; супіщаний — 3-4; легкосуглинковий — 4-5; важкосуглинковий — 5-7; глинистий — 7-9.

Стійкість ґрунтів до вітрової ерозії значною мірою залежить від їх структурного складу. Дуже піддаються дефляції розпорошені та безструктурні ґрунти, Ступінь вразливості поверхні ґрунту до вітрової ерозії визначається співвідношенням великих та дрібних структурних окремоностей. Дослідження Е. Ф. Госсена показали, що стійкість до вітрової ерозії різко зростає у ґрунтових агрегатів розміром понад 1 мм (табл.5.10).

Таблиця 5.9- Потенціал небезпеки дефляції (за Є.І.Шиятим)

Група	Показник зв'язності грудочок ґрунту, %	Різновидності гранулометричного складу, що входять до групи
I	Понад 65	Глини важкі, середні та частина легких
II	55-65	Глини легкі, суглинки важкі та середні
III	45-55	Суглинки важкі, середні і частина легких глин
IV	30-45	Суглинки важкі, середні та легкі
V	15-30	Суглинки середні, легкі та супіски
VI	Менше 15	Супіски, піски

Тому агрегати, дрібніші за 1 мм, було названо *дефляційно небезпечними*, а розміром понад 1 мм — *ерозійна стійкими*. Добра оструктуреність ґрунту є непоганим захистом від видування дефляційно небезпечних часток та агрегатів.

Таблиця 5.10 - Порогова швидкість вітру для агрегатів різного розміру чорнозему південного карбонатного легкосуглинкового

Розмір агрегатів, мм	Швидкість потоку повітря, м/с	Вологість агрегатів, %
Менше 0.25	3.8	6.1

0.25-0.5	5.3	7.4
0.5-1	6.6	7.6
1-2	11.2	6.5
2-3	12.1	7.0
3-5	17.6	6.8

Якщо в шарі ґрунту 0—5 см міститься більше 60 % агрегатів розміром понад 1 мм, то поверхня цього ґрунту є дефляційно стійкою. При вмісті таких агрегатів 50 % поверхня ґрунту вважається помірно стійкою до дефляції, оскільки при сильних вітрах (понад 17—20 м/с) з неї відчужується до 4—6 т/га ґрунту.

Є. І. Шиятий встановив залежність вразливості ґрунту до дефляції від ступеня грудкуватості цього ґрунту, що описується рівнянням

$$Q = 10^{a-bk}, \quad (5.8)$$

де Q — видування ґрунту, г/м²;

k — грудкуватість, вміст (в %) сухих фракцій розміром понад 1 мм в шарі 0—5 см;

a, b — коефіцієнт регресії.

Значення коефіцієнтів регресії a і b залежать від гранулометричного складу ґрунту і дорівнюють відповідно: для глин та важких суглинків — 3,6349 і 0,0319; для середніх суглинків — 3,3895 і 0,0294; для легких суглинків — 3,3089 і 0,0285.

О. Б. Лавровський розробив методику визначення вразливості ґрунтів до дефляції. В її основу покладено показник схильності до руйнування вітростійких агрегатів, що інтегрує найважливіші властивості ґрунту — гранулометричний склад, вміст гумусу та карбонатів кальцію. Розраховують цей показник за рівнянням

$$\bar{I} = 5 \cdot 10^{-4} (22 - 0.1\tilde{O}_1) - (15 + 0.9\tilde{O}_2) \cdot \left(11 + \frac{1.2 + 1.8\hat{E}^2 - 6\hat{E}}{\hat{E}} \right) \cdot (8 + 0.5\hat{I}), \quad (5.9)$$

де \bar{I} — показник руйнування вітростійких агрегатів, %;

X_1 — сумарний вміст фракцій мулу та дрібного пилу (< 0,005 мм), %;

X_2 — вміст фракцій піску (> 0,05 мм), %;

K — вміст карбонатів кальцію, %;

H — вміст гумусу, %.

Між показником руйнування вітростійких агрегатів, частотою та інтенсивністю процесів дефляції існує тісна пряма залежність ($r = 0.92 \pm 0.07$). Це дає підставу використовувати даний показник для діагностики ґрунтів за їх схильністю до дефляції.

Основними критеріями протидефляційної стійкості органогенних ґрунтів є ступінь розкладу торфу, глибина шару, його ботанічний склад.

До *слабодефляційно небезпечних* належать торфво-болотні ґрунти на середньоглибоких (1-2 м) та глибоких (понад 2 м) слаборозкладених (до 30 %) дерев'янистих, очеретяно-дерев'янистих та осоково-дерев'янистих торфах.

До *середньодефляційно небезпечних* належать торфво-болотні ґрунти на середньоглибоких та глибоких середньо розкладених (30—50 %) дерев'янисто-очеретяних, осоково-очеретяних, осоково-мохових та мохових торфах; торфво-болотні ґрунти на неглибоких (0,5-1 м) слабо- та середньо розкладених дерев'янистих, очеретяно-дерев'янистих та осоково-дерев'янистих торфах.

Сильнодефляційно небезпечними є торфво-болотні ґрунти на неглибоких сильно розкладених мохових та осокових торфах; торфво-глейові ґрунти (глибина торфу 30-50 см); торфувато-глейові ґрунти (глибина торфу менше 30 см).

