



Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агрономії та захисту рослин
Кафедра ґрунтознавства

ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Методичні вказівки і контрольні завдання

для самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія»

Харків

2023

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ БІОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агрономії та захисту рослин
Кафедра ґрунтознавства

ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Методичні вказівки і контрольні завдання
для самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої
освіти спеціальності 201 «Агрономія»

Затверджено
рішенням Науково-методичної
ради факультету агрономії та
захисту рослин
Протокол №7
від 8 травня 2023 р.

**Харків
2023**

УДК 631.4/.6.02(477)

О-92

Схвалено

На засіданні кафедри ґрунтознавства
Протокол № 4 від 17 лютого 2023 р.

Рецензенти:

М. В. Шевченко, доктор с.-г. наук, професор, завідувач кафедри землеробства та гербології ім. О. М. Можейка Державного біотехнологічного університету;

О. М. Казюта, кандидат с.-г. наук, доцент, доцент кафедри ґрунтознавства Державного біотехнологічного університету.

О-92 Охорона ґрунтів : методичні вказівки і контрольні завдання для самостійної роботи до вивчення дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія» / Державний біотехнологічний університет; уклад : В. В. Дегтярьов, С. В. Крохін, Ю. В. Дегтярьов. — Харків : ДБТУ, 2023. — 70 с.

Наведено програму вивчення дисципліни «Охорона ґрунтів», тематику лекційних та лабораторних занять, а також методичні рекомендації щодо виконання завдань на лабораторних заняттях, матеріали довідникового характеру та розрахункові приклади. Додатки містять індивідуальні контрольні завдання до самостійної роботи здобувачів.

Призначено для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія».

УДК 631.4/.6.02(477)

© Дегтярьов В. В., Крохін С. В.,
Дегтярьов Ю. В., 2023

© Державний біотехнологічний
університет, 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	7
2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	9
3. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	10
4. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ	12
5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ	48
6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ	50
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	52
ДОДАТОК А. ЗАВДАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОТЕНЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ДОЩІВ	54
ДОДАТОК Б. ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ В ҐРУНТАХ СІВОЗМІНИ.....	57
ДОДАТОК В. ЗАВДАННЯ ДО ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВНЕСЕННЯ МЕЛІОРАНТІВ ДЛЯ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ	67

ВСТУП

Об'єктом особливої охорони кожної держави є ґрунтовий покрив — один із найважливіших природних ресурсів, найцінніший компонент земельних ресурсів. У сільськогосподарському виробництві ґрунт є основним і незамінним об'єктом праці й засобом виробництва продовольчої і сировинної продукції та кормів для тваринництва. Тому за умови сільськогосподарського використання ґрунтового покриву все більшого значення набуває проблема охорони ґрунтів, під якою розуміють комплекс правових, організаційних, економічних, технологічних та інших заходів, спрямованих на раціональне використання ґрунтів, їх захист від шкідливого антропогенного впливу, відтворення та підвищення родючості, збереження екологічної цінності природних і набутих якостей.

На сучасному етапі розвитку суспільства охорона ґрунтів надзвичайно важливим чинником є забезпечення продовольчої та екологічної безпеки кожної країни. Законом України «Про охорону земель» передбачено здійснення контролю за динамікою показників родючості ґрунтів, обмеження використання деградованих, малопродуктивних, техногенно забруднених земельних ділянок, а також науково необґрунтоване інтенсивне використання орних угідь (надмірне насичення сівозмін інтенсивними сільськогосподарськими культурами, застосування окремих агротехнологічних операцій ґрунторуйнівного спрямування та ін.).

Головною метою охорони ґрунтів є забезпечення гарантованої продовольчої безпеки держави шляхом раціонального використання ґрунту як основного засобу аграрного виробництва, виявлення, дослідження та впровадження заходів щодо запобігання та усунення негативних явищ у сучасному розвитку деградаційних процесів у ґрунтах, забезпечення екологічної стійкості агроландшафтів, збільшення продуктивності сільськогосподарських культур і, як наслідок, одержання стабільного прибутку аграрних підприємств, зміцнення їх фінансово-економічного стану, підвищення добробуту сільського населення.

Охорона ґрунтів від деградацій — багатогранна проблема, яка охоплює еколого-біосферні, агротехнологічні, економічні, правові, естетичні й морально-етичні аспекти.

Дисципліна «Охорона ґрунтів» є обов'язковою дисципліною циклу професійної та практичної підготовки фахівців спеціальності 201 «Агрономія» і забезпечує формування знань і розуміння основних деградаційних процесів, що відбуваються в ґрунтах, та розробляти заходи щодо їх запобігання їх впливу на рівень родючості ґрунтів.

Метою викладання дисципліни «Охорона ґрунтів» є формування в здобувачів теоретичних і практичних знань сучасних методів діагностики деградаційних процесів та умінь щодо розробки заходів щодо збереження і відновлення родючості ґрунтів.

Завданням дисципліни є здобуття відповідного обсягу теоретичних, методологічних знань та практичних навичок з охорони стану ґрунтового покриву від деградаційних процесів, раціонального використання ґрунтів, їх збереження та відновлення.

Вивчення дисципліни дозволить здобувачам набути таких компетентностей і програмних результатів навчання:

Компетентності, якими буде володіти здобувач:

ІК.01. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми з агрономії, що передбачає застосування теорій та методів відповідної науки й характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

ЗК.09. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК.11. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

СК.01. Здатність використовувати базові знання основних підрозділів аграрної науки (рослинництво, землеробство, селекція та насінництво, агрохімія, плідівництво, овочівництво, ґрунтознавство, кормовиробництво, механізація в рослинництві, захист рослин).

СК.03. Знання та розуміння основних біологічних і агротехнологічних концепцій, правил і теорій, пов'язаних із вирощуванням сільськогосподарських та інших рослин.

СК.07. Здатність науково обґрунтовано використовувати добрива та засоби захисту рослин з урахуванням їх хімічних і фізичних властивостей та впливу на навколишнє середовище.

Програмні результати навчання:

ЗПРН.03. Обговорювати й пояснювати основи, що сприяють розвитку загальної політичної культури та активності, формуванню національної гідності й патріотизму, соціалізації особистості, схильності до етичних цінностей, знання економіки і права.

ЗПРН.04. Порівнювати та оцінювати сучасні науково-технічні досягнення в галузі агрономії.

ЗПРН.05. Проводити літературний пошук українською та іноземною мовами та аналізувати отриману інформацію.

СПРН.01. Демонструвати знання і розуміння фундаментальних дисциплін в обсязі, необхідному для володіння відповідними навичками в галузі агрономії.

СПРН.02. Демонструвати знання і розуміння принципів фізіологічних процесів рослин в обсязі, необхідному для освоєння фундаментальних та професійних дисциплін.

СПРН.03. Володіти статистичними методами опрацювання даних в агрономії.

СПРН.04. Володіти на операційному рівні методами спостереження, опису, ідентифікації, класифікації, а також культивування об'єктів і підтримання стабільності агроценозів зі збереженням природного різноманіття.

СПРН.05. Аналізувати та інтегрувати знання із загальної та спеціальної професійної підготовки в обсязі, необхідному для спеціалізованої професійної роботи в галузі агрономії.

СПРН.06. Ініціювати оперативне та доцільне вирішення виробничих проблем відповідно до зональних умов.

СПРН.07. Проектувати й організувати технологічні процеси вирощування насінневого матеріалу сільськогосподарських культур відповідно до встановлених вимог.

СПРН.08. Проектувати та організувати заходи вирощування високоякісної сільськогосподарської продукції та відповідно до чинних вимог.

СПРН.09. Інтегрувати й удосконалювати виробничі процеси вирощування сільськогосподарської продукції відповідно до чинних вимог.

СПРН.10. Планувати економічно вигідне виробництво сільськогосподарської продукції.

СПРН.11. Організувати результативні й безпечні умови роботи.

1. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Змістовий модуль 1. Ґрунтовий покрив та проблеми його деградації

Тема 1. Предмет і завдання дисципліни «Охорона ґрунтів»

Предмет і методи навчання з навчальної дисципліни «Охорона ґрунтів». Види навчальної діяльності, навчальних занять та індивідуальних завдань самостійної роботи здобувачів. Форми контрольних заходів. Мета і значення навчальної дисципліни у формуванні здобувача ОС «бакалавр» спеціальності «Агрономія». Взаємозв'язок навчальної дисципліни «Охорона ґрунтів» з іншими навчальними дисциплінами програми підготовки зазначеного фахівця. Рекомендована література та інші дидактичні засоби.

Тема 2. Ґрунти як об'єкт охорони

Земельний фонд України, структура земельного фонду. Охорона земель та охорона ґрунтів — співвідношення понять. Сучасний стан ґрунтів України. Раціональне землекористування як складова системи заходів з охорони ґрунтів. Принципи державної політики у сфері охорони земель. Основні законодавчі акти, відповідно до яких здійснюється правове регулювання у сфері охорони земель.

Тема 3. Проблема деградації земель та ґрунтів

Поняття про деградацію ґрунтів і земель — співвідношення понять. Деградація земель і ґрунтів як наслідок нераціонального використання земельних ресурсів. Опустелювання як приклад деградації земель. Причини опустелювання. Причини деградації ґрунтів. Класифікація ґрунтових деградаційних процесів. Основні види деградації ґрунтів. Критерії та показники оцінювання деградації ґрунтів.

Змістовий модуль 2. Охорона ґрунтів від ерозії і фізичної деградації

Тема 4. Ерозія ґрунтів

Поняття про ерозію ґрунту. Види ерозії. Поширення ерозійних процесів в Україні та світі (географія та масштаби). Наслідки ерозії ґрунтів. Збитки від ерозії. Розбіжність термінів «ерозія» та «дефляція».

Водна ерозія ґрунтів. Класифікація ерозійних процесів за причинами виникнення, інтенсивністю та формами прояву. Географія поширення водно-ерозійних процесів в Україні. Наслідки водної ерозії. Методи визначення еродованості ґрунтів. Нормативи водно-ерозійних процесів, критерії і показники оцінювання. Чинники розвитку водної ерозії: кліматичні, орографічні, едафічні, біотичні, антропогенні. Закономірності розвитку водно-ерозійних процесів.

Вітрова ерозія ґрунтів — види, масштаби, поширення процесів дефляції в Україні. Негативні наслідки вітрової ерозії. Чинники розвитку дефляції: кліматичні, орографічні, едафічні, біотичні, антропогенні. Закономірності прояву дефляції. Протидефляційна стійкість ґрунтів.

Тема 5. Фізична деградація ґрунтів

Види фізичної деградації. Переуцілювання ґрунту: причини, чинники,

стійкість ґрунту до переущільнення. Наслідки переущільнення. Негативні зміни структури ґрунтів — зниження агрегованості, зростання брилистості, зниження водостійкості агрегатів. Причини та наслідки негативних змін структури. Основні методи боротьби із фізичною деградацією.

Змістовий модуль 3. Охорона ґрунтів від біологічної, хімічної та фізико-хімічної деградації

Тема 6. Дегуміфікація ґрунтів

Роль гумусу у формуванні родючості ґрунтів та стійкості ґрунту до окремих видів деградації. Причини та наслідки дегуміфікації. Баланс гумусу. Методи відтворення запасів гумусу в ґрунтах. Види органічних добрив. Відтворення запасів гумусу за різних технологій обробітку ґрунту — традиційної, мінімальної, нульової.

Тема 7. Біологічна та агрохімічна деградація ґрунтів

Поняття про біологічну деградацію. Негативні зміни мікробіоти ґрунту — причини та наслідки. Токсифікація ґрунту. Заходи з боротьби із біологічною деградацією. Застосування бактеріальних препаратів для підвищення та відтворення родючості ґрунтів. Поняття про агрохімічну деградацію. Збалансоване використання добрив — поняття, значення для відтворення родючості ґрунту.

Тема 8. Охорона ґрунтів від хімічного та радіаційного забруднення

Види та джерела забруднення ґрунтового покриву. Наслідки хімічного забруднення ґрунтів. Нормування забруднення. Методи захисту ґрунтів від забруднення. Меліоративні заходи для кислих і лужних ґрунтів, а також забруднених нафтою та нафтопродуктами, важкими металами, пестицидами. Поняття «екологічно чиста продукція», вимоги до її вирощування. Моніторинг забруднення ґрунтів. Забруднення ґрунтів нафтою та нафтопродуктами.

Джерела та наслідки радіонуклідного забруднення ґрунтового покриву. Динаміка радіаційного стану. Основні вимоги до сільськогосподарської продукції щодо радіаційної безпеки. Заходи із запобігання забруднення ґрунтів і їх ремедіація. Способи очищення ґрунтів від забруднень. Меліорація та використання радіаційно забруднених ґрунтів.

Змістовий модуль 4. Структура сільськогосподарських ландшафтів і моніторинг ґрунтів

Тема 9. Оптимізація структури сільськогосподарських ландшафтів

Поняття про адаптивно-ландшафтне землеробство. Оптимізація структури сільськогосподарських ландшафтів як засіб підвищення еколого-економічної ефективності сільськогосподарського виробництва. Принципи формування ґрунтоохоронно-меліоративно упорядкованих агроландшафтів. Консервація земель — мета, порядок консервації, критерії визначення необхідності консервації земель. Напрями використання земель, що виводяться з інтенсивного використання.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Змістовий модуль 1. Ґрунтовий покрив та проблеми його деградації												
1. Предмет і завдання дисципліни «Охорона ґрунтів»	6	2	-	2	-	2	6	1	-	1	-	4
2. Ґрунти як об'єкт охорони	12	4	-	2	-	6	12	-	-	-	-	12
3. Проблема деградації земель та ґрунтів	14	4	-	2	-	8	14	1	-	1	-	12
Разом за модулем 1	32	10	-	6	-	16	32	2	-	2	-	28
Змістовий модуль 2. Охорона ґрунтів від ерозії і фізичної деградації												
4. Ерозія ґрунтів	32	6	-	10	-	16	32	3	-	4	-	25
5. Фізична деградація ґрунтів	18	2	-	6	-	10	18	1	-	4	-	13
Разом за модулем 2	50	8	-	16	-	26	50	4	-	8	-	38
Змістовий модуль 3. Охорона ґрунтів від біологічної, хімічної та фізико-хімічної деградації												
6. Дегуміфікація ґрунтів	24	4	-	8	-	12	36	2	-	6	-	28
7. Біологічна та агрохімічна деградація ґрунтів	12	2	-	4	-	6	-	-	-	-	-	-
8. Охорона ґрунтів від хімічного та радіаційного забруднення	24	4	-	8	-	12	24	1	-	4	-	19
Разом за модулем 3	60	10	-	20	-	30	60	3	-	10	-	47
Змістовий модуль 4. Структура сільськогосподарських ландшафтів												
9. Оптимізація структури сільськогосподарських ландшафтів	8	2	-	2	-	4	8	1	-	-	-	7
Разом за модулем 4	8	2	-	2	-	4	8	1	-	-	-	7
УСЬОГО ГОДИН	150	30	-	44	-	76	150	10	-	20	-	120

3. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
1	2	3	4
Змістовий модуль 1. Ґрунтовий покрив та проблеми його деградації			
1.	Тема 1. Предмет і завдання дисципліни «Охорона ґрунтів».	2	1
2.	Тема 2. Ґрунт як об'єкт охорони. Завдання 1. Вивчити положення Конституції України та законодавчих актів щодо охорони і збереження ґрунтового покриву України.	2	-
3.	Тема 3. Проблема деградації земель та ґрунтів. Завдання 2. Вивчити основні види деградації ґрунтового покриву. Завдання 3. Вивчити основні діагностичні ознаки та критерії деградації ґрунтів.	2	1
Змістовий модуль 2. Охорона ґрунтів від ерозії і фізичної деградації			
4.	Тема 4. Прогнозне оцінювання інтенсивності ерозійних процесів. Завдання 4. Розрахувати потенційну здатність ґрунтів до прояву ерозійних процесів.	10	4
5.	Тема 5. Фізична деградація ґрунтів. Завдання 5. Аналіз даних ґрунтового обстеження на предмет оцінювання ступеня деградованості ґрунтів за фізичними параметрами. Завдання 6. Розрахунок показників структурного стану ґрунту. Завдання 7. Порівняльна характеристика цілинних та орних ґрунтів за фізичними властивостями.	6	4
Змістовий модуль 3. Охорона ґрунтів від біологічної, хімічної та фізико-хімічної деградації			
6.	Тема 6. Дегуміфікація ґрунтів. Завдання 8. Розрахунок балансу гумусу в ґрунті для конкретної сівозміни. Завдання 9. Розроблення заходів щодо забезпечення бездефіцитного балансу гумусу та покращення гумусового стану ґрунтів.	8	6
1	2	3	4

7.	<u>Тема 7.</u> Біологічна та агрохімічна деградація ґрунтів. <u>Завдання 10.</u> Користуючись результатами агрохімічного обстеження ґрунтів України останніх трьох турів, навести динаміку вмісту гумусу і рухомих форм головних елементів живлення рослин.	4	-
8.	<u>Тема 8.</u> Охорона ґрунтів від хімічного та радіаційного забруднення. <u>Завдання 11.</u> Вивчити методи визначення потреби ґрунтів у кальції та розрахунку норм внесення меліорантів. <u>Завдання 12.</u> Користуючись даними завдань визначити норми внесення меліорантів.	8	4
Змістовий модуль 4. Структура сільськогосподарських ландшафтів			
9.	<u>Тема 9.</u> Оптимізація структури сільськогосподарських ландшафтів. <u>Завдання 12.</u> Розробка заходів щодо оптимізації структури сільськогосподарських ландшафтів.	2	-
	РАЗОМ	44	20

4. ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Тема 1. ПРЕДМЕТ І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОХОРОНА ҐРУНТІВ»

Контрольні питання

1. Предмет вивчення дисципліни «Охорона ґрунтів».
2. Завдання дисципліни «Охорона ґрунтів».
3. Методологічні засади охорони ґрунтів.

