

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства
та природокористування
Навчально-науковий інститут агроекології та землеустрою
Кафедра агрохімії, ґрунтознавства та землеробства
Кафедра екології, технології захисту наколишнього середо-
вища та лісового господарства

05-01-214 М

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних та самостійних робіт
з освітньої компоненти
«Збалансоване використання земель»
для здобувачів вищої освіти третього (доктор філософії) рівня ден-
ної, вечірньої та заочної форм навчання за освітньо-науковою про-
грамою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» галузі знань 20
Аграрні науки та продовольство

Рекомендовано радою з якості
освіти ННІАЗ
Протокол № 4 від 14.12.2021 р

Рівне – 2021

Методичні вказівки до до практичних та самостійних робіт з освітньої компоненти «**Збалансоване використання земель**» для здобувачів вищої освіти третього (доктор філософії) рівня денної, вечірньої та заочної форм навчання за освітньо-науковою програмою «Агрономія» спеціальності 201 «Агрономія» галузі знань 20 Аграрні науки та продовольство / М. О. Клименко, Т. М. Колесник., А. М. Прищепа, С. І. Веремеєнко, С. Т. Вознюк, В. М. Фурман - Рівне: НУВГП. – 2021 – 51 с.

Упорядники Клименко М. О., професор, д. с.-г. н., завідувач кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства, Колесник Т. М., доцент, к. с-г. н., завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, Прищепа А. М., професор, д. с.-г. н., професор кафедри екології, технології захисту навколишнього середовища та лісового господарства, Веремеєнко С. І., професор, д. с.-г. н., професор кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, Вознюк С.Т, професор, д. с-г. н., професор кафедри кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства, НУВГП

Відповідальний за випуск: Колесник Т. М., к. с.-г. н., доцент, завідувач кафедри агрохімії, ґрунтознавства та землеробства

Керівник групи забезпечення
Спеціальності 201 Агрономія

Клименко М.О.

© Клименко М.О.,
Колесник Т.М., Прищепа А.М.,
Веремеєнко С.І., Вознюк С.Т., 2021
© Національний університет водного
господарства та природокористування,
2021

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Оцінка структури та продуктивності земельного фонду об'єкту досліджень.....	6
Визначення рівнів, критеріїв та показників збалансованого землекористування об'єкту наукових досліджень	13
Еколого-технологічне групування земель території землекористування як основа контурно-меліоративної організації території	19
Прогнозування та оцінка небезпеки розвитку процесів ерозії ґрунтового покриву	22
Оцінка функціонального стану ґрунтового покриву об'єкту досліджень за еколого-агрохімічними показниками.....	33
Екологічна оцінка та оптимізація структури посівних площ об'єкту досліджень.....	38
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	49
Основна література	49
Допоміжна література	50
Інформаційні ресурси.....	51

ВСТУП

Освітня компонента «Збалансоване використання земель» передбачає комплексний підхід до дослідження, аналізу та оцінки екологічного стану земель та ґрунтового покриву, розробки технологій підвищення їхньої стабільності та продуктивності.

Метою викладання освітньої компоненти «Збалансоване використання земель» є ознайомлення із сучасним станом земель та методами і технологіями збалансованого використання земель сільськогосподарського призначення, методологією дослідження, аналізу та оцінки екологічного стану земель та ґрунтового покриву, розробки технологій підвищення їхньої стабільності та продуктивності.

Ключові слова: збалансоване землекористування, стабільність агроєкосистеми, процеси деградації ґрунтового покриву, відтворення родючості ґрунтів, сівозміни, контурно-меліоративна організація території.

В результаті вивчення освітньої компоненти здобувачі повинні:

знати:

- сучасні особливості стану земельного фонду світу та України,
- типи та причини розвитку процесів деградації ґрунтового покриву,
- критерії та показники оцінки рівня збалансованості землекористування для земель сільськогосподарського призначення;
- особливості та технології збалансованого використання високопродуктивних земель у сільськогосподарському виробництві;
- критерії збалансованості системи застосування добрив та екологічні принципи її проектування;
- принципи контурно-меліоративної організації території та технології захисту ґрунтів від ерозії;
- принципи та технологічні прийоми відтворення родючості деградованих ґрунтів;

уміти:

- визначати рівні, підбирати критерії та показники для оцінки збалансованості землекористування об'єкту наукових досліджень;
- прогнозувати та оцінювати ступінь небезпеки прояву процесів деградації ґрунтового покриву;
- проводити еколого-технологічне групування земель території зем-

лекористування та обґрунтувати проект контурно-меліоративної організації території землекористування

- оцінювати структуру ландшафтно-територальних комплексів, посівних площ та сівозмін;
- оцінювати рівень збалансованості агротехнології щодо їхнього прогнозного впливу на родючість ґрунтового покриву.