Рослинність. Якщо поверхня ґрунту оголена і пересохла, то ґрунтові частки і агрегати, менші від 1 мм, можуть легко пересуватися під впливом потоків вітру. Такі умови створюються при знищенні рослинності, а також внаслідок неправильної агротехніки на орних землях та нерегульованого випасання худоби на пасовищах.

Добре розвинений покрив природної чи культурної рослинності зменшує швидкість вітру в приземному шарі, а також втрачає вологу через випаровування, захищає ґрунт від турбулентного тертя потоків повітря. Навіть піщані ґрунти, вкриті густою трав'янистою, а тим більше чагарниковою рослинністю, не зазнають дефляції.

За даними І.М. Сазонова і співавторів (1984), трав'яниста рослинність захищає ґрунт від видування, якщо проективне покриття перевищує 50 %. Такі ділянки, угіддя відносять до групи зарослих нерухомих пісків, придатних до регульованого використання під пасовище. Піски з проективним покриттям до 30 % вважаються напівзарослими, тобто недостатньо захищеними від видування.

Цей критерій слід застосовувати і для ґрунтів більш важкого гранулометричного складу, тому що розпорошення при обробітку та надмірне випасання худоби збільшують кількість дефляційно небезпечних фракцій і ґрунти стають подібними до пісків.

Найкраще захищають ґрунт від дефляції багаторічні трави, озимі та зимуючі культури у фазі кущення; значно слабше протидіють вітровій ерозії ранні ярі, а зовсім слабо — пізні ярі культури. При вирощуванні сільськогосподарських культур поверхня ґрунту періодично залишається оголеною і легко піддається дефляції.

За даними О.Б. Лавровського, при існуючих сівозмінах і технологіях вирощування культур проективне покриття ґрунту в небезпечні періоди (для дефляції) становить всього 20-35 % і лише в липні-серпні воно досягає задовільного рівня (70-80 %).

Збирання врожаю і обробіток ґрунту знищують рослинний покрив, і поверхня залишається відкритою для руйнівної дії вітру. Найбеззахиснішими стають ті поля, на яких обробіток ґрунту здійснюється плугами з полицями. Внаслідок такого обробітку рослинні рештки повністю загортаються в ґрунт а

його поверхня на тривалий час залишається оголеною. При вирощуванні ярих культур цей період триває 150-180 діб, а на парових полях - 280-320 і більше діб. Отже, на сільськогосподарських угіддях головне завдання щодо ослаблення процесів дефляції полягає у створенні грудкуватої поверхні ґрунту та збереженні на ній якомога більшої кількості рослинних решток, котрі, як і живі рослини, оберігають ґрунт від видування.

О.Г. Бараєв, О.М. Каштанов, М.М. Заславський, Є.І. Шиятий та інші дослідники вважають, що лише при наявності стерні на поверхні ґрунту можна створити надійну перепону вітрові. Чим більше поукісних та пожнивних решток на поверхні поля, тим вища вітростійкість ґрунту.

Є.І. Шиятим встановлено залежність між вразливістю ґрунту до дефляції, грудкуватістю поверхневого шару та кількістю рослинних решток на поверхні.

Ця залежність описується рівнянням

$$Q = 10^{a-bk-cs}, \quad (5.10)$$

де Q - розмір дефляції, г/м²;

k - вміст сухої фракції грудочок чи механічних елементів розміром понад 1 мм в шарі ґрунту 0-5 см, %;

s - кількість рослинних решток, шт./м²; a , b , c - коефіцієнти, значення яких залежать від гранулометричного складу ґрунту для глин та важких суглинків вони відповідно дорівнюють 3,6349; 0,0319; 0,0039; для середніх суглинків - 3,3895; 0,0294; 0,0030; для легких суглинків та супісків - 3,3087; 0,0285; 0,0039.

Коли здатність до дефляції не перевищує 50 г ($Q \leq 50$) поверхня ґрунту вважається вітростійкою; при $50 < Q < 120$ помірно вітростійкою, при $Q \geq 120$ - невітростійкою.

З погляду на те, що рослинні рештки різних культур мають неоднакову ґрунтозахисну здатність, слід користуватися їх масовими еквівалентами: для ячменю - 0,9; пшениці - 1,0; вівса - 1,3; проса - 1,4; гречки - 1,6; соняшника - 2,3; кукурудзи - 2,7. Щоб перерахувати масу рослинних решток на 1 м² на кількість стерні пшениці у штуках, користуються формулою

$$s = \frac{Q}{\rho \cdot d}, \quad (5.11)$$

де Q — маса рослинних решток на 1 м², г;

ρ - маса однієї стернини пшениці довжиною 20 см (без коренів $\rho=0,26$ г, з коренями $\rho=0,45$ г);

d — коефіцієнт перерахунку маси пожнивних решток на стерню пшениці.

За підрахунками Є.І. Рябова, стерня зменшує швидкість вітру вдвічі і більше порівняно з незахищеною поверхнею. Поліпшуючи снігозатримання, вона повністю припиняє або істотно зменшує дефляцію.