Охорона ґрунтів — це комплекс заходів щодо збереження цілісності ґрунтового покриву й родючості ґрунтів.

Виникнення проблеми охорони ґрунтів пов'язане з тим, що будучи компонентами дуже тонко збалансованих природних екосистем та знаходячись у динамічній рівновазі з усіма іншими компонентами біосфери, в умовах використання людиною в різноманітній господарській діяльності або внаслідок посередніх впливів, ґрунти часто втрачають свою природну родючість, деградують або навіть повністю руйнуються. Зрозуміло, що деградація ґрунтів і ґрунтового покриву має місце там, де діяльність людини може бути визначена як нераціональна, екологічно не обґрунтована, яка не відповідає природному біосферному потенціалу конкретної території.

Упродовж століть, а в деяких регіонах навіть тисячоліть, людина використовує ґрунти досить ефективно, не тільки не руйнуючи їх, а навіть підвищуючи їх родючість або перетворюючи в родючі угіддя природно дуже низькородючі землі. У той же час, за історію людської цивілізації було незворотно зруйновано і втрачено більше продуктивних ґрунтів, ніж тепер розорюється в усьому світі. Дві третини, якщо не три чвертини, усіх сучасних орних ґрунтів зазнають у тому чи іншому ступені різних деградаційних процесів, а щорічні незворотні втрати орних земель світу досягають 6–7 млн га, з яких майже 1 млн га відокремлюється для несільськогосподарського використання, а 5–6 млн га покидається внаслідок деградації і перетворюється в пустелю.

Охорона ґрунтів — це найгостріша глобальна проблема сьогодення, з якою безпосередньо пов'язана проблема забезпечення продуктами харчування населення планети, чисельність якого з кожним роком зростає. Охорона ґрунтів — не самоціль. Охорона і використання ґрунтів — єдине ціле; це система заходів, яка спрямована на захист, якісне поліпшення і раціональне використання земельних фондів. Охорона ґрунтів необхідна для збереження і примноження родючості ґрунтів, для підтримання стійкості біосфери.

За визначенням В. В. Докучаєва, *ґрунт є результат сукупної дії шести чинників ґрунтоутворення — клімату, ґрунтотворних порід, рельєфу місцевості, живих організмів та діяльності людини, які проявляються в часі та просторі.*

Зрозуміло, що зміна одного із чинників спричиняє ту чи іншу зміну властивостей ґрунтів. В. В. Докучаєв був стихійним матеріалістом-діалектиком і

своє вчення про ґрунт інтуїтивно побудував на основі законів діалектичного матеріалізму про взаємозв'язок явищ у природі. Ідеї В. В. Докучаєва були розвинуті в працях учених: у вченні В. І. Вернадського про біосферу, у вченні В. І. Сукачова про біоценологію. Ці ідеї розвинуті В. А. Ковдою та його учнями у вченні про ґрунт як компонент біосфери.

Охорона ґрунтів, як і охорона природи, припускає два роди діяльності: перший — розробка наукових знань, які забезпечать обґрунтування і розробку відповідних практичних заходів; **інший** — практичне втілення в життя наукових розробок.

Охорону ґрунтів треба розглядати як єдину систему заходів, спрямовану на захист, якісне поліпшення і раціональне використання земельних фондів нашої країни і планети загалом.

Тема 2. ҐРУНТ ЯК ОБ'ЄКТ ОХОРОНИ

Контрольні питання

1. Поняття про земельні та ґрунтові ресурси.
2. Сучасний стан земельних і ґрунтових ресурсів світу.
3. Ґрунтовий покрив планети та його використання.
4. Ступінь і розповсюдження деградаційних процесів ґрунтів у світі.
5. Основні принципи міжнародної ґрунтової хартії.
6. Стратегії виживання людства.

На початку третього тисячоліття земельний фонд (площа суходолу) планети Земля становить 149 млн км². Земельний фонд (без Антарктиди) становить 133,9 млн км² (13,4 млрд га), або 26,3% загальної площі земної кулі, у тому числі: орні землі (рілля, сади, плантації) — 1,45 млрд га (10,3%); луки й пасовища — 3,2 млрд га (24%); ліси й чагарники — 4,1 млрд га (31%); малопродуктивні землі (болота, пустелі, льодовики) — 4 млрд га (3%); антропогенні забудови (площі під житлові і промислово-господарські об'єкти, транспортні комунікації та ін.) — 0,4 млрд га (3%).

У середньому на кожного жителя планети Земля доводиться 2,3 га земної поверхні суходолу, у тому числі ріллі — 0,24 га, пасовищ — 0,6 га.

Щорічно у світі на різні суспільні потреби, а також унаслідок опустелювання, засолення, ерозії, техногенного забруднення і розробки корисних копалин відчужується приблизно 25 млн га сільськогосподарських угідь, що еквівалентно втратам щорічних харчових ресурсів для 84 млн людей.

У результаті нераціонального землекористування людство за історичний період свого розвитку вже втратило від 1,5 до 2 млрд га раніше продуктивних земель, тобто більше, ніж уся сучасна площа орних угідь. Й у наші дні внаслідок деградації ґрунту через природні процеси й нераціональну господарську діяльність людини зі світового сільськогосподарського використання щорічно

вибуває в середньому 8–10 млн га, які перетворюються в невіддя, пустелі (у т.ч. й техногенні) або використовуються під забудову.

Завдання до самостійної роботи

Завдання 1. Вивчити положення Конституції України та законодавчих актів щодо охорони і збереження ґрунтового покриву України.

Тема 3. ПРОБЛЕМА ДЕГРАДАЦІЇ ЗЕМЕЛЬ ТА ҐРУНТІВ

Контрольні питання

1. Деградація ґрунтів: основні поняття і термінологія.
2. Причини прояву деградаційних процесів у ґрунтах.
3. Типологія деградацій ґрунту.
4. Критерії та діагностичні параметри оцінювання ступеня деградації ґрунтів.
5. Чинники деградації ґрунтів.
6. Стійкість ґрунтів до деградації.

Загальнонауковий термін «деградація» (лат. *degradatio*) вживається для визначення процесів поступового погіршення, зменшення та навіть повної втрати корисних характеристик об'єкта чи явища протягом певного проміжку часу внаслідок зовнішніх впливів. Водночас, поняття «*деградація ґрунту*» до теперішнього часу не має чіткого загальноприйнятого визначення. Найбільш часто під цим терміном розуміють процеси поступового погіршення, зменшення або повної втрати властивостей ґрунту, що визначають рівень продуктивності та якості рослинної продукції, а також комфортності існування ґрунтової біоти.

Під час характеристики деградації ґрунту застосовують такі поняття:

«*ступінь деградації ґрунту*» — рівень вираженості деградації ґрунту загалом до фіксованого моменту часу;

«*швидкість деградації ґрунту*» — швидкість зміни ступеня деградації ґрунту;

«*вид деградації ґрунту*» — група процесів погіршення властивостей та якості ґрунту, що має однакові загальні механізми здійснення і спектр результатів впливу.

За розповсюдженістю деградації ґрунтового покриву поділяють на:

- *суцільні* — охоплюють значні території (загальнопланетарні, континентальні, декілька ґрунтово-кліматичних зон). На орних угіддях України найбільшого розповсюдження набула дегуміфікація, знеструктурування і переущільнення орного шару.

- *регіональні* — розповсюджені в межах окремих ґрунтово-кліматичних зон або адміністративних одиниць. Найбільш поширеними в Україні є ерозія, кіркоутворення, брилуватість, радіонуклідне забруднення, засолення,

осолонцювання, підкислення, підлугування.

- *локальні* (імпакті) — мають місце на незначних земельних ділянках навколо підприємств, транспортних магістралей, окремих меліоративних систем, населених пунктів та інших об'єктів (забруднення важкими металами, замулення, намівання, алюмінізація, озалізнення, окарбоначення, ґрунтовтома, геоекоаномалії).

За *швидкістю змін* деградаційні кризові явища можуть бути бурхливими (наслідки аварій, гідротехнічні катастрофи, геоекоаномалії), швидкими (ерозія) або повільними (дегуміфікація, переущільнення тощо); за *екологічними наслідками* — помірними (вихідний стан ґрунту може бути відновлено); значними (ґрунти не зворотно зруйновані, або антропогенно перетворені або знов сформовані з новою якістю і властивостями); побічні (відчувається суттєвий вплив на інші компоненти біосфери — водні ресурси, повітря, літосферу); за *економічними наслідками* — зменшення продукційного потенціалу й погіршення якості ґрунтів; ускладнення і зниження ефективності виробництва; додаткові витрати на меліоративні заходи й рекультивацію зруйнованих земель.

Завдання до самостійної роботи

Завдання 2. Вивчити основні види деградації ґрунтового покриву.

Завдання 3. Вивчити основні діагностичні ознаки та критерії деградації ґрунтів (табл. 1, 2).

1. Найбільш поширені види антропогенної деградації ґрунтів

Причина деградації	Показники погіршення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
ВОДНА ЕРОЗІЯ		
Нераціональна господарська діяльність (повсюдне розорювання земель, вирубка лісів, інтенсивний випас тварин, промислове будівництво тощо); прямолінійна організація території, застосування на схилових землях рівнинної агротехніки (полицевої оранки, обробітку й посівів вздовж схилів, вирощування просапних культур)	Змив верхнього шару ґрунту; втрати дрібнозему; зменшення ґрунтової товщі; втрати гумусу й поживних речовин; несприятливі зміни структурного, мікроагрегатного та гранулометричного складу; зниження потенційної родючості	Поява на поверхні ґрунту вимоїн, розмивів, ярів; зменшення або повна втрата гумусово-акумулятивного горизонту; вкорочення профілю; наближення до поверхні перехідних ґрунтових горизонтів; освітлення, побуріння верхнього генетичного горизонту

Причина деградації	Показники погіршення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
ДЕФЛЯЦІЯ		
Повсюдне розорювання земель, невідповідність способів обробітку й технологій вирощування с.-г. культур, тривала відсутність рослинності, переосушення земель, втрата ґрунтами протиерозійної здатності (дегуміфікація, розпилення структури тощо)	Знесення вітром дрібнозему, зменшення ґрунтової товщі, зміни мікроагрегатного складу ґрунтів, втрати гумусу й поживних речовин, падіння родючості, утворення наносів дрібнозему й похованих ґрунтів	Вкорочений ґрунтовий профіль, зменшення або повна втрата верхнього гумусового й перехідних горизонтів, наявність наносів дрібнозему
ДЕГУМІФІКАЦІЯ		
Недостатнє внесення органічних добрив; інтенсивний обробіток ґрунту; поглиблення орного шару; відчуження з поля нетоварної частини врожаю; внесення високих доз фізіологічно-кислих добрив; підсилення процесів ерозії та дефляції; необґрунтована структура посівних площ; недостатні площі посівів багаторічних трав та ін.	Зменшення вмісту й запасів гумусу в ґрунті; зниження протиерозійної стійкості, падіння потенційної та ефективної родючості	Освітлення верхнього гумусово-аккумулятивного горизонту; розпилення структурних окремоостей; ущільнення ґрунту
КИСЛОТНА ДЕГРАДАЦІЯ (ДЕКАЛЬЦИНАЦІЯ)		
Випади кислих атмосферних опадів; довгострокове внесення фізіологічно-кислих мінеральних добрив; низький рівень застосування органічних добрив та хімічних меліорантів	Зміни в складі ґрунтового поглинального комплексу; підвищення вмісту обмінних катіонів H^+ та Al^{3+} ; втрати гумусу; зниження рН ґрунту	Освітлення верхнього горизонту ґрунту; поява борошнистої крем'янки на структурних окремоостях; зниження лінії скипання від 10% HCl
ВТОРИННЕ ОСОЛОНЦЮВАННЯ		
Тривале зрошення слабо мінералізованими лужними водами, які містять вільну соду або мають несприятливе співвідношення між натрієм і сумою кальцію та магнію в сольовому складі	Содонакопичення (карбонати та бікарбонати натрію і магнію); зміни в складі обмінних катіонів; накопичення обмінного натрію; втрати гумусу; підвищення рН ґрунту	Освітлення верхнього горизонту; поява брилуватості, алітізація горизонтів; підвищення щільності та твердості ґрунту, здатності до набрякання; поява глянцевиx плівок на гранях структурних окремоостей

Причина деградації	Показники погіршення властивостей ґрунтів	Морфологічні ознаки погіршення ґрунтів
ВТОРИННЕ ЗАСОЛЕННЯ		
Підняття рівня мінералізованих підґрунтових вод вище критичного; полив мінералізованими водами	Соленакочичення (сульфати, хлориди натрію, магнію, кальцію)	Вицвіти солей на поверхні ґрунту або поверхні структурних окремоностей; утворення ґрунтової кірки та брилистої структури
АГРОФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ		
Повсюдне застосування глибокої полицевої оранки без урахування генетичних особливостей ґрунтів; застосування важкої техніки, колісних тракторів на сільськогосподарських роботах; недостатня кількість органічних добрив; порушення технологій вирощування сільськогосподарських культур	Втрата агрономічно цінної структури; розпилення ґрунту; утворення плужної підшви; зниження водопроникності; ущільнення ґрунту; погіршення водно-повітряного режиму; зменшення протиерозійної здатності; зниження родючості	Поява брилуватості; наявність плужної підшви; підвищена щільність орного шару; застій води на поверхні ґрунту після опадів; утворення кірки
ПІДТОПЛЕННЯ ПРІСНИМИ ВОДАМИ (ЗАБОЛОЧУВАННЯ)		
Підтоплення земель; підняття рівня прісних підґрунтових вод вище критичних значень	Збільшення вологонасичення ґрунтів; оглеєння генетичних горизонтів; оторфовування рослинних решток; розвиток відновних процесів	Високий рівень підґрунтових вод; застій води на поверхні ґрунту; алітація; поява ознак оглеєння генетичних горизонтів; утворення оторфованого горизонту на поверхні ґрунту
ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ		
Забруднення навколишнього середовища промисловими викидами і відходами	Накопичення в ґрунтах важких металів; втрата гумусу; погіршення агрегатного стану ґрунтів, водного й повітряного режимів; падіння біологічної активності; втрата протиерозійної здатності	Неявні руйнування ґрунтових агрегатів; розпилення ґрунтів

2. Діагностичні критерії деградації ґрунтів

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабкий, до 10	Середній, 10–50	Сильний, 50–90	Повний, 90–100
Водна ерозія і дефляція				
Відсутні генетичні горизонти	Змито або дефльовано ½ Н чи НЕ	Змито або дефльовано понад ½ або весь Н чи НЕ	Змито або дефльовано Н, НР чи НЕ, е й частково Ph чи І	Змито або дефльовано Н, НР, Ph чи НЕ, Е, І
Дегуміфікація				
Зменшення вмісту гумусу, % від похідного	До 20	20–40	40–60	>60
pCa	2,4–2,6	2,6–2,8	2,8–3,0	>3,0
aCa ²⁺ , мг-екв/л	8–5	5–3	3–1	<1
Вміст обмінних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту: Ca ²⁺ Mg ²⁺	15–10	10–5	5–2,5	<2,5
	3–2	2–1	1–0,5	<0,5
Сума обмінних катіонів, мг-екв на 100 г ґрунту	20–15	15–10	10–5	<5
Вторинне підкислення				
pH _{KCl}	5,5–5,0	5,0–4,5	4,5–4,0	<4,0
H _T , мг-екв на 100 г ґрунту	3–4	4–5	5–6	>6
Вторинне підлугування (осолонцювання)				
Вміст обмінного натрію, % від МКО	1–3	3–6	6–10	>10
pH водний	7,5–8,0	8,0–8,5	8,5–9,0	>9,0
Вміст Na ₂ CO ₃ у водній витяжці, %	0,01–0,05	0,05–0,10	0,10–0,30	>0,30
Співвідношення aNa/√aCa	0,5–1,5	1,5–3,0	3,0–6,0	>6,0

