**ТЕМА № 9. ДОСЛІДЖЕННЯ ВТРАТ ҐРУНТУ В АГРОЛАНДШАФТАХ**  **УНАСЛІДОК ВОДНОЇ ЕРОЗІЇ**

**Мета:** закріпити знання про підтипи водної ерозії (лінійну та площинну) і усвідомити їх наслідки; оволодіти методикою розрахунку інтенсивності поверхневого стоку.

**Необхідні матеріали та обладнання:** карти «Еродованість сільськогосподарських угідь; ґрунтові карти областей (атласи областей, Атлас природних умов та ресурсів України), інформаційні ресурси мережі Інтернет.

**ТЕОРЕТИЧНІ ВІДОМОСТІ**

*Водна ерозія*– це руйнування поверхні ґрунту під впливом падаючих крапель дощу або води зі схилів. Її інтенсивність залежить від певних чинників, а саме: рельєфу території, величини дощів, протиерозійної стійкості ґрунту, а також ступеня розораності схилів. Залежно від характеру впливу на ґрунт потоків води розрізняють два підтипи водної ерозії: змив ґрунту – площинна ерозія та розмив ґрунту – лінійна (яружна) ерозія.

Стадії лінійної ерозії ґрунту: розмиви, водориї, вимоїни та яр.

Розмиви – початкова стадія лінійної ерозії, що розвивається, коли на шляху водного потоку виникають перепади висоти й утворюються мікроводоспади, які спричинюють розмив ґрунту.

Водориї – це розмиви в ґрунті завглибшки 0,2-0,5 м, які можуть бути засипані при проведенні оранки. Вони формуються по борознах при оранці ґрунту вздовж схилу; у місцях прориву водою гребенів при оранці впоперек схилу, а також на слабозадернованих сіножатях і пасовищах.

До вимоїн належать розмиви завглибшки 0,6-3 м та завширшки 0,5-8 м. Вони непрохідні для звичайної сільськогосподарської техніки, оскільки по глибині захоплюють не тільки ґрунтову товщу, але й ґрунтоутворювальну породу. Для засипання вимоїн необхідно привозити ґрунт чи породу з інших ділянок.

Яр є негативною формою рельєфу. За довжиною більшість ярів (понад 80%) належить до коротких (до 0,5 км). Значно менше ярів середньої довжини (0,5-2 км), а довгі яри (2-6 км) трапляються рідко. Глибина найбільших ярів досягає 30-100 м і понад, а ширина – 50-70 м. Для яру характерна наявність вершини, відвершків, дна, русла, гирла, конуса виносу, схилів і брівки.

*Водопроникність* – це здатність ґрунтів фільтрувати воду (атмосфері опади) у глибші горизонти.

 Водопроникність залежить від механічного й агрегатного складу ґрунтів та вмісту гумусу. Вона тим вища, чим легший механічний склад ґрунту. Водопроникність глинистих і суглинкових ґрунтів залежить від ступеня їх структурності. Зниження протиерозійної стійкості ґрунтів на південь і північ від лісостепової зони зумовлюється зменшенням вмісту в ґрунтах гумусу. Хорошу водопроникність мають ґрунти, що містять багато водоміцних агрегатів, які не розпадаються під час дощу. Висока структурність ґрунтів підвищує водопроникність і зменшує дію водної ерозії. Низька водопроникність спричиняє нагромадження на схилах маси стоку та збільшення руйнівної сили водних потоків.

За ступенем стійкості до водної ерозії основні генетичні типи ґрунтів України можна охарактеризувати в такій послідовності: чорноземи потужні (найбільш стійкі) → чорноземи типові → чорноземи вилугувані → чорноземи опідзолені → чорноземи звичайні → чорноземи карбонатні → чорноземи південні → каштанові ґрунти (темно-каштанові → каштанові → світло-каштанові) → сірі лісові ґрунти (темно-сірі → сірі → світло-сірі) → солончаки, солонці, солоді.