Оригінальну методику визначення вітростійкості ріллі наводить М.В. Краснощоків, котрий бере до уваги систему чинників, що впливають на вказаний показник (специфіку ґрунтово-кліматичної зони, господарства, поля). За цією методикою для оцінки стану ґрунту враховують: гранулометричний склад, грудкуватість та щільність ґрунту, максимальні значення швидкості та тривалості вітру на даному полі, а також висоту і щільність перешкод на полі. Розрахунок проводять за номограмою (рис. 18), на якій всі показники відповідають повітряно-сухому стану поверхневого шару ґрунту.

Густа трав'яниста рослинність оберігає ґрунт від дефляції, але найбільш надійно його захищають дерева чи чагарники. Дерев'яниста рослинність вносить істотні зміни в загальну природну ситуацію степових агроландшафтів і справляє на неї меліоративний вплив. Система лісосмуг, створена в Кам'яному Степу (Російська Федерація), послаблює швидкість вітру на міжсмугових полях на 35-40 %, а вітрозахисний вплив лісосмуги поширюється на відстань, що дорівнює 30-кратній висоті смуги з завітряного боку та 5-кратній — з навітряного.

Застосування агролісомеліорації — це надійний засіб охорони ґрунтів від дефляції в посушливих районах країни. Агротехнічні заходи забезпечують найбільшу ґрунтозахисну та агрономічну ефективність лише в системі полезахисних лісосмуг, коли здійснюється комплекс взаємопов'язаних заходів. Отже, захист ґрунтів від дефляції повинен спиратися на комплексне використання протягом року чинника рослинності: насадження системи полезахисних лісосмуг, створення штучних лісових масивів, дерев'янисто-чагарникових та трав'янисто-кулісних насаджень, буферних смуг, протиерозійну організацію території, введення ґрунтозахисних сівозмін, що дозволяють залишати на поверхні ґрунту стерню та мульчувати її рослинними рештками.

Господарська діяльність людини. Вона може проявитися щодо дефляції у двох напрямках. Людина, зберігаючи трав'янисту, чагарникову, дерев'янисту рослинність, а також вирощуючи сільськогосподарські культури і використовуючи ґрунтозахисні технології, може повністю зупинити або довести до мінімально допустимого рівня процеси дефляції ґрунтів, і навпаки, знищуючи рослинність, нерационально вирощуючи сільськогосподарські культури, спричинити підсилення дефляції.

З цієї ж причини дефляція охопила територію освоєних цілинних земель у Північному Казахстані та в Російській Федерації (в регіоні Західного Сибіру — на площі 45 млн. га). За даними Ф.Т. Моргуна, невідповідність системи землеробства ґрунтово-кліматичним умовам Північного Казахстану призвела до руйнування природної структури ґрунту, її розпорошення та катастрофічної дефляції. У 1962 р. в цьому регіоні зазнали дефляції площі понад 1.5 млн. га, а в 1965 р. — 5 млн. га.

Через 11 років після освоєння цілини з розораних заново та староорних земель довелося перевести в переліг 5 млн. га.

Розвиток та поширення дефляції пов'язані головним чином з порушеннями природної рівноваги між кліматом, ґрунтом і рослинністю, що відбуваються у більшості випадків через неправильну господарську діяльність людини.

Високий рівень культури землеробства, раціональне ґрунтозахисне землекористування дозволяють забезпечити ефективний захист ґрунтів від дефляції. Розробка акад. О.І. Бараєвим ґрунтозахисної системи землеробства та впровадження її в степових районах Північного Казахстану та Західного Сибіру (Російська Федерація) зупинили процеси дефляції на площі 26.7 млн. га. В наш час розроблено і вдосконалюються зональні ґрунтозахисні, енерго- та ресурсозберігаючі системи землеробства для різних зон і підзон України. В кожному землеробському регіоні повинна функціонувати своя ґрунтозахисна система землеробства, пристосована до місцевих умов.

5.2.3 Іригаційна ерозія

Руйнування земель на схилах зрошувальними водами при застосуванні дощування, а також при зрошенні по борознах та чеках називається *іригаційною ерозією*. При дощуванні переважно має місце площинна ерозія, а при поливанні по борознах чи напуском по смугах — і лінійна, і площинна ерозія.

Іригаційна ерозія стара, як світ. У Середній Азії та Південному Казахстані вона руйнує ґрунти вже не одне тисячоліття. У цьому регіоні вже налічують понад 1 млн. га еродованих зрошувальних земель.

Зрошення в цій зоні з давніх часів проводили по борознах та напуском. Іригаційна ерозія виявлялась через підвищення витрат на зрошення і у разі скидання значного обсягу зрошувальних вод. На схилах вода розмивала зрошувальні канали та поливні борозни, а продукти розмиву надходили до скидної мережі, замулюючи знижені елементи рельєфу.

Під впливом іригаційного змиву в профілі зрошуваних ґрунтів зменшується глибина гумусового горизонту, втрачаються елементи живлення рослин, різко знижуються запаси продуктивної вологи та поживних елементів, погіршуються водно-фізичні, агрохімічні та біологічні властивості ґрунту.