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабкий, до 10	Середній, 10–50	Сильний, 50–90	Повний, 90–100
Вторинне засолення				
Вміст сухого залишку (%) у водній витяжці за типу засолення:				
Хлоридно-содовий і содово-хлоридний	0,15–0,25	0,25–0,40	0,40–0,60	>0,60
Сульфатно-содовий і содово-сульфатний	0,15–0,25	0,25–0,50	0,60–0,70	>0,70
Хлоридний	0,15–0,30	0,30–0,50	0,50–0,80	>0,80
Сульфатно-хлоридний	0,20–0,50	0,50–0,60	0,60–1,00	>1,00
Хлоридно-сульфатний	0,25–0,40	0,40–0,70	0,70–1,20	>1,20
Сульфатний	0,30–0,60	0,60–1,00	1,00–2,00	>2,00
Агрофізична деградація				
Структурно-агрегатний склад, %:				
повітряно-сухі агрегати розміром 0,25–10 мм	75–60	60–50	50–30	<30
водостійкі агрегати розміром понад 0,25 мм	45–35	35–25	25–15	<15
Рівноважна щільність, $г/см^3$:				
піщані та супіщані	1,3	1,3–1,5	1,5–1,7	>1,7
суглинкові та глинисті	1,4	1,4–1,6	1,6–1,8	>1,8
Водопроникність за першу годину, мм	100–50	50–30	30–10	<10

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабкий, до 10	Середній, 10–50	Сильний, 50–90	Повний, 90–100
Виснаження ґрунту поживними речовинами				
Вміст поживних речовин, <i>мг/кг ґрунту</i> :				
Азот легко гідролізованих сполук за:				
Тюріним-Кононовою	40–30	30–20	20–10	<10
Корнфілдом	150–100	100–50	50–25	<25
Рухомі фосфати за:				
Кірсановим	50–25	25–15	15–5	<5
Чиріковим	50–20	20–10	10–5	<5
Мачигінім	15–10	10–5	5–3	<3
Обмінний калій за:				
Кірсановим	80–40	40–20	20–10	<10
Чиріковим	40–20	20–10	10–5	<5
Мачигінім	200–100	100–50	50–25	<25
Забруднення важкими металами				
Валовий вміст металів, <i>мг/кг ґрунту</i>				
кадмій	1–2	2–5	5–10	>10
нікель	100–150	150–300	300–600	>600
цинк	150–200	200–500	500–1000	>1000
мідь	100–150	150–250	250–500	>500
свинець	100–150	150–500	500–1000	>1000
ртуть	1–2	2–5	5–10	>10

Продовження табл. 2

Показники	Ступінь деградації ґрунтів, недобір врожаю, %			
	Слабкий, до 10	Середній, 10–50	Сильний, 50–90	Повний, 90–100
Забруднення пестицидами				
Вміст пестицидів у ґрунті	1–2 ПДК	2–5 ПДК	5–10 ПДК	>10 ПДК
Забруднення нафтою				
Вміст бітумізованих речовин, % від маси ґрунту	До 1	1–2,5	2,5–3,7	3,7–5,0
Сульфатно-хлоридний сухий залишок, %	-	-	До 1	Понад 1
Підтоплення прісними водами (заболочування)				
Рівень ґрунтових вод, см	250–150	180–120	120–60	З поверхні
	Глеюваті	Глейові	Сильноглейові	Болото, повне водонасичення; наявність торф'яного горизонту, оглеєння в усьому профілі
Коефіцієнт заболочування, K=Fe/Mn	7–10	10–30	>30	
Забруднення радіонуклідами				
Вміст ^{137}Cs ? $\text{Ku} \cdot \text{km}^{-2}$	До 40	40–80	>80	

Тема 4. ПРОГНОЗНЕ ОЦІНЮВАННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ ЕРОЗІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

Контрольні питання

1. Види ерозії ґрунтів.
2. Водна ерозія: площинна (поверхнева) та лінійна (яружна).
3. Дефляція ґрунту, форми її прояву.
4. Чинники й умови розвитку ерозійних процесів.
5. Господарська діяльність людини як чинник розвитку ерозійних процесів.
6. Класифікація та діагностика еродованих ґрунтів.
7. Заходи щодо захисту ґрунтів від ерозії.

У сучасних умовах розвитку сільськогосподарського виробництва однією з важливих проблем стала проблема охорони ґрунтів від прояву ерозійних процесів. Ерозія ґрунтів — одна з основних і дуже небезпечних причин деградації ґрунтів. Невірне використання земель призводить до посилення ерозійних процесів та інших видів деградації ґрунту. Руйнування ґрунту внаслідок ерозії охоплює величезні території земель у світі. Так, водній ерозії піддається 31%, а вітровій — 34% суходолу. Щорічно у світовий океан змивається до 60 млрд тонн мілкозему.

На сьогодні розорано і використовується 1,5 млрд га землі. Розораність суші сягає 10–11%. За окремими країнами й континентами вона коливається від 1–4 до 30–70%. У країнах Європи розораність складає 31%. Загальне сільськогосподарське використання, за виключенням сіножатей і пасовищ, складає майже 30%. Унаслідок ерозії в різних країнах зруйновано понад 430 млн га земель.

Ерозія ґрунтів завдає величезної шкоди сільськогосподарському виробництву. За даними ФАО, збитки, що завдаються ґрунту ерозією, за значимістю належать до першої категорії.

У зв'язку із цим, прогнозування прояву ерозійних процесів має велике значення.

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ДОЩІВ

Встановлення потенційної небезпечності ерозії ґрунтів під впливом дощів ґрунтується на визначенні дії таких чинників як атмосферні опади, стійкість ґрунтів, довжина і крутизна схилу, сівозміна й агротехніка.

Залежно від інтенсивності ерозійних процесів ґрунти поділяють на п'ять класів (табл. 3).

3. Класи ґрунтів за інтенсивністю потенційної ерозії

Клас ґрунту	Показники інтенсивності потенційної ерозії, т/га	
1		до 0,5
2	від 0,5	до 1,0
3	від 1,0	до 5,0
4	від 5,0	до 10,0
5	від 10,0	до 50,0 і більше

Потенційну небезпечність ерозії ґрунтів під впливом дощів A (річні втрати ґрунту), у тонах на гектар, визначають за формулою:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

де R — чинник ерозійної здатності дощів;
 K — чинник податливості ґрунтів ерозії, т/га;
 L — чинник довжини схилу, м;
 S — чинник крутизни схилу, %;
 C — чинник рослинності та сівозміни;
 P — чинник ефективності протиерозійних заходів.

Визначення чинників

1. Чинник ерозійної здатності дощів (R)

Чинник ерозійної здатності дощів визначають за формулою:

$$R = B \times t^{0,5}$$

де B — кількість опадів не менш 9,5 мм інтенсивністю і не менш 0,15 мм/хв, мм;
 t — тривалість випадання опадів кількістю не менш 9,5 мм і інтенсивністю не менш 0,15 мм, хв.

Інтенсивність, тривалість і кількість опадів встановлюється гідрометеорологічною станцією. Гідрометеорологічні дані обробляються і систематизуються таким чином:

- визначають загальну кількість дощів за місяцями і роками. Дощі з інтервалом між ними менше шести годин розглядаються як один дощ;
- визначають число дощів із кількістю опадів не менш 9,5 мм за місяцями й роками, і для кожного з них розраховують чинник R ; ґрунтуючись на місячних і річних сумах чинника R і числа років, розраховують показник середньомісячного й середньорічного чинника R за формулою:

$$R = \frac{\sum RJ}{n}$$

де R — чинник дощів в j -тому місяці або році;
 J — порядковий номер місяця чи року;

n — кількість місяців або років спостереження.

2. Чинник податливості ґрунтів ерозії (K)

Для визначення чинник K у різних ґрунтових умовах використовують результати прямих вимірювань кількості змитого ґрунту на стандартних стічних ділянках ($L = 25$ м, $S = 10\%$) на чорному парі. Для виключення впливу опадів, кількість змитого ґрунту ділять на значення чинника R.

Показник чинника податливості ґрунтів ерозії K (т/га) розраховують за формулою:

$$R = A \times R^{-1}$$

де A — кількість змитого ґрунту на стічній ділянці, т/га.

3. Чинник довжини (L) і крутизни схилу (S)

Взаємний вплив довжини і крутизни схилу виражають єдиним топографічним чинником LS і визначають за формулою:

$$LS = L^{0,5} \times (0,0011 \times S^2 + 0,0078 + 0,0111)$$

де L — чинник довжини схилу;
S — чинник крутизни схилу.

4. Чинник рослинності й сівозміни C

Чинник C являє собою співвідношення втрат ґрунту під відповідними культурами або в сівозмінах, де обробіток проведено поперек схилу, до втрат ґрунту на чорному парі, де проведено обробіток упродовж схилу.

Чинник C рослинності й сівозміни визначають таким чином:

- встановлюють початкові й кінцеві дати фенофаз різних культур;
- визначають чинник ерозійної здатності дощів R для кожного періоду в процентах від його середньорічного значення;
- множать значення чинника R (у відсотках) на величини відношення втрат ґрунту під культурами до втрат ґрунту на чорному парі й отримані значення для кожного періоду ділять на 10000. Сума отриманих значень за періодами року являє середньорічне значення чинника C рослинності цього району.

Чинник C сівозміни визначають додаванням середньорічних значень чинника C культур, що входять у сівозміну, і діленням суми на число цих культур. Чинник C визначають також за декадами, місяцями й роками.

5. Чинник ефективності протиерозійних заходів P

Чинник P визначають за відношенням середньомісячних та (або) середньорічних втрат ґрунту від окремих агротехнічних заходів (оранка, посів тощо) до втрат ґрунту в процесі обробітку без врахування протиерозійних заходів.

Параметри чинника P для різних протиерозійних заходів надані в табл. 4.

4. Параметри чинника Р для різних протиерозійних заходів

Вид протиерозійних заходів	Чинник Р за обробітку	
	поперек схилу	за контуром або за умови смугового землеробства
1. Обробіток і посів за горизонталями місцевості за ухилу схилу, %		
від 1,0 до 2,0	0,60	0,30
від 2,0 до 7,0	0,50	0,25
від 7,0 до 12,0	0,60	0,30
від 12,0 до 18,0	0,80	0,40
від 18,0 до 24,0 і більше	0,90	0,45
2. Стокорегулюючі борозни в міжряддях	-	0,06
3. Стоковідвідні борозни в міжряддях	-	0,35
4. Мульчування стерньовими рештками	-	0,07
5. Трав'яні буферні смуги шириною 2,5 м у багаторічних насадженнях:		
- в кожному міжрядді	0,04	-
- через одне міжряддя	0,03	-
- через одне міжряддя зі стокозатримуючими борознами у вільному від трав'яних буферних смуг міжрядді	0,02	-
6. Оброблювані вали тераси, вали-канави для зменшення довжини схилу за ухилу схилу, %		
від 2,0 до 4,0	0,10	-
від 4,0 до 7,0	0,10	-
від 7,0 до 12,0	0,12	-
від 12,0 до 18,0 і більше	0,16	-

Приклад розрахунку

Для розрахунку показника потенційної небезпеки ерозії ґрунтів під дією дощу ми маємо такі вихідні дані:

1. Кількість опадів не менше 9,5 мм інтенсивністю не менше 0,18 мм/хв — **В = 30 мм.**
2. Тривалість опадів кількістю не менше 9,5 мм інтенсивністю не менше 0,18 мм/хв — **t = 25 хв.**
3. Кількість змитого ґрунту на стоковій ділянці — **A = 20 т/га.**
4. Довжина схилу — **L = 400 м.**
5. Ухил схилу — **S = 12%.**
6. Чинник рослинності й сівозміни — **C = 5,0.**
7. Чинник ефективності протиерозійних заходів — **P = 0,05.**

Розрахунок показника потенційної небезпеки ерозії ґрунтів під дією дощу проводиться за формулою:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P$$

Невідомими в цій формулі є такі показники: R, K, LS.

Розрахуємо їх:

1. Чинник ерозійної здатності дощу R (2)

$$R = B \times t^{0,5} = 30 \times 25^{0,5} = 30 \times 0,2 = 6.$$

2. Чинник податливості ґрунтів ерозії (K) (3)

$$R = A \times R^{-1} = 20 \times 6^{-1} = 20 \times 0,167 = 3,34.$$

3. Чинник довжини (L) і крутизни схилу (S) (4)

$$LS = L^{0,5} \times (0,0011 \times S^2 + 0,0078 + 0,0111) =$$

$$400^{0,5} \times (0,0011 \times 12^2 + 0,0078 + 0,0111) =$$

$$20 \times (0,1584 + 0,0078 + 0,0111) = 3,55.$$

Підставляємо отримані дані у формулу:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P = 6 \times 33,4 \times 3,55 \times 5,0 \times 0,05 = 17,78 \text{ т/га.}$$

Завдання до самостійної роботи

Завдання 4. Розрахувати потенційну здатність ґрунтів до прояву ерозійних процесів (додаток А).

Тема 5. ФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ

Контрольні питання

1. Причини та наслідки переущільнення ґрунту.
2. Знеструктурення орних ґрунтів.
3. Запобігання агрофізичних деградацій.

Значної шкоди ґрунтам завдають агрофізичні деградації. Основними причинами її є високий ступінь розорювання ґрунтів, застосування інтенсивного обробітку ґрунту, недотримання чергування культур у сівозміні, недостатня кількість органічних добрив, що вноситься в ґрунт, недотримання технологій вирощування культур.

Оцінку процесам агрофізичної деградації ґрунту дають за такими показниками: щільність складення; вміст агрономічно цінних агрегатів; вміст водотривких агрегатів; водопроникність.

Найбільш поширеним із різновидів агрофізичної деградації є **переущільнення ґрунту**. Під час ущільнення відбувається:

- збільшення питомої маси ґрунту;
- зниження загальної і особливо некапілярної пористості;
- затримання росту кореневої системи, коли зменшується загальна маса коренів і проникнення коріння в орні й підорні шари ґрунту;
- зменшення вологозабезпеченості рослин;
- погіршення водно-фізичних властивостей: вологостійкості, швидкості вбирання поливної води, зменшення водопроникності;
- погіршення аерації і біологічних процесів;

- посилення поверхневого стоку води і змиву дрібнозему;
- погіршення поживного режиму ґрунту;
- зниження урожайності та якості сільськогосподарської продукції.

Найчастіше оцінку щільності ґрунту дають за Н. А. Качинським, яка наведена в табл. 5.

5. Оцінка щільності складення суглинкових і глинистих ґрунтів (за Н. А. Качинським)

Щільність складення, г/см ³	Оцінка
<1,0	Ґрунт розпушений або збагачений органічною речовиною
1,0–1,1	Типові величини для свіжозораного ґрунту
1,2	Рілля ущільнена
1,3–1,4	Рілля сильно ущільнена
1,4–1,6	Типові величини для підорних горизонтів різних ґрунтів
1,6–1,8	Сильно ущільнені ілювіальні горизонти, переважно підзолистих ґрунтів і солодей

Структура ґрунту є одним із головних чинників її родючості. Унаслідок дії на ґрунт вищезазначених чинників агрофізичної деградації, погіршується його структурний стан.

Структурність — здатність ґрунту розпадатися на окремість різного розміру та форми. **Структурою** називаються ці самі окремість (грудки, зерня, горіхи, брили, призми та ін.), що складаються з механічних елементів, зцементованих між собою. Оскільки будь-яка структурна окремість (агрегат) складається зі скріплених (зцементованих) між собою механічних елементів, то структура (як властивість) спостерігається лише в суглинкових та глинистих ґрунтах. У піщаних і супіщаних ґрунтах механічні елементи звичайно перебувають у частково розділеному стані.