Ерозійна дія зливових опадів залежить від їх кількості, інтенсивності та тривалості дощу. Чим інтенсивніші та триваліші зливи, тим вищий ступінь ерозії, яку вони завдають. Оцінку ерозійної небезпеки дощу здійснюють за його силою. Показник сили зливи визначають за формулою:

 ∆ = I √ t , (15)

де ∆ – сила дощу, од.; І – інтенсивність дощу, мм/хв; t – тривалість дощу, хв.

Згідно із класифікацією В.В. Сластихіна: слабкий змив ґрунту спостерігається при силі дощу 1,1-3,0; помірний змив – при 3,1-5,0; сильний змив – при 5,1-7,0; дуже сильний змив – при 7,1-9,0; сильна злива із силою дощу 9,1-12,0 спричиняє повінь на малих річках та активізує зсуви.

**Основні чинники, що призводять до посилення ерозійних процесів:** – високий рівень розораності сільськогосподарських угідь;

– наявність лінійної організації території на схилових землях;

– велика питома вага у структурі посівних площ просапних культур, у тому числі на еродованих землях;

– відсутність системи ґрунтозахисних технологій.

 Ерозія спричиняє ґрунтову посуху, втрати гумусу й поживних елементів, загальне суттєве зниження родючості еродованих ґрунтів. Ерозія ґрунтів є також причиною замулення водойм, унаслідок чого відбувається пересихання малих річок і загальне погіршення водного режиму території, занесення родючих ґрунтів заплав і нижньої частини схилів менш родючим матеріалом, який змивається з ділянок схилів, розташованих вище.

При збільшенні крутості схилів загалом в Україні еродованість ґрунтів зростає. Схили крутістю понад 3° еродовані більш як на 80%. При цьому середньобагаторічні втрати гумусу на них перевищують 10 т/га. Ніяка інтенсивність ґрунтотвірного процесу не зможе компенсувати таку велику втрату ґрунту. Найефективнішим комплексним методом боротьби з ерозією ґрунтів є перетворення сільськогосподарських земель на ерозійно-стійкі агроландшафти. Для цього необхідно знати ерозійно-гідрологічну ситуацію конкретної місцевості: еродованість ґрунтового покриву, кількісні показники всіх чинників ерозії з урахуванням ймовірності їх прояву, інтенсивність втрат ґрунту.

**Визначення змиву ґрунту методом стокових майданчиків.**

Найпоширенішим методом визначення втрат ґрунту від водної ерозії є метод стокових майданчиків, запропонований В.М. Соболєвим.

*Стоковий майданчик* (рис. 5) – це певна територія ділянки на схилі, що має довжину та ширину й ізольована від іншої частини схилу земляними валами або дерев'яними чи металевими щитами.

Для обліку твердого стоку (змиву ґрунту) внизу майданчика споруджують відстійники (в яких осідають грубі наноси), водозливи (на яких враховують загальний стік води) і розділювальний лоток, який відводить невелику, визначену частину потоку води із завислими в ній частинками ґрунту в спеціальний приймач.



Рисунок 5 – Стоковий майданчик:

1 – стоковий майданчик; 2 – вловлювальні кана­ви; 3 – загороджувальні канави; 4 – відстійники; 5 – водовідливи; 6 – розділювальний лоток; 7 – водозбірна посудина.

**Хід роботи**

Масу змитих часточок визначають шляхом зважування. Для цього відстійники очищають від ґрунту після кожного дощу або танення снігу. Коли відома маса посудини з водою і ґрунтом **РҐ.В**, маса порожньої посудини **Р,** маса посудини з водою **РВ** і щільність твердої фази ґрунту **DТ**, то різниця між **РҐ.В - РВ** є масою абсолютно сухого ґрунту в посудині **РҐ** при відніманні маси води **Р1,** яка міститься у ґрунті за умови заповнення всіх пор водою:

  (16)

Знаючи, що маса ґрунту дорівнює добутку об’єму на його питому масу, знайдемо:

 а , (17)

де V – об’єм твердої фази ґрунту, що дорівнює об’єму води; DВ – густина води.