Найважливішими показниками попередження іригаційного змиву є поздовжній нахил та довжина поливних борозен. С. Ісаков на темно-каштанових ґрунтах Киргизії при уклоні борозен 0.06 і струмені швидкістю 0.23 л/с у створах борозен завдовжки 30 і 60 м встановив обсяг винесення маси ґрунту за сезон відповідно 92.3 та 46.9 т/га, при уклоні 0.03 за інших однакових умов — відповідно 39.1 та 11.7 т/га.

Н.Х. Сібаєв виділив два види іригаційної ерозії: мережну та поливну. Для профілактики іригаційної ерозії він запропонував змінювати поздовжні нахили зрошувальних каналів і поливних борозен, а також підбирати найменш руйнівні форми поперечного перерізу та тип зрошувача. Велике скидання води через водозбірно-скидні канали у разі значних уклонів спричинює їх розмив та утворення ярів.

М. Казієв. для попередження іригаційного змиву рекомендує попередньо змочувати борозни невеликими нормами води, після чого норми витрат вод збільшують до загальноприйнятих значень.

Таким чином, на величину іригаційної ерозії впливають довжина борозен, поздовжній їх нахил, витрати води, швидкість потоків, протиерозійна стійкість і вологість ґрунту.

Під час дощування прояв іригаційної ерозії має свої закономірності, що нагадують ті, які характерні для ерозії від злив, з тією лише різницею, що людина здатна регламентувати як інтенсивність, так і тривалість штучного дощу, не допускаючи виникнення іригаційної ерозії.

М.С. Кузнецов зазначає, що під час дощування ерозія виникає внаслідок подачі води з інтенсивністю, яка перевищує вбирну здатність ґрунту.

Інтенсивність дощу, що дорівнює інтенсивності інфільтрації води в ґрунті, називають *припустимою*.

Інтенсивність інфільтрації води в ґрунті залежить від його агрофізичних властивостей і стану поверхні, а також енергетичних параметрів дощу.

Культурний стан поверхні ґрунту — це стеблостій рослин, покрив у вигляді мульчі з відмерлих решток, які амортизують енергетичну силу дощу, а також створюють шорсткість поверхні ґрунту, що зменшує швидкість стікання води.

Під час поливу дощуванням є можливість регламентувати величину крапель та інтенсивність дощу. Чим більші краплі, тим вище швидкість їх падіння і кінетична енергія (рис.5.7).

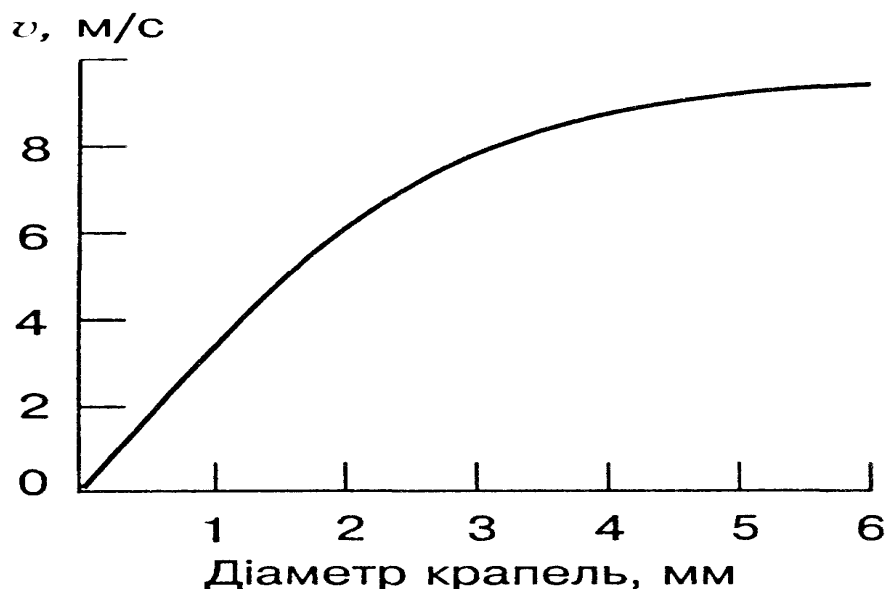


Рис.5.7 - Залежність урівноваженої швидкості падіння крапель дощу від їх розміру (за Г.І. Швевсом).

Краплі діаметром 5 мм мають швидкість падіння 9 м/с, діаметром 1 мм — 4 м/с. Дощ шаром 50 мм за 2 год піднімає у повітря бризками близько 200 т/га ґрунту.

Крім іригаційної ерозії, зрошення спричинює засолення, осолонцювання, підтоплення ґрунтів. Велику небезпеку приховує у собі завищення норм зрошення, що призводить до вказаних деградацій.

В степових ґрунтах на глибині 70-120 см утворився горизонт з високим вмістом водорозчинних солей. Через великі норми зрошення цей горизонт промочується, солі розчиняються по капілярах підтягуються до поверхні ґрунту, де волога випаровується, і покривають ґрунт білим вицвітом. Це явище називають *вторинним засоленням*, а ґрунти з високим вмістом солей в орному шарі - *засоленими ґрунтами*. Вони мають низький рівень потенційної та ефективної родючості, потребують *хімічної і гідротехнічної меліорації*.