6. Оптимальні значення щільності ґрунту для зернових культур

Природна зона	Ґрунт	Культура	Інтервал щільності, г/см ³
Полісся	Дерново-підзолистий середньосуглинковий	Зернові колосові	1,10–1,40
		Кукурудза	1,10–1,20
	Дерново-підзолистий легкосуглинковий	Зернові колосові	1,25–1,35
		Кукурудза	1,10–1,30
Лісостеп	Сірий опідзолений важко-середньосуглинковий	Зернові колосові	1,05–1,30
		Кукурудза	1,00–1,30
	Сірий опідзолений легкосуглинковий	Зернові колосові	1,10–1,30
	Чорнозем типовий і опідзолений легкосуглинковий	Зернові колосові	1,10–1,30
		Кукурудза	1,00–1,25
		Гречка	1,20–1,30
		Просо	1,20–1,40
Горох	1,12–1,35		

7. Оцінка структурного стану ґрунтів

Вміст агрегатів 0,25–10 мм, % від маси ґрунту	Структурний стан
Понад 80	Відмінний
80–60	Добрий
60–40	Задовільний
40–20	Незадовільний
Менше 20	Поганий

Для оцінки структурного стану ґрунту використовують такі показники. За даними сухого просіювання (за М. Саввіновим) розраховують коефіцієнт структурності:

$$K_{ст} = \frac{A}{B},$$

де $K_{ст}$ — коефіцієнт структурності;
 A — сума розміром від 0,25 до 10 мм, %;
 B — сума агрегатів менше 0,25 і понад 10 мм, %.

Проте важливим є не лише загальна кількість агрономічно цінних агрегатів, але і їх стійкість до розмивання. У табл. 8 наведено оцінку структури ґрунту за вмістом водотривких агрегатів.

За результатами мокрого просіювання визначають критерій водостійкості за формулою:

$$K_{в} = \frac{C}{C_{вв}} \cdot 100,$$

де $K_{в}$ — критерій водостійкості, %;
 C — вміст структурних фракцій у ґрунті розміром від 1 до 0,25 мм, отриманих під час сухого просіювання, %;
 $C_{вв}$ — вміст водостійких агрегатів розміром від 1 до 0,25 мм, %.

8. Оцінка структурного стану ґрунтів за вмістом водостійких агрегатів

Сума водостійких агрегатів розміром понад 0,25 мм, % від маси ґрунту	Водостійкість агрегатів
Менше 10	Відсутня
10–20	Незадовільна
20–30	Недостатньо задовільна
30–40	Задовільна
40–60	Добра
60–75	Відмінна
Понад 75	Надмірно висока

Завдання до самостійної роботи

Завдання 5. Аналіз даних ґрунтового обстеження на предмет оцінювання ступеня деградованості ґрунтів за фізичними параметрами.

Завдання 6. Розрахунок показників структурного стану ґрунту.

Завдання 7. Порівняльна характеристика цілинних та орних ґрунтів за фізичними властивостями.

Тема 6. ДЕГУМІФІКАЦІЯ ҐРУНТІВ

Контрольні питання

1. Причини дегуміфікації ґрунтів.
2. Посилення мінералізації гумусу внаслідок підвищення інтенсивності обробітку ґрунту.
3. Внесення незбалансованих норм мінеральних добрив, використання біологічно активних препаратів і пестицидів.
4. Недотримання оптимального співвідношення між внесеними органічними й мінеральними добривами.
5. Насичення сівозміни високоінтенсивними культурами.
6. Посилення процесів водної ерозії і дефляції.
7. Забезпечення бездефіцитного балансу гумусу в ґрунтах.

Стабільність родючості ґрунту і продуктивності земель залежить від динамічної рівноваги між процесами гуміфікація та мінералізації органічної речовини. Під час цілинного ґрунтоутворення гуміфікації переважає над мінералізацією і відбувається поступове накопичення органічної речовини ґрунту, вміст якої за певних умов стабілізується. Інший напрям процесів гумусоутворення спостерігається в орних землях.

Теоретичною основою відновлення родючості в цілому і, конкретно, гумусу ґрунту є землеробські закони повернення і оптимуму. Тільки виконуючи закон повернення можна розраховувати на відновлення гумусу в ґрунтах, причому найперше це стосується внесення органічних добрив в будь-який формі (солома, гній, стебла, рослинні рештки, торфокомпости й ін.), а потім і збалансованих мінеральних добрив. На ефективність трансформації органічних добрив у гумус впливає інтенсивність обробітку ґрунту, кількість внесених мінеральних добрив і їх співвідношення, використання пестицидів і біохімічно-активних препаратів, спосіб загортання орґано-мінеральних добрив, тобто технологія вирощування культури.

Чесняк Г. Я. розробив нормативи мінералізації гумусу під кожною культурою сівозміни, які є орієнтовними показниками під час розрахунків балансу гумусу.

Баланс у перекладі з французького — *balance* — значить систему показників, які характеризують якість шляхом порівняння, або

протиставлення окремих його сторін. У ґрунтознавстві баланс гумусу визначають як різницю між кількістю його утворення в ґрунті і втрат за певний період. Він може бути трьох типів:

Бездефіцитний — втрати гумусу поновлюються його новоутворенням;

Позитивний — приріст кількості гумусу перевищує його втрати;

Дефіцитний — втрати гумусу перевищують його новоутворення.

Баланс гумусу в ґрунті, згідно методики ННЦ «Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О. Н. Соколовського», слід розраховувати для умов сівозміни, господарства, району за формулою:

$$B_{\Sigma} = \frac{П_1 + П_2}{L} - \frac{P}{L}$$

де B_{Σ} — середньорічний баланс гумусу в ґрунті на одному гектарі за ротацію сівозміни, т/га;

$П_1$ — кількість новоутвореного гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок рослинних решток, т/га;

$П_2$ — кількість новоутвореного гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок органічних добрив, т/га;

P — загальна кількість гумусу, який мінералізується за ротацію сівозміни, т/га;

L — тривалість ротації, років.

Практично в прибутковій статті враховується тільки поповнення вуглецю з рослинними решками (пожнивно-кореновими) та органічними добривами. Інші джерела поповнення гумусу в ґрунті не враховуються.

Для розрахунку кількості новоутвореного гумусу з рослинних решток ($П_1$) користуються відповідними коефіцієнтами гуміфікації рослинних решток і гною в ґрунті. Ці коефіцієнти показують, яка кількість гумусу утворюється з рослинних решток, що розкладаються, та гною (табл. 9).

9. Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток та гною в ґрунті

№ п/п	Сільськогосподарські культури	Коефіцієнти гуміфікації
ЧОРНОЗЕМИ		
1.	Буряки цукрові та кормові	0,10
2.	Озима пшениця, озиме жито на зерно	0,20
3.	Кукурудза на зерно	0,20
4.	Ячмінь, овес, яра пшениця, просо, сорго	0,22
5.	Гречка, вика, соя, однорічні трави, вико-овес, горох	0,23
6.	Озима пшениця на зелений корм	0,13
7.	Картопля, овочі, баштанні, гарбузи	0,13
8.	Соняшник	0,14
9.	Кукурудза на силос, силосні	0,17
10.	Люцерна, еспарцет та інші багаторічні трави	0,25
11.	Гній (суха речовина)	0,23

ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТІ ҐРУНТИ		
1.	Зернові, зернобобові, багаторічні трави, льон	0,25
2.	Кукурудза на силос, силосні	0,15
3.	Картопля, кормові й цукрові буряки	0,08
4.	Зелені добрива	0,25
5.	Гній (суха речовина)	0,30

Оскільки кількість рослинних решток не має прямої залежності від рівня врожаю, то для розрахунку використовують рівняння регресії (табл. 10), та розраховують кількість поверхневих рослинних решток, т/га, кількість кореневих рослинних решток, т/га, використовуючи значення урожайності основної продукції культури, ц/га.

10. Рівняння регресії визначення маси рослинних решток за урожайністю основної продукції сільськогосподарських культур

№ п/п	Культури	Рештки		
		поверхневі	кореневі	
Чорноземи				
1.	Озима пшениця, озиме жито	$0,32 y + 13,5$	$0,71 y + 10,0$	
2.	Ячмінь, яра пшениця	$0,29 y + 6,8$	$0,54 y + 9,3$	
3.	Овес	$0,19 y + 14,8$	$0,42 y + 8,4$	
4.	Просо, сорго	$0,50 y + 7,4$	$0,57 y + 12,6$	
5.	Гречка, мак	$0,28 y + 8,5$	$0,65 y + 11,5$	
6.	Кукурудза на зерно	$0,20 y + 1,6$	$0,83 y + 7,2$	
7.	Горох, вика, соя	$0,12 y + 4,5$	$0,36 y + 8,9$	
8.	Соняшник	$0,41 y + 3,2$	$1,16 y + 4,9$	
9.	Цукрові буряки	$0,005 y + 2,8$	$0,06 y + 5,7$	
10.	Кормові буряки	$0,003 y + 2,4$	$0,05 y + 5,2$	
11.	Кукурудза на силос, силосні	$0,006 y + 5,7$	$0,10 y + 13,5$	
12.	Багаторічні трави (сіно)*	$0,12 y + 5,9$	$1,02 y + 4,7$	
13.	Картопля, овочі, баштанні, гарбузи	$0,068 y + 0,5$	$0,07 y + 8,9$	
14.	Однорічні трави, вико-вівсяна суміш (сіно)*	$0,12 y + 6,8$	$0,50 y + 13,3$	
Дерново-підзолисті ґрунти				
№ п/п	Культури	Урожайність	Рештки	
			поверхневі	кореневі
1.	Озиме жито	10–25	$0,3y + 3,2$	$0,6y + 8,9$
		26–40	$0,2y + 6,3$	$0,6y + 13,9$
2.	Озима пшениця	10–25	$0,4y + 2,6$	$0,9y + 5,8$
		26–40	$0,1y + 8,9$	$0,7y + 10,2$
3.	Ярий ячмінь	10–20	$0,4y + 1,8$	$0,8y + 6,5$
		21–35	$0,09y + 7,8$	$0,4y + 13,4$
4.	Овес	10–20	$0,3y + 3,2$	$1,0y + 2,0$
		21–35	$0,15y + 6,1$	$0,4y + 16,0$
5.	Горох	5–20	$0,14y + 3,5$	$0,66y + 7,5$
		21–30	$0,20y + 1,7$	$0,37y + 12,9$
6.	Гречка	5–15	$0,25y + 4,3$	$1,10y + 5,3$
		16–30	$0,20y + 5,2$	$0,54y + 14,1$

7.	Картопля	50–200	$0,04y + 1,0$	$0,07y + 3,5$
		201–350	$0,03y + 4,1$	$0,06y + 5,4$
8.	Цукрові буряки	100–200	$0,023y + 0,8$	$0,07y + 3,5$
		201–400	$0,023y + 2,3$	$0,06y + 5,4$
9.	Кормові буряки	50–200	$0,013y + 1,0$	$0,05y + 5,5$
		201–400	$0,003y + 2,4$	$0,05y + 5,2$
10.	Льон	3–10	- - -	$1,3y + 9,4$
11.	Силосні (без кукурудзи)	100–200	$0,04y + 4,0$	$0,09y + 7,0$
12.	Кукурудза на силос	100–200	$0,03y + 3,6$	$0,12y + 8,7$
		201–350	$0,02y + 5,0$	$0,08y + 16,2$
13.	Однорічні трави, вика	10–40	$0,13y + 6,0$	$0,07y + 7,5$
14.	Багаторічні трави (сіно)*	40–60	$0,10y + 10,0$	$1,0y + 15,0$
15.	Горох + овес	10–40	$0,20y + 6,0$	$0,8y + 11,0$

* Розрахунки подано на основі урожаю сіна. У випадку збору урожаю на зелений корм, величину зібраної зеленої маси треба помножити на коефіцієнт 0,25.

Приклад розрахунку кількості новоутвореного гумусу під окремою культурою

Для розрахунку кількості новоутвореного гумусу, наприклад під озимою пшеницею в зоні розповсюдження чорноземів, треба спочатку визначити кількість рослинних решток під цією культурою. Припустимо, що урожайність озимої пшениці склала 42 ц/га. Користуючись рівнянням регресії (табл. 10) $0,32y + 13,5$, обчислимо кількість поверхневих решток:

$$0,32 \times 42 + 13,5 = 26,94$$

Кількість кореневих решток визначають за рівнянням $0,71y + 10,0$:

$$0,71 \times 42 + 10,0 = 39,82$$

Загальна кількість рослинних решток, які залишаються після збирання озимої пшениці, дорівнює:

$$26,94 + 39,82 + 66,76 \text{ (ц/га)} \text{ або } 6,7 \text{ (т/га)}$$

Для визначення кількості новоутвореного гумусу в ґрунті під озимою пшеницею необхідно помножити загальну кількість рослинних решток, що утворилися під культурою, на коефіцієнт гуміфікації (табл. 9):

$$6,7 \times 0,20 = 1,34 \text{ (т/га)}$$

Так визначається прибуткова стаття балансу гумусу за кожною культурою сівозміни.

Величина новоутвореного гумусу за ротацію сівозміни розраховується за формулою:

$$P_1 = G_1 \times K_1 + G_2 \times K_2 + \dots G_n \times K_n$$

де P_1 — кількість новоутвореного гумусу за ротацію сівозміни, т/га;
 G_1 - G_n — кількість рослинних решток, що залишаються окремими сільськогосподарськими культурами, т/га;
 K_1 - K_n — коефіцієнти гуміфікації рослинних решток окремих сільськогосподарських культур сівозміни.

Під час розрахунку балансу гумусу на еродованих ґрунтах вихід решток коренів під багаторічними травами рівняється третині їх виходу на вирівняних ділянках ($\times 3$).

Збільшення вмісту гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни за рахунок використання гною (P_2) встановлюється шляхом множення кількості сухої речовини гною, внесеного в ґрунт за ротацію сівозміни, на коефіцієнт гуміфікації (K). Формула для розрахунку має вигляд:

$$P_2 = H \times 0,25 \times K$$

де P_2 — збільшення вмісту гумусу в ґрунті за рахунок внесення гною, т/га;
 H — кількість внесеного гною за ротацію сівозміни, т/га;
 $0,25$ — коефіцієнт перерахунку на суху речовину;
 K — коефіцієнт гуміфікації гною.

Якщо у формулі величину коефіцієнта гуміфікації сухої речовини гною ($0,23$) помножити на величину коефіцієнта перерахунку гною на суху речовину, то вона прийме такий вигляд:

$$P_2 = H \times 0,25 \times K = H \times 0,25 \times 0,23 = H \times 0,058$$

Якщо в господарствах використовують інші види органічних добрив, то перерахунок на підстилочний гній ведуть за допомогою додаткових коефіцієнтів:

1. Підстилочний гній (вологість до 77%)	1,00
2. Тверда фракція безпідстилочного гною	1,00
3. Безпідстилочний напіврідкий гній (вологість 90–93%)	0,50
4. Рідкий гній	0,25
5. Гноеві стоки (вологість більш 97%)	0,10
6. Торфогноевий компост	1,20
7. Торфопослідний компост	1,30
8. Пташиний послід підстилочний (вологість до 65%)	1,20
9. Пташиний послід напіврідкий (вологість 80–90%)	0,65
10. Солома (з додаванням 8–12 кг/т азоту)	3,40
11. Сапропель (вологість до 60%)	0,25
12. Сидеральні добрива (природна вологість)	0,25

Загальні втрати гумусу в ґрунті за ротацію сівозміни визначаються за величиною його мінералізації під окремими культурами (табл. 11).

Якщо в сівозміні є збірні поля, то для кожного з них треба визначати середньозважений баланс гумусу за формулою:

$$B_{\Sigma} = \frac{B_1 \times S_1 + B_2 \times S_2 + \dots + B_n \times S_n}{S_{\text{заг}}}$$

де B_{Σ} — баланс гумусу в ґрунті на збірному полі, т/га;
 B_1, B_2, \dots, B_n — баланс гумусу в ґрунті на окремій ділянці поля, т/га;
 S_1, S_2, \dots, S_n — площа окремих ділянок поля, га;
 $S_{\text{заг}}$ — загальна площа поля, га.