Підставивши ці значення в рівняння, знайдемо:

 , звідси (18)

 , тоді

  (19)

Оскільки густина води DВ при температурі 4°С дорівнює 1 г/см3, формула для визначення об’єму твердої фази ґрунту має такий вигляд:

  (20)

Маса змитого ґрунту в цьому зразку дорівнюватиме:

  (21)

Підставивши значення *V* у цю формулу, отримаємо:

  (22)

Окрім того, обчислюють такі показники:

1. Масу ґрунту, змитого зі стокового майданчика. Якщо в об’ємі розділювального лотка А см3 міститься Б г сухого ґрунту, то в загальному об’ємі стоку С см3 буде міститися Х г твердого стоку (сухого ґрунту). Звідси

  (23)

2. Загальну масу змитого ґрунту з облікової площі Р**Ґ.П**. Вона дорівнює масі ґрунту у відстійниках Р**Ґ.ВС** плюс масі ґрунту, змитого рідким стоком Х:

  (24)

3. Масу ґрунту, змитого з 1 га ріллі РЗ. Якщо з облікового майданчика SM було змито РҐ.П г (кг) ґрунту, то з 1 га ріллі **S** буде змито РҐ.Г ґрунту. Звідси

  (25)

Розрахунки можна провести також іншим методом. Для цього із загального стоку води із ґрунту відбирають зразок певного об'єму (наприклад, 1 л), фільтрують, а залишок на фільтрі вису­шують і зважують. Якщо відомий загальний стік води і ґрунту А з облікового майданчика, об'єм зразка, взятого для аналізу Б, а також маса сухого ґрунту в зразку С, твердий змив визначають за формулою:

 , (26)

Твердий змив на 1 га ріллі перераховують описаним вище методом.

**Облік змиву ґрунту від водної ерозії за об’ємом водориїн за В.М. Соболєвим**

Уздовж схилу закладають пронівельований профіль таким чином, щоб він перетинав горизонти по можливості під прямим кутом. На ньому закладають облікові майданчики 1 м завширшки і 25-100 м завдовжки довгими сторонами вздовж горизонталей (перпендикулярно до напрямку схилу) так, щоб вони охоплювали всі частини схилу.

Відстань між обліковими майданчиками на рівних (однорідних) схилах – 50 м, на перегинах схилів – 20-25 м.

На виділених майданчи­ках після танення снігу та сильних злив вимірюють глибину h і ширину L кожної промоїни (водориїни) з точністю до 0,5 см (рис. 6). Розрахову­ють площу поперечного перерізу водориїни і об'єм змитого ґрунту (на обліковій довжині промоїни).



 Рисунок 6 – Схема замірів водориїн

Об'єм змитого ґрунту (V) на кожному обліковому профілі обчислюють за формулою:

 ***,*** (см3) (27)

де *l -* довжина водориїни на обліковому профілі, 1 м (100 см); L – ширина водориїни, м або см, h – глибина, м або см.

Якщо, на­приклад, при замірі (водориїни) на першому та другому облікових профілях отримано L1= 12 см; L2*=* 11 см; h1 *=* 5 см; h2 *=* 7 см, то об'єм змитого ґрунту на облікових профілях становитиме:

 ;  (28)

Об'єм змитого ґрунту між двома сусідніми профілями обчислюється за формулою:

 **** , (29)

де l – відстань між першим і другим обліковими профілями, в нашому випадку візьмемо 25 м. Тоді

  (30)

Об'єм змитого ґрунту між профілями визначають по кожній водориїні, а загальний змив ґрунту з облікової площі – як суму між усіма обліковими профілями. Отримані результати перераховують на 1 га ріллі в метрах квадратних або тоннах і оцінюють за шкалою (табл. 20).