Під час розсолення ґрунтів, що відбувається внаслідок їх промивання високими нормами зрошення, катіон Na^+ надходить до ґрунтового вбирного комплексу і утворюються *солонцюваті ґрунти*. Вони характеризуються низькою родючістю і потребують хімічної меліорації.

Щоб не відбувалось осолонцювання під час зрошення, треба його супроводжувати профілактичними заходами хімічної меліорації та влаштуванням дренажу, що дозволяє скидати надмірну зрошувальну воду. Для цього перед зрошуванням у верхній шар ґрунту вносять 3—5 т/га гіпсу.

Надмірні норми зрошення обумовлюють підняття підґрунтових вод, підтоплення та вторинне засолення. У разі підтоплення будують дренажну систему, найчастіше вертикальний дренаж, що дає можливість значно знизити рівень підґрунтових вод. Однак виникає інша проблема, що порушує екологічну рівновагу: куди скидати дренажні води, які насичені розчинними солями.

У практиці дренажні води скидають у водні джерела зрошення, а солі потрапляють у ґрунт зі зрошувальною водою. У верхів'ях р. Амудар'я (Середня Азія), наприклад, мінералізація води становить 0.3—0.5 г/л, в нижній течії внаслідок скидання в ріку мінералізованих дренажних вод вона досягає 5-6 г/л. Вода стає непридатною для зрошення.

Отже, іригація супроводжується такими негативними явищами, як іригаційна ерозія, підтоплення, засолення, осолонцювання, агрофізична деградація ґрунтів. Крім того, вона потребує значних капіталовкладень. Тому там, де є можливість, слід шукати альтернативу зрошенню. Такою альтернативою в степовій зоні можуть бути заходи "сухого" землеробства.

5.2.4 Пасовищна ерозія

Розбивання дернини і руйнування ґрунту худобою одні вчені (в зоні інтенсивного прояву водної ерозії) відносять до водної ерозії, інші (в зоні значної вітрової ерозії) — до дефляції. Але вибивання дернини можна віднести і до окремого (самостійного) чинника деградації ґрунтів — *пасовищної ерозії*. Цей різновид ерозії має свої закономірності розвитку. Разом з тим він здатний дуже підсилюватися водною чи вітровою ерозією.

Під час випасання худоби на схилових землях тварини ногами розбивають дернину і зміщують частину ґрунту вниз по схилу. Внаслідок цього на схилах

утворюються худобопрогінні стежки, мікротераси, позбуті рослинності. Дернина трав має високу ґрунтозахисну ефективність, тому її знищення різко зменшує протиерозійну захищеність схилів. На них швидко розвиваються водорієни та яри. Пасовища різко знижують свою продуктивність, забезпечуючи лише 2—5 ц/га сіна низької якості.

А.П. Пожарська зазначала, що на пасовищних схилах через надмірний і безсистемний випас худоби степове угруповання трав з типчакково-ковилового поступово перетворюється на дуже збіднене за видовим складом типчакове. Зникають деякі види бобових і злакових цінних пасовищних рослин, і навіть типчак зменшується в рості на 5—8 см. Зберігаються лише неїстівні чи отруйні види трав, наприклад молочай, полин австрійський, які нерідко складають основу рослинності таких витоптаних схилів.

Під ударами ніг коней руйнуються водотривкі агрегати, ущільнюється ґрунт, підсилюється стік, погіршується забезпеченість рослин вологою. Погіршення ґрунту відбувається паралельно з його переміщенням по схилу разом з рослинами, що на ньому ростуть. *Таке механічне переміщення є визначальним чинником розвитку пасовищної ерозії.* Потоки води, що надходять на такі схили з ділянок полів, розміщених вище, перетворюють пасовища на пустелі та яри. Сприяє цьому і вітрова ерозія. Особливу небезпеку приховують у собі витоптані прогонами худоби перепади тимчасових водних потоків. Слід від копита глибиною 5—10 см збільшує швидкість потоку з 0.1-0.2 до 1.0-1.4 м/с. Найбільш вибитими є худобопрогони, а також ділянки пасовищ, що прилягають до ферм, населених пунктів. За даними Михайлова, одноразовий прогін 1000 овець розпорошує поверхню ґрунту на таку глибину :

Задернованість, %	Розпорошення на глибину, см
80	1.0
75	1.5-2.0
60	2.5-3.0

Отже, пасовищна ерозія, підсилена водною та вітровою ерозією, здатна перетворити природні кормові угіддя на схилах у пасовищний збій, вигони з надзвичайно низькою продуктивністю. Поверхня схилів стає зруйнованою водорієнами та ярами. Такі угіддя потребують докорінної меліорації, ремонту земель.

На гірських схилах внаслідок пасовищної ерозії землі цілком втрачають дрібнозем, перетворюючись на кам'янисті пустелі. У байрачних лісах пасовищна ерозія призводить до вибивання дернини, підсилення водної ерозії, утворення водорієн та ярів.