11. Середньорічні величини мінералізації під окремими сільськогосподарськими культурами

№ п/п	Культура	Величина мінералізації гумусу, т/га (Р)
ЧОРНОЗЕМИ		
1.	Чорний пар	2,00
2.	Вика, горох, соя	1,50
3.	Озима пшениця на зерно	1,35
4.	Озима пшениця на зелений корм	1,24
5.	Однорічні трави, просо, сорго	1,10
6.	Цукрові буряки	1,59
7.	Кукурудза на зерно	1,56
8.	Коренеплоди	1,60
9.	Кукурудза на силос, силосні	1,47
10.	Ячмінь	1,23
11.	Овес	1,20
12.	Яра пшениця, гречка, вико-вівсяна суміш	1,10
13.	Картопля, баштанні, гарбузи	1,61
14.	Соняшник	1,39
15.	Багаторічні трави (люцерна, еспарцет, конюшина)	0,60
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТІ ҐРУНТИ		
1.	Зернові (пшениця, жито, ячмінь, овес)	0,70
2.	Льон	0,90
3.	Картопля	1,40
4.	Цукрові буряки	1,50
5.	Кормові буряки, овочі	1,70
6.	Кукурудза на силос	1,25
7.	Однорічні трави на сіно	0,70
8.	Багаторічні трави (люпин, конюшина)	0,70

Визначення мінімальної норми органічних добрив на 1 га сівозмінної площі, яка забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, проводиться за формулою:

$$H_{\Sigma} = H_1 + \frac{B_{\Sigma}}{0,058}$$

де H_{Σ} — мінімальна норма гною, яка забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, т/га;

H_1 — норма гною на 1 га сівозмінної площі, яка використовувалась у сівозміні, т/га;

B_2 — баланс гумусу на 1 га сівозмінної площі, т/га;

0,058 — кількість гумусу, яка утворюється з 1 т гною, т.

Завдання до самостійної роботи

Завдання 8. Розрахувати баланс гумусу в ґрунті для конкретної сівозміни (додаток Б).

Завдання 9. Розробити заходи щодо забезпечення бездефіцитного балансу гумусу та покращення гумусового стану ґрунтів.

Тема 7. БІОЛОГІЧНА ТА АГРОХІМІЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТІВ

Контрольні питання

1. Що включає в себе деградація мікробоценозу ґрунту?
2. Загальні і специфічні реакції ґрунтового мікробоценозу на антропогенну деградацію ґрунтів.
3. Ґрунтовтома, токсикоз та виснаження ґрунтів.
4. Біологічний кругообіг речовин за умови застосування добрив.
5. Екологічна роль азотних добрив.
6. Забруднення ґрунтів унаслідок надлишку або нестачі поживних речовин.

Ґрунтові мікроорганізми відіграють важливу роль у трансформації не лише сполук основних біогенних елементів (вуглецю, азоту, фосфору, сірки), але і сполук усіх хімічних елементів.

Мікробіологічний стан ґрунту є індикатором, з одного боку, порушень, які в них відбуваються, з іншого — показником здатності ґрунтів до самовідновлення і реабілітації. Перелік показників антропогенних порушень мікробіологічного стану ґрунтів включає: масу мікроорганізмів, їх чисельність, видове різноманіття, структурну організацію, показники функціонування, величину зони гомеостазу мікробоценозу.

Чисельність мікроорганізмів — важливий діагностичний показник, однак він є досить динамічним, постійно змінюється протягом вегетаційного періоду й залежить від забезпеченості організмів елементами живлення та гідротермічних умов. Мікробіологічну активність визначають за різними показниками. Часто характеризують її за кількістю виділеного або увібраного CO_2 . Широко поширений також метод визначення активності ініційованого мікробного угруповання, яке розвивається в ґрунтах під час внесення специфічних речовин.

Функціонування мікробіоти ґрунту порушується під впливом ерозії, переущільнення, перезволоження, засолення та інших деградаційних процесів. Хімічне забруднення — одна з істотних причин деградації мікробіологічного

стану ґрунтів. Усі процеси, що позначаються на стані мікробіоценозу, впливають на найважливіші біохімічні властивості ґрунтів і на стан хімічних сполук.

Головним наслідком антропогенних деградацій ґрунту є зниження чисельності ґрунтових мікроорганізмів, скорочення видового різноманіття, зміна видового складу.

Стан мікроорганізмів у деградованих ґрунтах може слугувати індикатором ступеня їх забруднення. Але й мікроорганізми можуть включати ці речовини в цикли їх трансформації, що особливо важливо для ксенобіотиків, тобто речовин, невластивих природі (пестициди, детергенти). З огляду на те, що мікроорганізми здатні до відносно швидкої адаптації, то до тих пір, доки забруднений ґрунт буде залишатися ґрунтом, його мікробіота буде переробляти і трансформувати сполуки забруднюючих речовин, наближаючи стан ґрунтів до природного. У різних ґрунтах ефект деградації мікробіологічних процесів є різним. Величина зони гомеостазу ґрунтової мікробної біомаси може слугувати мірою її стійкості до конкретного виду антропогенної деградації ґрунтів. Наприклад, у чорноземах величина зони гомеостазу на порядок вище, ніж у дерново-підзолистому ґрунті.

За тривалого беззмінного вирощування сільськогосподарських рослин (монокультура), у ґрунтах накопичуються метаболіти й токсини, що виділяють корені під час вегетації рослин та мінералізації решток після збирання врожаю. Відбувається перебудова мікробіоценозу, унаслідок чого, формуються складні взаємовідносини між мікроорганізмами, ґрунтом та рослинами, де ґрунт стає посередником між двома іншими компонентами в біоценозі.

Під час утворення токсинів у ґрунті виникає явище токсикозу і як його окремий випадок — **ґрунтовтома**. Вона проявляється в різкому пригніченні рослин та зниженні їх врожайності. Широко відома льоновтома, конюшиновтома, втома ґрунтів під плодовими насадженнями тощо.

Явище ґрунтовтоми не спостерігається в природних біогеоценозах. Воно є типовою ознакою антропогенної трансформації ґрунтів. Втомлений ґрунт має ознаки глибоких патогенних змін. За даними міжнародної організації ФАО, щорічний недобір врожаю від ґрунтовтоми складає майже 25%.

Токсикоз ґрунтів — поняття більш широке, ніж ґрунтовтома, проявляється в пригніченні росту рослин на цілинних і окультурених ґрунтах не тільки в монокультурі, а й у сівозмінах. Причиною токсикозу ґрунтів найчастіше є мікрофлора, яка виділяє фітотоксини. Серед відомих фітотоксинів найбільш негативно діють антибіотики (циклогексамід, азазерин, окситетрациклін, стрептоміцин, поліміксінова кислота та пеніцилін), алкалоїди та деякі гетероциклічні сполуки.

Інтенсивне сільськогосподарське виробництво виснажує ґрунти, особливо в умовах, коли польові сівозміни насичені вибагливими до родючості агроценозами.

Від кругообігу речовин залежать життєві процеси і явища в будь-яких рослинних угрупованнях і тваринному світі. У природі розрізняють **два типи кругообігу речовин: великий, або геологічний, і малий, або біологічний.**

З **геологічним кругообігом** пов'язаний процес розчинення і виносу елементів живлення з ґрунту в струмки, моря і океани, де вони відкладаються у вигляді осадових порід. Потім унаслідок різних геологічних процесів ці породи можуть виходити на земну поверхню, піддаватися новому вивітрюванню і фізико-хімічним перетворенням. Отже, елементи живлення можуть знову бути використані рослинами. Цей кругообіг відбувається протягом *тривалого геологічного періоду*.

Під **біологічним кругообігом** речовин розуміють біологічний синтез і повернення елементів живлення із живого організму в зовнішнє середовище, тобто переміщення хімічних елементів у системі ґрунт — рослини — ґрунт.

Розрізняють *річні, сезонні, багаторічні і вікові цикли* біологічного кругообігу. Залежно від мети вивчення виділяють *молекулярний, елементарний і глобальний* біологічний кругообіг речовин. Якщо вивчають перетворюючий вплив живих організмів на навколишнє середовище, виділяють прогресивний тип біологічного кругообігу, коли живі організми поліпшують навколишнє середовище, і тип консервативний, коли такого поліпшення немає.

Біологічний кругообіг речовин відбувається в **біологічних системах** — *замкнутих, відносно замкнутих і незамкнутих*. Прикладами таких систем є рослинні формації сухого клімату, рослинні формації помірно зволжених ґрунтів і рослинні угруповання, що трапляються біля водоймищ.

У взаємодії між ґрунтом і рослинами розрізняють **дві гілки біологічного кругообігу**: *низхідну* — пересування поживних речовин із ґрунту в рослини і *висхідну* — пересування поживних речовин із рослин у ґрунт.

Ланками низхідної гілки можуть бути: первинне розкладання органічних речовин; мікробіологічне і ферментативне розкладання органічних речовин; проміжні перетворення і синтез нових органічних речовин; гуміфікація органічних речовин у ґрунті; необмінне й обмінне вбирання речовин ґрунтом; ризосферні перетворення; ланка споживання.

Проте турботи землероба в основному зводяться до контролювання різними методами процесів висхідної гілки й поповнення поживних речовин ґрунту, винесених урожаєм сільськогосподарських культур.

Біологічний кругообіг речовин лежить в основі сільськогосподарського виробництва. За такої умови, чим вища культура землеробства й чим раціональніше використовується земля, тим менше елементів живлення втрачається з біологічного кругообігу і втягується в геологічний, тим вища продуктивність ґрунтів.

У наш час розроблені наукові принципи застосування добрив, що ґрунтуються на використанні законів агрохімії, спрямованих на ефективне й раціональне використання ґрунтів та їх охорону.

Азот входить до складу життєво необхідних компонентів рослин. За умови його нестачі уповільнюється синтез білків, ферментів, хлорофілу, а без хлорофілу не може здійснюватися синтез вуглеводів. Відбувається уповільнення

процесів росту рослин. Азот необхідний для формування нових клітин, тому найбільш активно поглинають азот молоді рослини.

Для формування урожаю сільськогосподарських культур треба від 100 до 300 кг азоту на гектар, а в деяких випадках і навіть дещо більше.

Потреба сільськогосподарських культур в азоті неоднакова й залежить як від виду й сорту рослини, рівня її продуктивності, так і від екологічних умов росту. Усі ці параметри необхідно знати для грамотних рекомендацій доз і строків внесення добрив.

Надлишок азоту спричиняє активний вегетативний ріст сільськогосподарських рослин, часто за рахунок формування генеративних органів. Такі рослини більш піддатливі негативній дії низьких температур. Надлишковий азот у ґрунті накопичується як правило в нітратній формі.

Так як нітратний азот не сорбується ґрунтами, то він легко вимивається ґрунтовими водами, легко відновлюється в газоподібні форми й у великих кількостях (20–40 %) втрачається (вимивається водою, потрапляє в атмосферу).

Щорічний надлишок азоту в біосфері складає приблизно 9 млн т.

Період вегетації рослин характеризується різними фазами росту. Упродовж кожної фази рослина має потенційну здатність асимілювати і використовувати певний елемент із ґрунту, причому ступінь цієї здатності, в основному, спричинений взаємодією поживних речовин як у ґрунті, так і в рослині. Вважаючи, що в системі ґрунт — рослина всі поживні елементи знаходяться в кількостях, оптимальних для росту й розвитку рослин, можливо виявити забезпеченість рослин поживними речовинами в певній фазі за здатністю до асиміляції та поживному потенціалу ґрунту.

Зменшення запасів ґрунтового азоту спричинено тим, що азот, який вживається рослинами, не поповнюється за рахунок внесення добрив. Зменшення вмісту азоту пов'язано і із загальною тенденцією зниження вмісту в ґрунтах гумусу. Отже, збільшення кількості сільськогосподарської продукції можливе за умови забезпечення ґрунтів азотом у кількості, яка пропорційна запланованому урожаю. Не дивлячись на нестачу в більшості ґрунтів азоту, на деяких площах нераціональне використання мінеральних азотних добрив створює його надлишок, що призводить до забруднення ґрунтів, а потім і до забруднення сільськогосподарської продукції, зниженню кількості і якості врожаю, а також забрудненню ґрунтової води.

Нестача або надлишок **фосфору** в ґрунтах менш помітні, ніж азоту. Нестача фосфору затримує розвиток як наземної, так і підземної частин рослин. На збіднених фосфором ґрунтах одержують бідні на фосфор корми. Незабезпеченість ґрунтів рухомим фосфором в значній мірі знижує ефективність азотних добрив та інших агротехнічних заходів. На ґрунтах, бідних рухомим фосфором, азотні добрива, внесені окремо, часто спричиняють зниження врожаю.

Нестача **калію** в ґрунті може уповільнювати синтез білків з амінокислот і накопичення вуглеводів у рослині. Це проявляється в поляганні рослин і в

зміненні листя. Частіше всього позитивний вплив калію на кількість і якість сільськогосподарської продукції виявляється в роки, коли рослини піддаються стресам (низькі температури в зимовий період і весною, підвищена туманність, надлишок вологи або довга засуха) або частим захворюванням.

Забруднення ґрунтів відбувається і за умови нестачі або надлишку **інших елементів**, особливо магнію, сірки, марганцю, заліза, міді, бора, молібдену та ін.

Завдання до самостійної роботи

Завдання 10. Користуючись результатами агрохімічного обстеження ґрунтів України останніх трьох турів, навести динаміку вмісту гумусу і рухомих форм головних елементів живлення рослин.

Тема 8. ОХОРОНА ҐРУНТІВ ВІД ХІМІЧНОГО ТА РАДІАЦІЙНОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Контрольні питання

1. Загальні уявлення про забруднюючі речовини.
2. Види забруднюючих речовин, джерела їх надходження в ґрунт.
3. Забруднення оксидами вуглецю, сірки й азоту.
4. Забруднення ґрунтів важкими металами.
5. Забруднення ґрунтів залишками пестицидів.
6. Забруднення ґрунтів нафтою і нафтопродуктами.
7. Радіаційне забруднення ґрунтів.
8. Хімічна меліорація кислих ґрунтів.
9. Хімічна меліорація лужних ґрунтів.
10. Заходи із запобігання забруднення ґрунтів і їх ремедіація.
11. Способи очищення ґрунтів від забруднень.
12. Меліорація та використання радіаційно забруднених ґрунтів.

Залучення людиною хімічних речовин у господарську діяльність та включення їх у техногенні цикли й антропогенні перетворення в навколишньому середовищі постійно зростає. Кількісною мірою таких процесів може бути **показник «технофільності»**. Він дорівнює відношенню середнього щорічного світового видобутку сполук хімічних елементів до кларку цих елементів у літосфері, тобто інтенсивність неприродного поширення елемента в біосфері. Висока технофільність характерна для елементів, що найбільш активно використовуються людиною, особливо для тих, природний рівень яких у літосфері невисокий. Найбільшу технофільність має вуглець, що пояснюється величезним видобутком і використанням в енергетиці вугілля, нафти, газу, інших горючих копалин. Високий рівень технофільності мають метали та металоїди, що використовуються у «високих» технологіях і серед них В, Hg, Sb, Pb, Cu, Se, Ag, As, Mo, Sn, Cr, Zn.

Шкідлива дія надмірних кількостей хімічних елементів на здоров'я людини виявляється на основі аналізу рівнів захворювань у біогеохімічних провінціях із високим їх вмістом або профзахворювань у виробництвах, які видобувають і використовують такі сполуки та забруднюють ними навколишнє середовище.

Загальноприйнятим санітарним показником токсичної дії елементів на живі організми є летальна доза (ЛД). Використовується показник ЛД-50 — середня доза речовини, яка спричиняє загибель половини піддослідних тварин. Розмірність цього показника подається в одиницях маси токсичної речовини до одиниці маси тіла (мг речовини/на кг маси тварин).

Показником забруднення ґрунтового покриву є гранично допустима концентрація (ГДК) забруднюючих речовин, які містяться в ґрунтах. Це такий вміст забруднюючих речовин, який за тривалого їх впливу не спричиняє патологічних змін чи аномалій біологічних процесів у ґрунті й рослині, а також не призводить до накопичення токсичних елементів у сільськогосподарській продукції і не порушує біологічний оптимум для сільськогосподарських тварин і людини.

Складним завданням оцінки впливів різних забруднювачів на ґрунти є визначення їх ГДК. За локального забруднення ґрунту якою-небудь речовиною порівнюють її вміст із фоновим, тобто вмістом у не забрудненому ґрунті. За поліелементного забруднення недолік такого нормування стає очевидним, так як за такої умови враховується вплив лише одного якогось забруднювача, а не встановлюється їх сумарна дія. Тому використовують так званий сумарний показник забруднення (Z_c), який є сумою концентрацій усіх забруднювачів і вираховується за формулою:

$$Z_c = K_c - (n-1),$$

де K_c – коефіцієнт концентрацій, що дорівнює частці від ділення вмісту забруднювача у верхньому шарі ґрунту на його фоновий вміст;
 n – число забруднювачів (цей показник також має недоліки, оскільки не враховує можливості синергічної і антагоністичної їх взаємодії в ґрунтовому середовищі).

Виділяються такі групи забруднюючих речовин:

- а) оксиди вуглецю, сірки, азоту;
- б) метали та металоїди;
- в) органічні поліютантанти;
- г) радіоактивні речовини (нуклеотиди).