Таблиця 20 – Шкала інтенсивності втрат ґрунту внаслідок водної ерозії (за М.К. Шикулою та ін.)

|  |  |
| --- | --- |
| Інтенсивність втрат ґрунту, т/га за рік | Оцінка ерозії |
| Менша за швидкість ґрунтоутворення, що становить 2-3 т/га за рік | Ерозія відсутня |
| 3-6 | Слабка ерозія |
| 6-12 | Середня ерозія |
| 12-24 | Сильна ерозія |
| 24-60 | Дуже сильна ерозія |
| Понад 60 | Катастрофічна ерозія |

Окрім*лінійної (яружної) ерозії*існує також і*площинна ерозія,*тобто зменшення потужності ґрунту на схилових агроландшафтах.

Небезпеку від такої ерозії (S) визначають за формулою:

  (31)

де Н– потужність генетичного горизонту ґрунту, т/га; Р – змив ґрунту за рік, т/га.

Величина S вказує, за скільки років горизонт Н буде втрачений. Нормування ерозійної небезпеки ґрунтів здійснюють за даними (табл. 21).

Таблиця 21 – Нормування ерозійної небезпеки

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Значення S, років | Ступінь небезпеки ерозії ґрунту | Характеристика ступенянебезпеки від ерозії |
| > 1000 | 1 | Небезпека від ерозії ґрунту відсутня |
| 600 | 2 | Виявлено початок еродування ґрунту |
| 300 | 3 | Передкризовий стан ґрунту Ерозійні процеси реально загрожуютьзбереженню ґрунту |
| 150 | 4 | Кризовий стан ґрунту Відбувається прискорене зменшення потужності ґрунту |
| < 150 | 5 | Катастрофічний стан ґрунту |

**Агротехнічні заходи, які сприяють зменшенню проявів водної ерозії**

Захисні лісові насадження відіграють провідну роль у системі протиерозійних заходів. Екологічна функція лісу використовується як засіб охорони й збереження земель від водної та вітрової ерозії і запобігає опустелюванню, ознаки якого в Україні вже починають проявлятися.

Нині на полях сільськогосподарських підприємств є близько 1,2 млн. га захисних насаджень різного призначення, в тому числі 412 тис. га полезахисних лісових смуг. Близько 4 тис. аграрних підприємств мають закінчені системи захисних насаджень, які захищають близько 13 млн. га ріллі, забезпечуючи стабілізацію та підвищення врожаю сільськогосподарських культур.

Правильно спроектовані та створені захисні лісові насадження (лісосмуги) здатні відповідати умовам природного лісу, забезпечувати ефективність у просторі та часі. У часі – від початку створення до подальшого поширення впливу наступних поколінь дерев. У просторі – розвиваючись вгору, в глибину, тобто потужніше за будь-які інші рослинні угрупування, захищаючи при цьому інші складові частини агроландшафту, посилюючи його біологічну стійкість за рахунок збереження біорізноманіття.

**Екологічні функції лісосмуг**, від яких залежить інтенсивність ерозійних процесів:

1. *Захисна кліматорегулювальна* – сприяє захисту сільськогосподарських угідь, поліпшенню мікроклімату.
2. *Водорегулювальна* – пов'язана із гальмуванням енергії опадів під час злив, зменшенням швидкості поверхневого стоку за умови створення гідравлічної шорсткості поверхні ґрунту, вкритого лісовою рослинністю та підстилкою.
3. *Водовбирна* – проявляється при підвищеній водопроникності та вологоємкості підстилки та ґрунту, що забезпечує переведення поверхневого (незарегульованого) стоку в ґрунтовий.
4. *Ґрунтозахисна* – спрямована на попередження змиву, розмиву ґрунту завдяки поліпшенню агрофізичних і водно-фізичних властивостей, а отже, й розвитку кореневмісного шару, густо насиченого корінням деревної та чагарникової рослинності, яка забезпечує протиерозійну стійкість ґрунту.
5. *Кольматуюча* – забезпечує затримання пилуватої фракції ґрунтових часток при втраті транспортувальної здатності поверхневого стоку.
6. *Відновлювальна* – залежить від поступового поліпшення екологічного стану еродованих територій завдяки формуванню лісового середовища.