5.3 Збитки від водної та вітрової ерозії

За історичний період на земній кулі внаслідок процесів деградації ґрунтів безповоротно втрачено близько 2 млрд га продуктивних сільськогосподарських земель, що в 1.3 рази перевищує сучасну площу орних земель. Останнім часом

щороку втрачається від 5 до 21 млн га ріллі, що в 2.5 рази перевищує середньорічні втрати за останні 300 років. Розораність сільськогосподарських угідь, наприклад, у Франції становить 48, у США — 25 %. Гостро стоїть проблема водної ерозії та дефляції ґрунтів в Україні. Надмірна розораність земель — одна з головних причин розвитку процесів ерозії ґрунтів.

В Україні з площі сільськогосподарських угідь 42 млн га зазнає дії водної ерозії 10.6 млн га, на 15 млн га поширена дефляція. Територія близько 1.6 млн га охоплена одночасною дією як водної, так і вітрової ерозії. Незважаючи на економічну кризу і падіння сільськогосподарського виробництва, ерозія прогресує зі швидкістю 100—120 тис га за рік. Це пов'язано також із зменшенням у 90-х роках обсягів впровадження протиерозійних заходів, виходом з ладу раніше створених гідротехнічних споруд і лісонасаджень. Територіальне розширення змитих ґрунтів за 1961 — 1995 рр. становило 2.4 млн га, у тому числі за 1991—1995 рр. — 0.4 млн га. Зросла еродованість ґрунтів: слабо еродованих — з 19.3 % у 1961 р. до 24.7 % у 1990 і 25.6 % у 1995 р.; середню- і сильнозмитих — відповідно з 6.3 до 8.1—8.8 %. У Кіровоградській, Луганській, Миколаївській, Хмельницькій і Харківській областях площа еродованих земель зросла з 1961 по 1995 р. на 12—18 %, у Львівській, Запорізькій, Донецькій, Херсонській і Чернівецькій областях — на 21—27 %.

Водна ерозія проявляється у всіх зонах країни на схилах понад 0.5°. У середньому з 1 га схилових земель змивається до 15 т родючого шару ґрунту, у Вінницькій, Закарпатській, Івано-Франківській, Львівській, Тернопільській та Харківській областях - 23—27 т. На посівах просапних культур, розміщених на схилах понад 3°, змив ґрунту зростає до 30—50 т/га. У Богуславському р-ні Київської обл. у 1988 р. був випадок, коли змив ґрунту перевищив 1600 т/га.

Вчені нараховують всього понад 30 статей збитків від ерозії (рис. 5.8, 5.9), що може проявитися різною мірою залежно від ґрунтово-кліматичної зони та інтенсивності сільськогосподарського виробництва. За даними М.І. Долгілевича, у степовій зоні України в середньому за рік видувається 21.5 млн т дрібнозему, з яким виноситься 39.5 тис. т фосфору, а в екстремальному 1969 р. було винесено 356 млн т дрібнозему, 667 тис. т азоту і 392 тис. т фосфору, що відповідає 1/2 внесених у ґрунт азотних та 1/3 — фосфорних добрив,

За останні десятиріччя дефляція ґрунтів охопила і територію Полісся, спричинюючи руйнування осушених торфовищ і мінеральних переосушених земель, а також переміщення пісків на грядових формах рельєфу, навіть вкритих лісовою рослинністю. Втрати дрібнозему на Поліссі становлять 2—5 т/га за рік. Вони відбуваються тривалий час у разі невисокої швидкості вітру.

На осушених торфовищах внаслідок систематичної полицевої оранки та низького рівня підґрунтових вод дефляція та мінералізація зменшують глибину шару торфу в середньому на 4.5 см за рік, в окремі роки — на 7.5 см. Під час пилових бур оголюються висіяне насіння та корені рослин, що призводить до різкого зниження врожаю. Осушувальні системи засипаються продуктами дефляції, виходять з ладу.

Процеси водної та вітрової ерозії — головний канал втрати родючості, справжнє екологічне і соціальне лихо, тому в господарській діяльності слід керуватися такими принципами:

- водну ерозію та дефляцію легше попередити, ніж боротися з їх наслідками;

- в природі немає ґрунтів, абсолютно стійких до водної ерозії та дефляції;

- водна ерозія та дефляція, як складні природні процеси, вимагають комплексних заходів щодо їх усунення;

- ґрунтозахисні комплекси повинні бути регіональними та екологічно обґрунтованими.