До важких металів належать: **фтор, ванадій, хром, марганець, кобальт, нікель, мідь, цинк, миш'як, молібден, кадмій, ртуть, свинець, вісмут, телур, сурму й деякі інші.**

До критичної групи речовин — індикаторів стресу навколишнього середовища з важких металів належать: **ртуть, свинець, кадмій, миш'як, селен і фтор**, серед їх особливо небезпечні **перші три елементи** й ряд їхніх з'єднань.

Джерело забруднення визначає якість і кількість продукту, що викидається. Отже, *ступінь його розсіювання залежить* від висоти викиду. Зона максимального забруднення поширюється на відстань, рівну 10–40-кратній висоті труби під час високого й гарячого викиді і 5–20-кратній висоті труби за низького промислового викиди. *Тривалість перебування часток викидів* в атмосфері залежить від їхньої маси і фізико-хімічних властивостей. Чим важче частки, тим швидше вони осідають.

Повітряні маси розбавляють викиди й переносять тверді частки й аерозолі на відстані, відповідні «розі вітрів». Чим більшу відстань проходить викид, тим нижче стає його концентрація. У межах однорідного ландшафту, у міру видалення від джерела забруднення зменшується забруднення ґрунтів його викидами.

Швидкість вітру також впливає на розподіл продуктів забруднення: чим вона більша, тим активніше розбавлення викиду повітряною масою і тем менше забруднення на одиницю площі. За умови ослаблення вітру до штилю концентрація забруднювачів поблизу джерела зростає.

Розсіюванню викидів, зменшенню їхньої концентрації *сприяє* турбулентний обмін повітряних мас. Під час температурної інверсії турбулентний обмін послабляється і поле розсіювання забруднювачів скорочується за умови збільшення їхньої концентрації.

Вологість повітря також впливає на розподіл продуктів викидів. Їхньої частки за умови високої вологості конденсують на себе вологу, що збільшує їхні розміри й масу і веде до випадання на земну поверхню поблизу джерела забруднення.

Крім метеорологічних чинників характер розподілу забруднювачів — важких металів *залежить від рельєфу*. Процеси перерозподілу речовин, спричинені рельєфом, позначаються і на перерозподілі продуктів забруднення, що надходять з атмосфери. У тому випадку, коли інтенсивність надходження забруднювачів рівна або менше швидкості процесів перерозподілу їх у ландшафті, то в акумулятивних ландшафтах відбувається підвищене накопичення важких металів і їхніх з'єднань, а елювіальні елементи ландшафту залишаються порівняно збідненими ними.

У тому випадку, коли приток викидів із повітряним потоком на високі елементи рельєфу, на плакори — приводороздільні території — перевершують процеси ландшафтного перерозподілу речовин, тоді ґрунту підвищених елементів рельєфу, ґрунти автономних ландшафтів будуть активніше забруднюватися, ніж ґрунти підпорядкованих транзитних і акумулятивних ландшафтів. Такий процес можна назвати інверсією полів забруднення. Його варто враховувати під час виявлення ареалів забруднення та оцінці рівня забруднень і т.д.

Техногенні ареали розсіювання формуються в більш короткі терміни, ніж природні, і затушовують останні. Метали залучаються до біологічного

кругообігу, передаються за ланцюгами живлення і викликають цілий ряд негативних наслідків.

Кислотність ґрунтів визначається як їх здатність підкислювати ґрунтовий розчин або сольові розчини (витяжки з ґрунту) унаслідок наявності в складі ґрунту кислот, а також обмінних іонів водню та катіонів (передусім Al^{3+}), що утворюються під час їх витиснення гідролітично кислими солями.

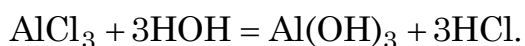
Реакція ґрунту зумовлена наявністю та співвідношенням у ґрунтовому розчині водневих (H^+) і гідроксильних іонів (OH^-) і в класичному вигляді характеризується показником рН — від'ємним логарифмом активності іонів водню в розчині. Залежно від складу розчинених речовин і характеру їх взаємодії з твердими фазами ґрунту, якими визначається співвідношення між концентраціями водневих і гідроксильних іонів у ґрунтовому розчині, ґрунти можуть мати нейтральну (рН = 7), кислу (рН < 7) або лужну (рН > 7) реакцію.

Розрізняють *актуальну* (активну) і *потенційну* кислотність ґрунтів залежно від того, під час яких взаємодій вона виявляється та вимірюється.

Актуальна кислотність зумовлена присутністю протонів (H^+) у ґрунтовому розчині, активність яких залежить від властивостей (іонної сили) розчину, здатних впливати на коефіцієнт активності іону H^+ .

Потенційну кислотність визначають іонами H^+ та Al^{3+} , які знаходяться у твердих фазах ґрунту, підкислюючи ґрунтовий розчин у результаті обмінних реакцій за умови підвищення в ньому концентрації електролітів (у тому числі й під час внесення мінеральних добрив). Залежно від характеру взаємодіючого з ґрунтом розчину розрізняють дві форми потенційної кислотності — *обмінну* та *гідролітичну*.

Обмінна кислотність виявляється під час взаємодії з ґрунтом розчинів нейтральних солей. За такої умови відбувається еквівалентний обмін катіону нейтральної солі на іони водню, алюмінію та інших катіонів ГВК:

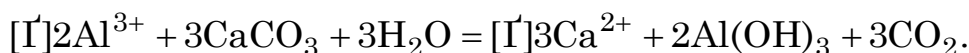
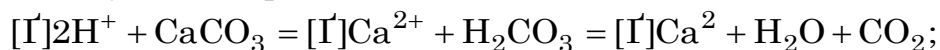


Гідролітична кислотність (H_T) визначають титруванням кислоти, яка виділяється під час взаємодії ґрунту з розчином гідролітично лужної солі (утвореної сильною основою та слабкою кислотою). Для визначення H_T використовують 1 н розчин CH_3COONa з рН 8,2. Реакція відбувається аналогічно наведеній вище, але за умови дії ацетату натрію величина кислотності виявляється значно вищою, ніж під час дії KCl :



Кислотність ґрунтів знижують, застосовуючи всілякі меліоранти, найчастіше осадові породи, складені переважно кальцитом CaCO_3 , доломітом $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$, у тому числі доломітизовані вапняки, мергелі (глинисто-карбонатні породи, які містять 50–70% карбонатів), вапнякові туфи, відходи промисловості — дефекат, доменні та інші шлаки, діючою речовиною яких є CaCO_3 . Карбонат кальцію не має жодних протипоказань щодо його застосування

для зниження ґрунтової кислотності за умови здійснення національних програм підвищення родючості ґрунтів та їх окультурювання. У разі внесення його в кислі ґрунти відбуваються реакції:



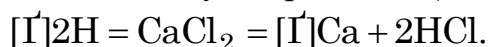
Потрібну для зниження кислотності кількість CaCO_3 розраховують різними способами, у тому числі й за величиною H_Γ за формулою:

$$P_{\text{CaCO}_3} = H_\Gamma \cdot 5hd,$$

де P_{CaCO_3} — доза вапна в т/га,
 h — глибина орного шару в м;
 d — об'ємна маса орного шару;
 5 — коефіцієнт переведення мг-екв CaCO_3 в т/га.

За параметрами 20 см глибини і 1,5 — об'ємної маси формула спрощується до $P_{\text{CaCO}_3} = 1,5 H_\Gamma$. За такої умови кожен 1 мг-екв H_Γ потребує для нейтралізації 1,5 т/га CaCO_3 .

Розрахунок доз вапна за H_Γ має певні недоліки: 1) не враховує специфіку вирощуваних культур; 2) опирається на параметр H_Γ , отриманий під час взаємодії ґрунту з розчином 1 н CH_3COONa , а в ґрунт вносять порошок CaCO_3 ; 3) умовність самого розрахунку H_Γ із застосуванням коефіцієнта 1,75 на повноту реакції ґрунту з ацетатом натрію. Є і інші способи розрахунку доз вапна, серед яких варто згадати оригінальний метод О. М. Грінченка, оснований на донасиченні кальцієм ненасичених ним ґрунтів (не лише кислих, а й солонцюватих, через що цей метод є універсальним):

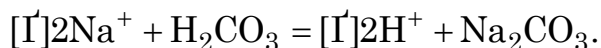


Лужність ґрунту здебільшого породжується наявністю в них гідролітично лужних солей слабких кислот і сильних основ: карбонатів і гідрокарбонатів лужних та лужноземельних елементів, силікатів, алюмосилікатів, гуматів і фульватів натрію.

Розрізняють актуальну та потенційну лужність ґрунту.

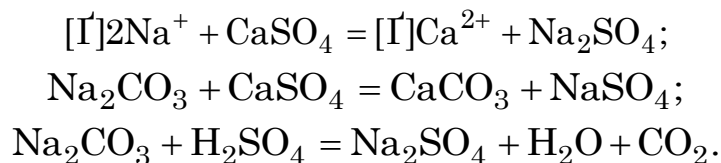
Актуальна лужність зумовлюється наявністю в ґрунтовому розчині гідролітично лужних солей, під час дисоціації яких утворюється в значних кількостях іон OH^- . Під час характеристики актуальної лужності (мг-екв/100 г ґрунту) ґрунтових розчинів, а також природних (у тому числі й підґрунтових) вод виділяють за величинами рН такі її види: загальну лужність (титрують кислотою у водній витяжці з метилоранжем), лужність від нормальних карбонатів (з фенолфталеїном), лужність від гідрокарбонатів.

Потенційна лужність виявляється в ґрунтах, що мають у своєму ГВК увібраний Na^+ , який за певних умов може переходити в ґрунтовий розчин і реагувати з вугільною кислотою з утворенням соди:



Ґрунти, у яких з'являється сода, мають рН водної витяжки 10 і навіть більше. Уже в разі її вмісту в 0,001–0,05% спостерігається різке зниження ґрунтової родючості з причини високої токсичності соди для переважної більшості рослин.

Для хімічної меліорації лужних ґрунтів застосовують внесення гіпсу та нітратів кальцію, а також меліорантів, які містять гіпс (глиногіпс), сульфатну кислоту, сульфат заліза, сірку тощо.



За такої умови дуже доречним буде подальше промивання від солей у разі штучного дренажу. Якщо поєднати усунення лужності ґрунтів з утилізацією кислих промислових відходів (фосфогіпсу, залізного купоросу тощо), це може перетворитись на сучасні моделі екологізованого земле- і природокористування.

Норму гіпсу розраховують диференційовано для різних ґрунтів солонцевого ряду, враховуючи насиченість ГВК кальцієм, наявність вільної соди, ступінь солонцюватості, присутність увібраного магнію тощо. Наприклад, для високогумусних солонців півдня України, у яких найбільш активна частина Na , зв'язаного з гумусовими речовинами, становить 50%, застосовують формулу:

$$G = 0,086 \times 0,5 \times Na \times hd,$$

де G — доза гіпсу (т/га);
 0,086 — маса 1 моля, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (в мг-екв);
 0,5 — 5% обмінного Na , які необхідно залишити;
 Na — вміст обмінного Na (мг-екв/100 г ґрунту);
 h — глибина меліорованого шару;
 d — об'ємна маса ґрунту (щільність складення).

12. Діапазон оптимальних рН_{водн} для сільськогосподарських культур і мікроорганізмів

Культура	рН	Культура	рН
Гриби	3,0	Виноград, вишня, груша, яблуня, слива, персик, грестиця, капуста листовая, огірки, ріпа, пастернак	6,0–8,0
Журавлина	4,0–5,0		
Рис	4,0–6,0		
Чайний кущ, люпин	4,5–6,0		
Бруква, ріпак	4,7–5,5	Пшениця яра, ячмінь, бавовник	6,0–7,5
Гречка	4,7–7,5		
Картопля	5,0–5,5	Буряк кормовий	6,2–7,0
Суниця, малина	5,0–6,0	Томати	6,3–6,7
Тимофіївка	5,0–6,5	Пшениця озима	6,3–7,6

Редиска	5,0–7,3	Цибуля	6,4–7,9
Овес	5,0–7,7	Шпинат	6,5–7,0
Скитник, квасоля	5,3–6,0	Соя	6,5–7,5
Середела	5,4–6,5	Нітрифікатори та денітрифікатори, азотофіксатори	6,5–7,8
Льон	5,3–6,5		
Капуста цвітна	5,5–6,6		
Морква	5,5–7,0	Мак	6,8–7,2
Сочевиця	5,5–7,2	Горіх грецький	6,8–8,0
Просо, жито	5,5–7,5	Ячмінь, райграс	6,8–7,5
Вика	5,7–6,5	Костриця, буряк цукровий	7,0–7,5
Салат, турнепс, селера	6,0–6,5		
Соняшник	6,0–6,8	Коноплі	7,1–7,4

13. Чутливість с.-г. культур до кислотності орного шару

Чутливість до кислотності	Оптимум рН	Культура	Потреба у вапнуванні (реакція на нього)
Найбільша	5,8–7,5	Люцерна, конюшина, буркун, сочевиця, мак, озима пшениця, просо, костриця, грястиця, райграс, коноплі, часник, селера, смородина	Першочергова
Помірна	5,3–6,0	Кукурудза, пшениця, вика, ячмінь, горох, огірки, бруква, турнепс, гарбузи, костриця, слива, яблуня, суниці	Помірна (добра)
Мала	4,5–6,0	Жито, овес, тимофіївка, гречка, груша	Помірна (позитивна)
Толерантна до помірної	4,5–5,7	Льон, картопля, люпин, помідори, морква	Індиферентна (хвороблива на дисбаланс Са : К : Mg : В)
Толерантна до підвищеної	4,5–5,0	Щавель, середела, агрус	Відсутня (негативна)

14. Прибавки врожаю різних культур від вапнування кислих ґрунтів, ц/га

Культура	Сильнокислі рН < 4,5	Середньокислі рН 4,6–5,0	Слабокислі рН 5,1–5,5
Озимі зернові	4–7	3–4	1,0–1,5
Ярі	3–5	2–3	0,5–1,0
Зернобобові	3–5	2–3	0,5–1,0
Кукурудза	40–50	30–40	20–25
Цукрові буряки	50–60	30–40	20–25
Кормові буряки	80–100	60–70	50–55
Кормова капуста	50–55	30–40	20–25
Капуста	50–60	40–45	25–35
Морква	40–50	30–40	15–20
Конюшина (сіно)	10–20	8–10	3–5

Завдання до самостійної роботи

Завдання 11. Вивчити методи визначення потреби ґрунтів у кальції та розрахунку норм внесення меліорантів.

Завдання 12. Користуючись даними завдань (додаток В) визначити норми внесення меліорантів.

Тема 9. ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ЛАНДШАФТІВ

Контрольні питання

1. У чому полягає сутність принципу пріоритету сільськогосподарського використання земель?

2. У чому полягає сутність системи оптимізації структури сільськогосподарського землекористування?

3. Консервація земель — мета, порядок консервації, критерії визначення необхідності консервації земель.

4. Поняття про адаптивно-ландшафтне землеробство.

5. Що таке агроландшафт?

6. Що може порушувати сталість агроландшафтів?

7. У чому полягає сутність принципів ландшафтного контурно-меліоративного землеробства?

8. Які завдання виконує ґрунтоохоронно-меліоративна організація території?

9. У якій послідовності здійснюють проектування контурної організації території?

10. Які принципи формування ґрунтоохоронно-меліоративно упорядкованих агроландшафтів?

У результаті надмірного залучення земель країни до сільськогосподарського обробітку, сьогодні українське суспільство в спадок отримало негативні наслідки у вигляді розбалансованості співвідношення між категоріями земель, надмірної їх розораності, порушення структури сільськогосподарських угідь, екологічно нестійких агроландшафтів, широкого розповсюдження деградаційних процесів у ґрунті. Усі названі явища негативно впливають на якісні властивості ґрунту — спричинюють невпинне зниження ґрунтової родючості. Це, у свою чергу, негативно позначається як на продовольчій, так і на екологічній безпеці країни.

За період реалізації державної аграрної політики в умовах незалежної України структура сільськогосподарського земельного фонду змінилася. Сьогодні землі сільськогосподарського призначення займають 42776,9 тис. га (це майже 71% всієї території країни). У структурі сільськогосподарських земель частка ріллі складає 32498,5 тис. га (53,8% території країни). Усі інші

сільськогосподарські угіддя (перелogi, багаторічні насадження, сіножаті та пасовища) загалом займають територію в 9059,1 тис. га (це лише 15,1% території країни). В той же час загальна площа лісів складає 10611,3 тис. га. А це лише 17,6% від загальної площі держави.

За умови оптимального розподілення земельного фонду країни питома вага сільськогосподарських угідь не повинна перевищувати 35% території.

Збалансоване та раціональне використання території країни досягатиметься за умови скорочення площі земель інтенсивного сільськогосподарського використання з одночасним збільшенням території екстенсивного сільськогосподарського використання.