Із метою забезпечення фільтрації стоків зі схилів та затримання його твердих часток, звільнення від забруднювальних реагентів на прибережних земельних ділянках створюються кольматуючі лісові смуги або смуги з посівів багаторічних трав.

Прибережні захисні смуги розміщують по обидва береги річок та навколо водойм уздовж урізу води (у меженний період) завширшки: для малих річок, струмків, ставків площею < 3 га – 50 м; для середніх річок, водойм, а також ставків площею > 3 га 25 м. Якщо крутизна схилів перевищує 3°, мінімальна ширина прибережної захисної смуги подвоюється.

 Таблиця 22 – Протиерозійні заходи, рекомендовані при різному ступені розвитку ерозійних процесів

|  |  |
| --- | --- |
| Клас ерозійної небезпеки | Протиерозійні заходи |
| 1 | Загальноприйняті технології вирощування сільськогосподарських культур та іншого використання земельних ресурсів без додаткового протиерозійного впорядкування території. |
| 2 | Критичний аналіз технологій використання земельних ресурсів. Виявлення й усунення грубих помилок у технологічному процесі. Зниження сільськогосподарського навантаження на ландшафти (зменшення площі ріллі, мінімалізація технологій тощо). |
| 3 | Розробка генеральної схеми протиерозійних заходів. Невідкладний перехід на екологічно «чисті» технології. Агроландшафтне протиерозійне впорядкування на основі розроблених інженерними методами проектів. |
| 4 | Різке скорочення ріллі (не менше ніж на 40-50%). Зміна спеціалізації сільського господарства, формування кормової бази за рахунок природних кормових угідь. Повсюдне суцільне заліснення малорозвинених сильно деградованих та малопродуктивних земель. Систематичний усебічний контроль за використанням земель.  |
| 5 | Запровадження спеціальної меліорації та рекультивації земель. Скорочення ріллі більше ніж на 50%. Оголошення території зоною екологічного лиха. |

**Підтримання життєдіяльності дикої фауни**

Система заходів із захисту ґрунтів від водної ерозії відіграє позитивну роль у сприянні життєдіяльності дикої фауни.

Полезахисні, прияружні, прибалкові та прибережні лісові смуги, суцільні і куртинні лісові насадження є місцем проживання або перебування, гніздування й розмноження диких птахів і тварин. Введення у лісонасадження ягідних і плодових насаджень доповнюють їх кормову базу.

Протиерозійні ставки слугують місцем проживання диких водних тварин і сезонного перебування й гніздування перелітних водоплавних птахів. Проведення снігозатримання сприяє зниженню промерзання ґрунту, що позитивно впливає на життєдіяльність у ґрунтовому покриві мікроорганізмів та інших видів фауни, що в ньому проживає. Цьому також сприяє і попередження протиерозійними заходами змиву, розмиву і видування ґрунтового шару, що забезпечує збереження та поліпшення фізичних і біологічних його властивостей.

На схилових землях з ухилом понад 3° усі полезахисні лісові смуги за довгими межами полів мають бути водорегулювальними й розміщуватися поперек схилу або під допустимим, нерозмиваючим ухилом. Їх функція полягає у зниженні розмиваючої енергії стоків талих і зливових вод, регулюванні стоку на схилах, снігозатриманні, накопиченні ґрунтової вологи, поліпшенні мікроклімату на полях, захисті ґрунтів від дефляції, а рослин від засух і суховіїв.

 Водорегулювальні лісосмуги повинні мати ажурну або продувну конструкцію з обов'язковою наявністю низькорослих чагарникових насаджень.

Повздовжні смуги розташовують на чорноземах типових через 550-600 м, на чорноземах звичайних – 450-500 м, на темно-каштанових ґрунтах – 300-400 м. Відстань між поперечними смугами не повинна перевищувати 1,2-1,5 км. При такому розміщенні полезахисні лісові смуги займатимуть у Лісостепу 2-2,5%, а в Степу – 3-4% площі орних земель.