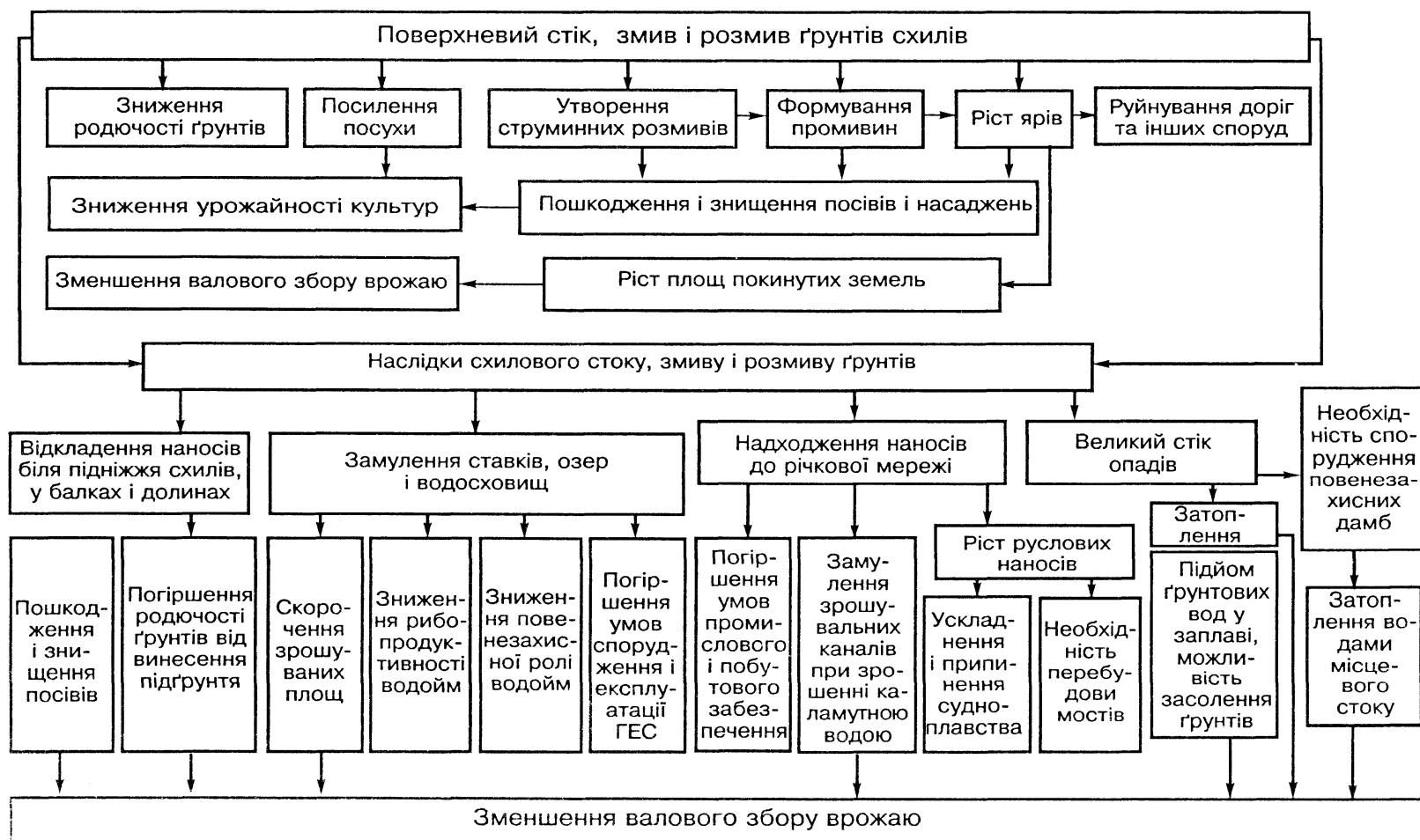


Рисунок 5.8 – Різнобічні наслідки водної ерозії (за М.М. Заславським, 1983)



Рисунок 5.9 – Наслідки дефляції ґрунтів (Капінос і Панасенко, 1989)

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Харченко С.И.* Гидрология орошаемых земель. - Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 371 с.
2. *Дементьев В.Г.* Орошение. – М.: Колос, 1979. – 303 с.
3. *Разумова Л.А., Мещанинова Н.Б.* Агрометеорологические расчеты и прогнозы оптимальных сроков и норм полива основных зерновых культур.-Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 117 с.
4. *Разумова Л.А.* Влияние глубины стояния грунтовых вод на влажность почвы и формирование урожайности сельскохозяйственных культур при орошении.// Труды Гидрометцентра СССР, 1968, вып. 24. С. 50 – 64.
5. *Алпатьев А.М.* Влагообороты в природе и их преобразования. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 323 с.
6. *Вериго С.А., Разумова Л.А.* Почвенная влага (применительно к запросам сельского хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 328 с.
7. *Константинов А.Р., Субботин А.С.* Методы нормирования орошения. – Л.: ЛПИ, 1981. – 76 с.
8. *Константинов А.Р.* Пути оптимизации нормирования орошения и осушения.- Л.: ЛПИ, 1981. – 78 с.
9. *Мещанинова Н.Б.* Агрометеорологическое обоснование орошения зерновых культур.- Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 126 с.
10. *Скрипчинская Л.В., Янголь А.М., Гончаров С.М., Коробченко С.М.* Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации. – К.: издательское объединение «Вища школа», 1977. – 352 с.
11. *Безменов А.И., Розин В.А., Саврасов П.Х., Пастухов В.Ф.* Сельскохозяйственные мелиорации. –М.: Колос, 1974. – 235 с.
12. *Костяков А.Н.* Основы мелиораций. – М.: Сельхозгиз, 1960. - 675 с.
13. *Янголь А.М.* Двухстороннее регулирование влажности при осушении. – М.: Колос, 1970.
14. *Временные технические указания по проектированию осушительных систем в Украинской ССР.* – Киев :, Укгипроводхоз, 1973.
15. *Мелиорация на Украине.* Развитие и перспективы. Технический прогресс. Эффективность. Под редакцией Н.А Гаркуши. – Киев : Урожай, 1985. – 370 с.
16. *Скуртул А.Г.* Орошение сельскохозяйственных культур. – Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985. – 417 с.
17. *Алпатьев С.М.* Методические указания по расчету режимов орошения сельскохозяйственных культур на основе биоклиматического метода. – Киев: УкрНИИГиМ, 1967. – 67 с.
18. *Алпатьев С.М.* Поливной режим сельскохозяйственных культур в южной части Украины. –Л.: Гидрометеиздат, 1965.
19. *Куликова М.Ф.* Полив овощных культур. – М.: Колос, 1969. –119 с.