Завдання до самостійної роботи

Завдання 12. Розробка заходів щодо оптимізації структури сільськогосподарських ландшафтів.

5. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Змістовий модуль 1. Ґрунтовий покрив та проблеми його деградації

Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань

Навести й подати науково обґрунтоване оцінювання наявної структури земельних ресурсів України. Розробити проєкт оптимальної структури зазначених ресурсів.

1. Охарактеризувати продуктивність сільськогосподарських земель за ґрунтово-кліматичними провінціями України.
2. Користуючись нормативно-правовою документацією, описати й дати кваліфіковане тлумачення питанням охорони ґрунтів у Земельному кодексі України:
 - Закону України «Про охорону земель»;
 - юридичній відповідальності за нераціональне використання земельних ресурсів;
 - на основі аналітичного огляду літератури і статистичних даних описати стан поширення деградаційних процесів за регіонами й областями України.

Змістовий модуль 2. Охорона ґрунтів від ерозії і фізичної деградації

Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань

1. Описати сутність, методикау та досвід натурного моделювання водно-ерозійних процесів.
2. На основі аналітичного огляду літератури описати сутність дефляції ґрунтів. Викласти історію дослідження та досвід боротьби із дефляцією ґрунтів.
3. Навести й науково обґрунтувати проблему переущільнення ґрунтів — поширення, причини, наслідки та методи запобігання.

Змістовий модуль 3. Охорона ґрунтів від біологічної, хімічної та фізико-хімічної деградації

Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань

1. Користуючись результатами агрохімічного обстеження ґрунтів України останніх трьох турів, навести динаміку вмісту гумусу й рухомих форм головних елементів живлення рослин.
2. Описати сучасний стан забруднення ґрунтів України радіоактивними речовинами й подати прогноз його трансформації.
3. Назвати площу кислих земель в Україні, викласти сучасні теорії щодо їх можливого використання.
4. Визначити площі солонцевих комплексів ґрунтів Південного й Сухого

- Степу. Розробити план меліоративних заходів, викласти їх господарче значення.
5. Визначити кризові регіони щодо забруднення техногенними речовинами в Україні. Описати особливості їх хімічного складу, розробити заходи з поліпшення якості цих земель.

Змістовий модуль 4. Рекультивація і моніторинг ґрунтів

Орієнтовний перелік тем індивідуальних завдань

1. Описати на прикладі конкретного регіону порядок використання земель, що виводяться з інтенсивного сільськогосподарського виробництва.
2. Викласти на прикладі конкретного регіону сутність рекультивації земель під час видобування торфу.
3. Назвати нормативно-правові документи та викласти їх сутність з охорони та використання родючого шару ґрунту під час проведення робіт, які призводять до порушення ґрунтів.
4. Описати сутність агрохімічного моніторингу ґрунтів. Визначити його мету, показники та методику обстеження.
5. Описати сутність методів дистанційного зондування для ґрунтового моніторингу, зазначити умови їх використання.

6. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Контроль знань, умінь і навичок здобувачів — невід’ємна складова педагогічного процесу та форма зворотного зв’язку під час вивчення курсу «Охорона ґрунтів і відновлення їх родючості» використовуються такі види контролю: 1) поточний; 2) періодичний (проміжний); 3) підсумковий.

Поточний контроль — контроль рівня знань та вмінь у процесі навчання, який проводиться на лекціях, лабораторно-практичних заняттях. Його види та форми:

- **Експрес опитування** — опитування на засвоєння попередньої лекції (на початку чергової лекції); опитування під час лекції на розуміння її суті; контроль за засвоєнням матеріалу лекції; співбесіда; програмований контроль знань (картки, вирішення проблемних і ситуаційних завдань, тестування); модульний контроль.
- **Поточний (проміжний) контроль** — це контроль після вивчення розділу, теми змістових модулів. Він включає такі види контролю: контрольні роботи; колоквіуми; тестові опитування; контроль за формуванням практичних умінь і навичок; контроль за умінням вирішувати професійно-орієнтовані завдання.
- **Підсумковий контроль** — це контроль, який здійснюється наприкінці вивчення курсу. Це семестровий контроль: курсова робота, комплексні тестові контрольні завдання, семестровий іспит.

Схема нарахування балів

Поточне тестування та самостійна робота									Підсумковий тест (іспит) (30%)	Сума
Змістові модулі										
№ 1			№ 2		№ 3			№ 4	30	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
5	5	9	9	9	9	9	9	10		

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	відмінно
82–89	B	добре
75–81	C	
66–74	D	
60–65	E	задовільно
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0–34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

Оцінка *«відмінно»* — **90–100 балів** — виставляється здобувачу, який під час відповіді на запитання показав всебічні, систематизовані, глибокі знання програмного матеріалу, правильно та повністю виконав поставлене завдання, уміє грамотно інтерпретувати одержані результати; продемонструвати знання основної і додаткової літератури, передбачені на рівні творчого використання.

Оцінка *«добре»* — **71–89 балів** — виставляється здобувачу, якщо під час відповіді на запитання він виявив повне знання програмного матеріалу, передбачене на рівні аналогічного відтворення, правильно виконав поставлене завдання, показав володіння практичними вміннями та навичками, але припустився окремих несуттєвих помилок, які не мають принципового значення.

Оцінка *«задовільно»* — **50–70 балів** — виставляється, якщо під час відповіді на запитання здобувач виявив повні знання основного програмного матеріалу в обсязі, що необхідний для подальшого навчання і роботи, загалом справився з поставленим завданням, але під час цього окремими вміннями та навичками володів невпевнено, припустився незначних помилок в арифметичних розрахунках, демонстрував здатність упоратися з виконанням завдань, передбачених програмою на рівні репродуктивного відтворення.

Оцінка *«незадовільно»* — **35–49 балів** — виставляється, якщо під час відповіді на запитання здобувач виявив серйозні прогалини в знаннях основного матеріалу, зробив принципові помилки, не зміг розв'язати задачу і провести розрахунки тощо.

Під час визначення загальної оцінки враховуються, результати поточного, контролю з лабораторних, практичних, семінарських занять, колоквиумів, які відбулися в період, за який проводиться модульний контроль, а також результати захисту індивідуальних завдань та звітів із лабораторних (практичних) робіт, передбачених навчальною програмою з конкретної дисципліни, та самостійної аудиторної і позааудиторної роботи здобувачів із цієї дисципліни.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Ґрунтознавство : підруч. / Д. Г. Тихоненко, М. О. Горін, М. І. Лактіонов та ін. / за ред. Д. Г. Тихоненка. Київ : Вища освіта, 2005. 703 с.
2. Меліорація ґрунтів (систематика, перспективи, інновації) : колективна монографія / за ред. С. А. Балюка, І. М. Ромащенко, Р. С. Трускавецького. Херсон : Грінь Д. С., 2015. 668 с.
3. Оцінка і прогноз якості земель : навчальний посібник / С. Ю. Булигін, А. В. Барвінський, А. О. Ачасова, А. Б. Ачасов. ХНАУ. Харків, 2008. 237 с.
4. Охорона ґрунтів і відтворення їх родючості : посібник / В. О. Забалуєв, А. Д. Балаєв, О. Г. Тараріко, Д. Г. Тихоненко, В. В. Дегтярьов, О. Л. Тонха, О. В. Піковська. Київ, 2013. 312 с.
5. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / за ред. В. В. Медведєва, М. В. Лісового. Харків : Штрих, 2001. 100 с.
6. Практикум з ґрунтознавства : навч. посібник / за ред. Д. Г. Тихоненка і В. В. Дегтярьова. Вінниця : Нова Книга, 2008. 448 с.
7. Практикум з ґрунтознавства : навч. посібник / за ред. Д. Г. Тихоненка і В. В. Дегтярьова. Харків : Майдан, 2009. 447 с.

Допоміжна

8. Булигін С. Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів : підруч. / Київ : Урожай, 2005. 300 с.
9. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999–2002 рр. : метод, реком. Київ, 1998. 104 с.
10. Вилучення з інтенсивного обробітку малопродуктивних земель та їхнє раціональне використання : метод. реком.; за ред. В. Ф. Сайка. Київ : Аграрна наука, 2000. 39 с.
11. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України. Київ : Урожай. 1994. 333 с.
12. Землеробство в умовах недостатнього зволоження (наукові та практичні висновки). Київ : Аграрна наука, 2000. 80 с.
13. Методика агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення / за ред. С. М. Рижуча, М. В. Лісового, Д. М. Бенцеровського. Київ : 2003. 64 с.
14. Особливості ведення землеробства в посушливих умовах : метод. реком. Київ, 1993. 16 с.
15. Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів від забруднення

- важкими металами в умовах зрошення. ВНД 33-5.5-06-99. Держводгосп. Київ, 1999. 26 с.
16. Про державний контроль за використанням та охороною земель : Закон України. Голос України. 2003. 14 серпня. №151.
 17. Про охорону земель : Закон України. Урядовий кур'єр, 2003. 6 серп. №144.
 18. Ресурсозберігаючі технології хімічної меліорації ґрунтів в умовах земельної реформи / за ред. Р. С. Трускавецького, С. А. Балюка. Київ, 2000. 70 с.
 19. Родючість ґрунтів : моніторинг та управління / за ред. В. В. Медведєва. Київ : Урожай, 1992. 248 с.
 20. Ромащенко М. І., Балюк С.А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ : Світ, 2000. 114 с.
 21. Сільськогосподарське використання осушуваних земель гумідної зони України : метод. реком. / В. Р. Гімбаржевський, Т. М. Коваленко, В. І. Шматок та ін. Київ : Аграрна наука, 2000. 75 с.
 22. Тараріко О. Г., Москаленко В. М. Каталог заходів з оптимізації структури агроландшафтів та захисту земель від ерозії. Київ : Фітосоціоцентр, 2002. 64 с.

11. Інформаційні ресурси

1. Земельний кодекс України. URL : <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2768-14&p=1238685880848334>

ДОДАТОК А
ЗАВДАННЯ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ПОТЕНЦІЙНОЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ
ЕРОЗІЇ ҐРУНТІВ ПІД ВПЛИВОМ ДОЩІВ

1. Кількість опадів не менше 9,5 мм інтенсивністю не менше 0,18 мм/хв (мм) (В)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	20	21	18	31	26	29	27	24	34
1	30	18	25	33	24	30	23	30	25	29
2	25	34	22	23	35	28	31	34	25	33
3	30	20	24	22	20	23	32	23	27	22
4	21	31	25	26	22	25	31	29	35	32
5	31	22	32	27	33	34	29	28	27	19
6	20	29	19	32	24	22	32	26	25	23
7	23	21	25	26	21	33	21	35	21	35
8	20	25	27	29	25	25	35	25	24	28
9	30	25	20	35	24	33	27	35	20	31

2. Тривалість випадіння дощу кількістю опадів не менше 9,5 мм та інтенсивністю не менше 0,18 мм/хв (хв) (t)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	5	11	35	22	11	34	15	24	31
1	37	12	23	44	15	24	33	10	35	19
2	13	25	6	14	33	42	25	15	13	15
3	43	32	41	10	40	48	9	35	45	28
4	7	42	32	43	54	17	18	46	38	50
5	16	18	15	8	45	53	31	20	30	21
6	36	17	25	52	21	26	19	27	50	20
7	45	55	8	7	30	12	37	23	29	33
8	19	31	45	14	15	51	9	17	10	39
9	5	27	5	39	20	22	29	35	19	28

3. Кількість змитого ґрунту на стоковій ділянці (т/га) (А)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	10	16	11	35	15	35	27	23	17
1	32	27	22	24	25	29	13	16	25	12
2	25	32	13	26	31	27	33	12	25	31
3	20	40	25	12	39	21	38	35	42	28
4	17	11	33	19	31	43	30	18	24	35
5	41	28	18	14	30	34	19	12	32	41
6	31	19	15	39	38	14	37	40	23	31
7	13	20	23	10	25	33	11	17	21	19
8	15	38	21	20	10	16	22	35	40	18
9	29	37	30	14	35	37	39	29	24	22

4. Довжина схилу (м) (L)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	250	470	810	920	570	200	100	150	720
1	900	720	260	210	120	180	150	360	280	550
2	110	240	330	490	550	700	210	150	220	550
3	270	130	670	510	420	590	950	900	140	990
4	910	170	230	970	710	730	630	430	340	190
5	440	310	290	480	520	370	750	580	530	420
6	390	650	570	740	480	800	500	320	780	680
7	690	430	700	180	500	770	530	810	760	380
8	340	610	520	790	610	300	410	590	820	840
9	540	710	350	400	730	670	470	830	850	310

5. Крутизна схилу (%) (S)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	1,0	5,2	15,2	3,5	9,5	12,7	5,7	15,5	2,7
1	13,2	15,2	17,2	7,5	19,0	5,0	20,2	22,2	4,2	18,2
2	23,2	4,7	22,7	24,5	12,5	24,0	2,5	7,7	21,0	5,7
3	9,7	12,2	25,0	13,0	9,2	15,7	23,5	11,0	24,2	15,0
4	25,4	2,2	13,5	17,3	19,2	6,5	10,7	3,7	1,7	23,7
5	21,2	25,5	7,2	14,2	4,5	18,5	17,7	14,7	22,5	8,2
6	6,0	13,7	12,0	19,5	10,0	14,5	1,5	13,0	5,5	11,2
7	18,7	24,7	8,7	20,5	3,2	16,0	3,5	15,0	8,5	21,7
8	17,0	2,0	16,5	14,0	21,5	7,0	22,0	10,2	19,7	8,0
9	9,0	11,7	23,0	4,0	10,5	20,0	5,2	18,0	3,0	11,5

6. Значення чинника рослинності й сівозміни (C)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	5,9	4,0	3,0	5,1	4,3	6,7	7,4	4,2	2,0
1	5,0	6,0	4,1	3,8	7,7	2,2	5,0	3,7	5,1	2,7
2	2,9	4,2	2,1	4,8	4,4	6,5	5,8	7,5	5,7	5,2
3	4,3	6,1	5,3	4,9	3,1	4,9	5,2	2,5	7,5	4,7
4	3,9	4,4	4,5	5,4	5,2	4,8	4,1	4,6	6,8	5,5
5	4,5	5,9	3,2	7,8	2,3	5,1	5,8	3,0	6,4	3,5
6	2,4	4,5	4,7	5,5	5,7	6,3	2,8	5,2	3,3	6,2
7	5,2	7,0	7,9	2,5	5,3	4,1	6,5	6,1	5,6	5,1
8	5,4	3,3	5,4	5,6	4,2	5,9	2,8	3,4	4,2	6,8
9	4,0	8,0	7,1	6,5	5,0	3,5	5,5	6,3	7,3	7,2

7. Параметри чинника ефективності протиерозійних заходів (P)

Передостання цифра номера залікової книжки	Остання цифра номера залікової книжки									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	0,02	0,40	0,12	0,50	0,15	0,45	0,05	0,40	0,10
1	0,10	0,15	0,25	0,07	0,30	0,04	0,25	0,50	0,30	0,02
2	0,10	0,45	0,25	0,08	0,32	0,06	0,20	0,40	0,25	0,05
3	0,60	0,15	0,50	0,50	0,15	0,45	0,60	0,03	0,50	0,30
4	0,07	0,63	0,03	0,25	0,40	0,03	0,50	0,25	0,10	0,45
5	0,25	0,25	0,45	0,45	0,50	0,30	0,10	0,50	0,30	0,15
6	0,05	0,60	0,12	0,40	0,05	0,50	0,25	0,02	0,50	0,05
7	0,26	0,60	0,80	0,50	0,25	0,12	0,10	0,25	0,80	0,10
8	0,15	0,02	0,30	0,07	0,80	0,16	0,45	0,30	0,04	0,40
9	0,12	0,26	0,03	0,40	0,45	0,12	0,30	0,04	0,16	0,07

ДОДАТОК Б
ЗАВДАННЯ ДО РОЗРАХУНКУ БАЛАНСУ ГУМУСУ В ҐРУНТАХ
СІВОЗМІНИ

Варіант № 1

Ґрунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено ґною, т
1	Чорний пар	70	-	10
	Однорічні трави на з.к.	30	175	-
2	Озима пшениця	100	35	-
3	Цукрові буряки	100	230	-
4	Горох	100	25	-
5	Озима пшениця	100	28	-
6	Кукурудза на зерно	100	39	-
7	Ячмінь	60	25	-
	Овес	40	21	-
8	Кукурудза на силос	100	289	-
9	Озима пшениця	100	34	-
10	Соняшник	100	15	-