Створення системи захисних лісових насаджень завжди позитивно впливає на структуру агроландшафту та його екологічний стан. Під лісовою рослинністю не розвивається ерозія, волога, що стікає по схилу перехоплюється лісовою підстилкою, поповнюючи запаси ґрунтових і підґрунтових вод, що живлять річки, озера і є важливим ресурсом питної води для населення. На заліснених територіях формуються значно кращі умови для життєдіяльності.

**Завдання до лабораторної роботи**

**Завдання  1.**Оцінити інтенсивність водної ерозії орних земель залежно від типу ґрунту і типу дощу. Користуючись даними таблиці 23 визначити інтенсивність поверхневого стоку (у т/га води), якщо фільтрувальна здатність ґрунту дорівнює Х т/га за 1 хвилину, а дощ потужністю Y мм випав протягом N хвилин.

Зробити висновок про інтенсивність поверхневого стоку під час зливових опадів та можливий ступінь змиву ґрунту.

Таблиця 23 – Вихідні дані для розрахунків

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант завдання | Тип ґрунту | Фільтрувальна здатність ґрунту (X), т/га за 1хв | Кількість опадів (Y), мм | Тривалість дощу (N), хв |
| 1 | Дерновопідзолистий  | 21,1 | 4,9 | 2 |
| 2 | Сірий опідзолений | 23,4 | 8,5 | 3 |
| 3 | Темно-сірий опідзолений | 25,0 | 10,5 | 4 |
| 4 | Чорнозем звичайний | 27,4 | 14,4 | 5 |
| 5 | Чорнозем типовий | 28,0 | 17,5 | 6 |

**Методика виконання завдання**

 1. Розрахувати інтенсивність дощу (т/га). Для цього необхідно помножити кількість опадів на 10 (10 – це коефіцієнт перерахунку кількості опадів із мм/см2 у т/га).

 2. Визначити питому інтенсивність дощу (т/га за 1хв), поділивши інтенсивність дощу (т/га) на його тривалість.

 3. Для визначення інтенсивності стоку (т/га/хв) відняти від питомої інтенсивності дощу фільтрувальну здатність ґрунту. Якщо в результаті отримуємо позитивне число – поверхневого стоку води немає. Від’ємне число вказує на надлишок води, яку ґрунт не поглинає, тому вона формує поверхневий стік.

 4. Розрахувати інтенсивність дощу (мм/хв), поділивши кількість опадів на його тривалість. Визначити силу дощу за формулою 15.

 5. Результати розрахунків внести в табл. 24.

 У висновку потрібно порівняти інтенсивність стоку на орних землях під час зливових опадів залежно від фільтрувальної здатності ґрунту та сили дощу.

Таблиця 24 – Розрахунок інтенсивності поверхневого стоку

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Варіант завдання | Інтенсивність дощу | Питома інтенсивність дощу, т/га/хв | Інтенсивність стоку, т/ га | Сила дощу, од. |
| т/га | мм/хв |
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |

**Контрольні питання**

1. Що собою являє водна ерозія та які масштаби її прояву?
2. Назвіть типи та підтипи водної ерозії. Розкрийте причини її виникнення.
3. Яким чином здійснюють облік змиву ґрунту через ерозію за об’ємом водориїн?
4. Назвіть агротехнічні заходи, які сприяють зменшенню проявів водної ерозії.
5. Поясніть, як саме впливає клімат на розвиток водної ерозії.
6. Як орографічні умови місцевості впливають розвиток водної ерозії?
7. Охарактеризуйте вплив властивостей ґрунту та рослинного покриву на розвиток водної ерозії.
8. Розкрийте сутність поняття «техногенна ерозія». Назвіть наслідки техногенного порушення ґрунтового покриву.
9. Назвіть лісомеліоративні заходи з охорони ґрунтів від водної ерозії.
10. Які спеціальні протиерозійні заходи застосовують у гірських районах?
11. Які спеціальні протиерозійні заходи застосовують для боротьби з водною ерозією ґрунту при поливах?