20. *Штойко Д.А.* Нормативы проектирования режимов орошения сельскохозяйственных культур в условиях интенсивного использования орошаемых земель. – В кн. «Орошаемое земледелие в ЕТС». – М.: Колос, 1965.
21. *Штойко Д.А.* Водопотребление и режим орошения сельскохозяйственных культур. – В кн. Орошаемое земледелие на Украине. Киев: Урожай, 1971.
22. *Гопченко Е.Д., Гушля А.В.* Гідрологія суші з основами водних меліорацій. – Київ: Міністерство освіти України, Інститут системних досліджень, 1994. – 292 с.
23. *Справочник мелиоратора.* – М.: Россельхозиздат, 1980. – 255 с.
24. *Маслов Б.С., Минаев И.В.* Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 270 с.
25. *Практикум по сельскохозяйственным мелиорациям.* – М.: Колос, 1970.
26. *Маслов Б.С.* Режим грунтовых вод переувлажненных земель и его регулирование. – М.: Колос, 1972.
27. *Мосиенко Н.А.* Агрогидрологические основы орошения в степной зоне. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 210 с.
28. *Мушкин И.Г.* Методы оценки влагообеспеченности растений и сельскохозяйственных полей. – Л.: Гидрометеиздат, 1971. – 82 с.
29. *Фролов Н.С.* Развитие и состояние мелиораций в СССР. – М.: Колос, 1965. – 295 с.
30. *Паненко И.Д.* Орошение. – Кишинев: Изд-во «Картя Модовеняскэ», 1972. С. 81–123.
31. *Ярмизин Д.В., Лысогоров С.Д., Балан А.Г.* Мелиоративное земледелие. – М.: Колос. 1972 – 379 с..
32. *Каштанов А.Н.* Защита почв от ветровой и водной эрозии. – М.: Россельхозиздат, 1974. – 202 с.
33. *Багров М.Н., Кружилин И.П.* Прогрессивная технология орошения сельскохозяйственных культур. – М.: Изд-во «Колос», 1980. – 205 с
34. *Багров М.Н.* Режим орошения сельскохозяйственных культур. – М.: ЦБНТИ, 1975.
35. *Козин М.А.* Водный режим почвы и урожай. – М.: Колос, 1978.
36. *Роде А.А.* Основы учения о почвенной влаге. – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
37. *Шумаков Б.А.* Орошение в засушливой зоне европейской части СССР. – М.: Россельхозиздат, 1975
38. *Бялович Ю.П.* Биоэкологические основы теории систем лесов. В кн.: Проблемы биогеоэкологии. – М., 1973 – С 47 – 57.
39. *Кучерявый В.А.* Фитомелиорация.,- М., НТО „Информация” , 1991. – 288с.
40. *Кучерявый В.П.* Фітомеліорація.- Львів, Вид-во „Світ”, 2003. – 530 с.

41. *Методические* рекомендации по технологии создания лесных насаждений на эродированных горных склонах Крыма. – Харьков; НДИЛГ и АМ, 1982 – 52 с.
42. *Звонков В.В.* Водная и ветровая эрозия. – М.: Изд-во АН СССР, 1962.
43. *Кац Б.О., Копыстинский Н.Н., Швобс Г.И.* Противозерозийные мероприятия на мелиоративных землях и пути повышения плодородия эродированных земель. – В кн. «Мелиорация на Украине». – Киев: Урожай, 1985. С. 117 – 119.
44. *Шульгин А.М.* Климат почвы и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 299 с.
45. *Шульгин А.М.* Снежные мелиорации и климат почвы. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 68 с.
46. *Константинов А.Р., Струзер Л.Р.* Лесные полосы и урожай. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 213 с.
47. *Федоров А.В.* Микрокулисы из стерни.- Земледелие, 1983, №5. С. 14 – 17.
48. *Шульгин А.М.* Мелиоративная география. – М.: Высшая школа, 1980. – 280 с.
49. *Польовий А.М., Божко Л.Ю., Ситов В.М., Ярмольська О.Є.* Практикум з сільськогосподарської метеорології. – Одеса. ОДЕКУ, 2002. – 400 с.
50. *Рева М.Л.* Сельскохозяйственная рекультивация поверхности шлакоотходов содового производства // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона.- Донецк: ДГУ, биологический факультет, 1999. – С. 16 – 21.
51. Рекомендации по технологии облесения отвалов (методические указания). – Харьков: Укр НИИЛХ и АМ, 1987. – 16 с.