Варіант № 2

Ґрунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено ґною, т
1	Чистий пар	75	-	15
	Вико-вівсяна сумішка на з.к.	25	130	-
2	Озима пшениця	100	37	-
3	Цукрові буряки	100	229	-
4	Кукурудза на силос	100	240	-
5	Озима пшениця	100	32	-
6	Кукурудза на зерно	100	30	-
7	Ячмінь із підс. конюшини	100	21	-
8	Конюшина на з.к.	75	128	-
	Горох	25	29	-
9	Озима пшениця	100	42	-
10	Соняшник	100	10	-

Варіант № 3

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	80	-	20
2	Озима пшениця	80	30	-
3	Цукрові буряки	80	210	-
4	Горох	80	18	-
5	Озима пшениця	80	28	-
6	Картопля	50	217	10
	Кукурудза на зерно	30	25	10
7	Ячмінь	40	28	-
	Просо	25	15	-
	Гречка	15	14	-
8	Кукурудза на силос	80	189	-
9	Озима пшениця	80	31	-
10	Соняшник	80	22	-

Варіант № 4

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	50	-	20
	Кукурудза на з. к.	50	157	15
2	Озима пшениця	100	34	-
3	Цукрові буряки	100	263	-
4	Ячмінь із підс. еспарцету	100	22	-
5	Еспарцет на з. к.	70	132	-
	Озима пшениця на з. к.	30	112	-
6	Озима пшениця	100	31	-
7	Цукрові буряки	100	212	-
8	Кукурудза на силос	100	354	-
9	Озима пшениця	60	29	-
	Озиме жито	40	35	-
10	Соняшник	100	21	-

Варіант № 5

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	120	-	10
2	Озима пшениця	120	29	-
3	Цукрові буряки	120	234	-
4	Ячмінь	60	27	-
	Просо	60	19	-
5	Однорічні трави на з.к.	70	80	-
	Горох	50	24	-
6	Озима пшениця	120	31	-
7	Цукрові буряки	120	254	-
8	Кукурудза на силос	120	342	-
9	Озима пшениця	120	28	-
10	Соняшник	120	19	-

Варіант № 6

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	100	-	15
2	Озима пшениця	100	32	-
3	Цукрові буряки	100	210	-
4	Кукурудза на силос	100	320	-
5	Ячмінь	100	26	-
6	Горох	100	22	-
7	Озима пшениця	100	32	-
8	Цукрові буряки	100	225	-
9	Однорічні трави на з.к.	100	110	-
10	Озима пшениця	100	28	-

Варіант № 7

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	80	-	10
2	Озима пшениця	80	34	-
3	Цукрові буряки	80	210	-
4	Овес	50	24	-
	Ячмінь	30	22	-
5	Горох	80	22	-
6	Кукурудза на зерно	80	34	-
7	Картопля	80	180	-
8	Кукурудза на силос	80	285	-
9	Озима пшениця	80	28	-
10	Соняшник	80	20	-

Варіант № 8

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	100	-	10
2	Озима пшениця	100	28	-
3	Цукрові буряки	100	187	-
4	Кукурудза на силос	100	280	-
5	Ячмінь	100	22	-
6	Горох	100	25	-
7	Озима пшениця	100	31	15
8	Цукрові буряки	100	255	-
9	Кукурудза на силос	100	325	-
10	Соняшник	100	20	-

Варіант № 9

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	110	-	15
2	Озима пшениця	110	38	-
3	Цукрові буряки	110	280	-
4	Горох	110	25	-
5	Озима пшениця	110	32	-
6	Картопля	110	250	-
7	Ячмінь	110	27	-
8	Кукурудза на силос	110	310	-
9	Озима пшениця	110	29	-
10	Соняшник	110	19	-

Варіант № 10

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Кукурудза на з. к.	90	170	15
2	Озима пшениця	90	35	-
3	Цукрові буряки	90	280	-
4	Ячмінь із підс. люцерни	90	24	-
5	Люцерна на з. к.	90	90	-
6	Озима пшениця	90	32	-
7	Цукрові буряки	90	290	-
8	Озиме жито	90	38	-
9	Соняшник	90	22	-

Варіант № 11

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Однорічні трави на з.к.	120	120	10
2	Озима пшениця	120	36	-
3	Цукрові буряки	120	310	-
4	Горох	120	25	-
5	Озима пшениця	120	38	-
6	Кукурудза на зерно	120	32	10
7	Ячмінь	120	30	-
8	Кукурудза на силос	120	350	-
9	Озима пшениця	120	33	-
10	Соняшник	120	21	-

Варіант № 12

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Вико-вівсяна сумішка на з. к.	110	100	15
2	Озима пшениця	110	40	-
3	Цукрові буряки	110	330	-
4	Кукурудза на силос	110	280	-
5	Озима пшениця	110	32	15
6	Кукурудза на зерно	110	36	-
7	Ячмінь із підс. люцерни	110	24	-
8	Люцерна на з. к.	110	80	-
9	Озима пшениця	110	34	-
10	Соняшник	110	22	-

Варіант № 13

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	70	-	20
	Горохо-вівсяна сумішка на з.к.	30	85	10
2	Озима пшениця	100	36	-
3	Цукрові буряки	100	285	-
4	Кукурудза на силос	100	340	-
5	Ячмінь із підс. багаторіч. трав	100	28	-
6	Багаторічні трави	100	125	-
7	Озима пшениця	100	35	-
8	Цукрові буряки	100	275	-
9	Просо	60	22	-
	Гречка	40	28	-

Варіант № 14

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	40	-	10
	Горох	80	29	20
2	Озима пшениця	120	38	-
3	Цукрові буряки	120	300	-
4	Однорічні трави (сіно)	120	42	-
5	Озима пшениця	120	32	-
6	Кукурудза на зерно	120	36	-
7	Кукурудза на силос	120	355	-
8	Озима пшениця	120	42	-
9	Кукурудза на зерно	120	32	-

Варіант № 15

Грунт: Чорнозем

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Чистий пар	125	-	20
2	Озима пшениця	125	30	-
3	Цукрові буряки	125	290	-
4	Ячмінь із підс. еспарцету	125	26	-
5	Еспарцет (сіно)	125	52	-
6	Озима пшениця	125	35	-
7	Кукурудза на зерно	125	38	-
8	Соняшник	125	19	-

Варіант № 16

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави на з. к.	75	97	-
2	Багаторічні трави на сіно	75	58	-
3	Помідори	40	110	10
	Огірки	35	200	10
4	Кукурудза на силос	75	285	-
5	Озиме жито	75	29	-
6	Картопля	75	197	20
7	Однорічні трави(сіно)	75	70	-
8	Озима пшениця	75	24	-
9	Капуста	75	203	-
10	Овес із підс. багаторічних трав	75	23	-

Варіант № 17Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави 1 р. к.	100	95	-
2	Багаторічні трави 2 р. к.	100	60	-
3	Льон	100	8	-
4	Озима пшениця	100	20	-
5	Картопля	100	140	20
6	Люпин на з. к.	100	50	-
7	Озима пшениця	100	19	-
8	Картопля	100	138	-
9	Овес із підс. багаторічних трав	100	12	-

Варіант № 18Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави на сіно	120	58	-
2	Льон	120	6	-
3	Озима пшениця	120	18	-
4	Картопля	120	130	20
5	Люпин на силос	120	112	-
6	Озима пшениця	120	19	-
7	Кукурудза на з. к.	120	110	-
8	Ячмінь із підс багаторічних трав	120	18	-

Варіант № 19Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави 1 р. к.	110	90	-
2	Багаторічні трави 2 р. к.	110	68	-
3	Багаторічні трави 3 р. к.	110	45	-
4	Озима пшениця на з. к.	110	55	-
5	Люпин на силос	110	66	-
6	Озиме жито	110	29	-
7	Кормові буряки	110	137	20
8	Овес із підс багаторічних трав	110	14	-

Варіант № 20

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави з. к.	90	95	-
2	Льон	90	6	-
3	Озиме жито	90	27	-
4	Картопля	90	145	15
5	Кукурудза на силос	90	134	-
6	Озиме жито	90	19	-
7	Ячмінь із підс. багаторічних трав	90	14	-

Варіант № 21

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Люцерна на з. к.	120	97	-
2	Люцерна (сіно)	120	38	-
3	Кормова капуста	120	102	-
4	Кукурудза на силос	120	187	-
5	Озима пшениця	120	21	-
6	Кормові буряки	120	170	20
7	Кукурудза на з.к. з підс. люцерни	120	120	-

Варіант № 22

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Вико-вівсяна сумішка (сіно)	85	46	-
2	Озима пшениця	85	19	-
3	Картопля	85	142	20
4	Льон	85	9	-
5	Кукурудза на силос	85	119	-
6	Горох	85	18	-
7	Озиме жито	85	27	-

Варіант № 23

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Люпин на зел. добриво	95	107	-
2	Озиме жито	95	27	-
3	Картопля	95	139	10
4	Горох	95	15	-
5	Озиме жито	95	29	-
6	Картопля	95	155	-

Варіант № 24Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави (сіно)	100	32	-
2	Багаторічні трави (сіно)	100	21	-
3	Льон	100	9	-
4	Озима пшениця	100	17	-
5	Картопля	100	176	10
6	Люпин на силос	100	113	-
7	Озиме жито	100	31	-
8	Картопля	100	166	10
9	Овес із підс. багаторічних трав	100	16	-

Варіант № 25Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Вико-вівсяна сумішка (сіно)	105	30	-
2	Льон	105	7	-
3	Озиме жито	105	26	-
4	Картопля	105	145	20
5	Кукурудза на силос	105	168	-
6	Озиме жито	105	25	-
7	Овес	105	14	-

Варіант № 26Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави на з. к.	75	107	-
2	Льон	75	10	-
3	Озиме жито	75	27	-
4	Картопля	75	134	10
5	Люпин на силос	75	101	-
6	Озиме жито	75	29	-
7	Ячмінь із підс. багаторічних трав	75	16	-

Варіант № 27

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Занятий пар (конюшина)	90	75	-
2	Озима пшениця	90	19	-
3	Льон	90	7	-
4	Картопля	90	117	15
5	Люпин на з. к.	90	98	-
6	Озиме жито	90	26	-
7	Картопля	90	125	10
8	Кукурудза на силос	90	152	-
9	Овес із підс. конюшини	90	14	-

Варіант № 28

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави на з. к.	95	100	-
2	Багаторічні трави (сіно)	95	34	-
3	Льон	95	8	-
4	Кормові буряки	95	191	20
5	Горох	95	16	-
6	Озима пшениця	95	20	-
7	Кукурудза на силос	95	136	-
8	Ячмінь із підс. багаторічних трав	95	12	-

Варіант № 29

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Багаторічні трави 1 р. к.	75	95	-
2	Багаторічні трави 2 р. к.	75	66	-
3	Багаторічні трави 3 р. к.	75	48	-
4	Кукурудза на силос	75	120	-
5	Озиме жито	75	29	-
6	Картопля	75	140	20
7	Овес із підс. багаторічних трав	75	17	-

Варіант № 30

Грунт: Дерново-підзолистий

№ поля	Культура	S поля, га	Урожайність основної продукції, ц/га	Внесено гною, т
1	Вико-вівсяна сумішка (сіно)	90	30	-
2	Льон	90	7	-
3	Озиме жито	90	27	-
4	Кормові буряки	90	170	15
5	Люпин на силос	90	110	-
6	Озиме жито	90	26	-
7	Ячмінь	90	13	-

ДОДАТОК В

ЗАВДАННЯ ДО ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВНЕСЕННЯ МЕЛІОРАНТІВ ДЛЯ ХІМІЧНОЇ МЕЛІОРАЦІЇ ҐРУНТІВ

1. Визначити норму внесення дефекату, що містить n % CaCO_3 , для хімічної меліорації сірого лісового (опідзоленого) ґрунту, який має величину $N_{\text{гідр.}} = a$ мг-екв/100 г ґрунту. Глибина меліорованого шару ґрунту h см, щільність складання ґрунту = d г/см³.

Показники	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n , % CaCO_3	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
a , Н гідр.	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
h , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
d , г/см ³	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14

Показники	Номер варіанта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n , % CaCO_3	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
a , Н гідр.	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
h , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
d , г/см ³	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24

Показники	Номер варіанта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
n , % CaCO_3	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
a , Н гідр.	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
h , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
d , г/см ³	1,25	1,25	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34

2. Визначити норму внесення дефекату, що містить n % CaCO_3 , для хімічної меліорації сірого лісового (опідзоленого) ґрунту, який увібрав із розчину CaCl_2 a мг-екв $\text{Ca}/100$ г ґрунту. Глибина меліорованого шару ґрунту h см, щільність складання ґрунту = d г/см³.

Показники	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n , % CaCO_3	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
a , мг-екв Ca	8	7	6	5	4	3	8	7	6	5
h , см	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
d , г/см ³	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24

Показники	Номер варіанта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
n , % CaCO_3	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
a , мг-екв Ca	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
h , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
d , г/см ³	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14

Показники	Номер варіанта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>n</i> , % CaCO ₃	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
<i>a</i> , мг-екв Ca	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>d</i> , г/см ³	1,25	1,25	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34

3. Визначити норму внесення гіпсу для хімічної меліорації солонцюватого ґрунту, що має ємність вбирання (Є) *a* мг-екв/100 г ґрунту. У складі обмінних катіонів міститься натрій (Na) у кількості *b* мг-екв/100 г ґрунту. Глибина меліорованого шару ґрунту *h* см, щільність складання ґрунту = *d* г/см³.

Показники	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>a</i> , мг-екв (Є)	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
<i>b</i> , мг-екв (Na)	8	7	6	5	4	3	8	7	6	5
<i>h</i> , см	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
<i>d</i> , г/см ³	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24

Показники	Номер варіанта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>a</i> , мг-екв (Є)	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
<i>b</i> , мг-екв (Na)	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>d</i> , г/см ³	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14

Показники	Номер варіанта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>a</i> , мг-екв (Є)	15	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<i>b</i> , мг-екв (Na)	8	7	6	5	4	3	8	7	6	5
<i>h</i> , см	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
<i>d</i> , г/см ³	1,25	1,25	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34

4. Визначити норму внесення гіпсу для хімічної меліорації солонцюватого ґрунту, який увібрав із розчину CaCl₂ *a* мг-екв Ca/100 г ґрунту. Глибина меліорованого шару ґрунту *h* см, щільність складання ґрунту = *d* г/см³.

Показники	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>a</i> , мг-екв Ca	8	7	6	5	4	3	8	7	6	5
<i>h</i> , см	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
<i>d</i> , г/см ³	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24

Показники	Номер варіанта									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>a</i> , мг-екв Ca	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>d</i> , г/см ³	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14

Показники	Номер варіанта									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>a</i> , мг-екв Са	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
<i>d</i> , г/см ³	1,25	1,25	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34

5. Визначити норму внесення фосфогіпсу, що містить *n* % CaSO₄ 2H₂O, для хімічної меліорації солонцюватого ґрунту, який має склад обмінних катіонів (Є). Глибина меліорованого шару ґрунту *h* см, щільність складання ґрунту = *d* г/см³.

Показники	Номер варіанта										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<i>n</i> , % CaSO ₄ 2H ₂ O	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	
Є, мг- екв/ 100 г ґрунту	Ca ²⁺	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Mg ²⁺	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Na ⁺	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
	K ⁺	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
<i>d</i> , г/см ³	1,05	1,06	1,07	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12	1,13	1,14	

Показники	Номер варіанта										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>n</i> , % CaSO ₄ 2H ₂ O	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Є, мг- екв/ 100 г ґрунту	Ca ²⁺	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	Mg ²⁺	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Na ⁺	3	4	5	6	7	8	9	3	4	5
	K ⁺	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
<i>d</i> , г/см ³	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	

Показники	Номер варіанта										
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
<i>n</i> , % CaSO ₄ 2H ₂ O	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	
Є, мг- екв/ 100 г ґрунту	Ca ²⁺	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
	Mg ²⁺	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Na ⁺	7	8	9	7	8	9	7	8	9	7
	K ⁺	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<i>h</i> , см	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
<i>d</i> , г/см ³	1,25	1,25	1,27	1,28	1,29	1,30	1,31	1,32	1,33	1,34	

Навчальне видання

ОХОРОНА ҐРУНТІВ

Методичні вказівки і контрольні завдання

для самостійної роботи здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 201 «Агрономія»

Укладачі:

ДЕГТЯРЬОВ Василь Володимирович
КРОХІН Станіслав Васильович
ДЕГТЯРЬОВ Юрій Васильович

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman
Папір для цифрового друку. Друк ризографічний.

Ум. друк. арк. _.

Наклад ___ пр.

Державний біотехнологічний університет
61002, м. Харків, вул. Алчевських, 44