Загальна інформація про освітню компоненту та систем оцінювання досягнень здобувачів освіти рівня PhD

Ступінь вищої освіти	Доктор філософії (PhD)
Ступінь вищої освіти	Доктор філософії (PhD)
Освітня програма	Агрономія
Спеціальність	201 Агрономія
Рік навчання, семестр	2-й рік навчання, 3-й семестр
Кількість кредитів	3,0 кредити ЄКТС
Лекції:	16 годин
Практичні/семінари:	14 годин
Самостійна робота:	60 годин
Форма навчання	денна, вечірня, заочна
Форма підсумкового контролю	залік
Мова викладання	українська
Розподіл балів за виконання робіт здобувачем освіти рівня PhD	
Лекції - 16 год	
Практичні роботи - 14 год	Кількість балів
Самостійна робота - 60 год	
№ 1 Оцінка структури та продуктивності земельного фонду об'єкту досліджень - 2 год (2 год*)	10
№ 2 Визначення рівнів, критеріїв та показників збалансованого землекористування об'єкту наукових досліджень - 2 год (2 год*)	10
№ 3. Еколого-технологічне групування земель території землекористування як основа контурно-меліоративної організації території - 2 год	10
№ 4. Прогнозування та оцінка небезпеки	10

розвитку процесів ерозії ґрунтового покриву- 2 год	
№ 5. Оцінка функціонального стану ґрунтового покриву об'єкту досліджень за еколого-агрохімічними показниками	10
№ 6. Екологічна оцінка та оптимізація структури посівних площ об'єкту досліджень	10
Сумарна оцінка за практичну та самостійну роботу	60
Модульний контроль 1	20
Модульний контроль 2	20
Сума балів за всі види робіт у 1-му семестрі:	100

*- аудиторні години для студентів заочної та вечірньої форми навчання

Практична робота № 1

Тема: Оцінка структури та продуктивності земельного фонду об'єкту досліджень

Мета: Ознайомитися із показниками оцінки земельного фонду та оцінити структуру та динаміку земельного фонду світу, Європи, України, Рівненської області та адміністративної одиниці території наукових досліджень.

Завдання:

1. Провести аналіз структури земельного фонду світу, Європи, України, Рівненської області та адміністративної території розміщення об'єкту наукових досліджень на рівень відповідності осередненим екологічним нормативам.
2. Визначити місце території досліджень (України Рівненської області та адміністративної території розміщення об'єкту наукових досліджень) серед держав світу за рівнем : сільськогосподарського освоєння земель та рівнем розораності сільськогосподарських угідь.
3. Охарактеризувати динаміку показників сільськогосподарського освоєння, розорювання земель та виявити основні її передумови і причини за останні 10 років (для адміністративної території розміщення об'єкту досліджень, області, України, Європи, ЄС).

4. Провести порівняльну оцінку продуктивності орних земель об'єкту досліджень відносно продуктивності адміністративної одиниці території досліджень (району, ОТГ), області, України відносно розвинутих держав світу (за даними власних польових досліджень, статистичного щорічника Рівненської області, статистичного щорічника України, статистичних даних ФАО) за останні 5 років (осереднити дані).

Обладнання та матеріали: програмне забезпечення: Excel, Word.

Джерела інформації: [1, 2, 3, 7, 23].

Рекомендації до виконання

1. Аналіз структури земельного фонду

1) Будуємо структурні діаграми структури земельного фонду України (природно-географічних зон Полісся, Лісостепу, Степу) та Рівненської області, адміністративного району (де розміщено об'єкт польових досліджень) та перевіряємо рівень відповідності екологічним нормативам (див. табл. 1.1).

2) Робимо висновки про відповідність(невідповідність) структури земельного фонду екологічним нормативам, визначаємо % реорганізації, прогнозуємо позитивні та негативні наслідки реорганізації у сфері сільськогосподарського виробництва (екологічні, соціальні, економічні). Аналіз виконуємо у формі табл. 1.2.

2. Місце території досліджень серед держав світу за рівнем сільськогосподарського освоєння земель та розораності сільськогосподарських угідь

1) Будуємо дві стовпчикові діаграми: перша «Рівень сільськогосподарського освоєння земель» та друга – «Рівень розораності сільськогосподарських угідь», на основі яких визначаємо держави-рекордсмени та місце України у світі за вказаними показниками.

4. Характеризуємо динаміку світових показників сільськогосподарського освоєння та розорювання земель

1) Будуємо стовпчикові діаграми: «Динаміка сільськогосподарського освоєння земель», «Динаміка розорювання земель», «Динаміка площ пасовищ», «Динаміка зрошуваних земель», «Динаміка забезпеченості населення ріллею».

2) На діаграмах визначаємо екстремуми (максимальні і мінімальні показники). Пояснюємо причини динаміки.

3. Оцінка потенційного та реального рівня продуктивності досліджуваних земель

1) Оцінку реального рівня продуктивності земель проводимо за показниками:

- продуктивності 1 га ріллі (т/га з.о., т/га стратегічних культур);
- продуктивність 1 га пасовищ (т/га з.о., сіна, зеленої маси).

2) Оцінку потенційного рівня продуктивності земель проводимо за показниками:

- потенційної продуктивності 1 га ріллі (т/га з.о., т/га стратегічних культур);
- потенційної продуктивність 1 га пасовищ (т/га з.о., т/га сіна, зеленої маси).

3) Оцінку рівня реалізації потенційної продуктивності проводимо за коефіцієнтом реалізації потенціалу продуктивності:

$$K_{рпш} = \frac{Y_{факт}}{Y_{п}} \quad (1.1)$$

де: $Y_{факт}$ – урожайність стратегічних культур фактична, т/га;
 $Y_{п}$ - урожайність стратегічних культур потенційна (за величиною ФАР), т/га.

4) Порівняльну оцінку агрокліматичних умов (умов тепловологозабезпечення) на досліджуваних територіях проводимо за гідротермічним коефіцієнтом Селянинова:

1. **Гідротермічний коефіцієнт (ГТК)** Г.Т. Селянинова розраховуємо за формулою:

$$ГТК = \frac{r}{0,1 \cdot \sum t_{>10^{\circ}C}}, \quad (1.1)$$

де r – сумарна кількість опадів за період вегетації, мм;

$\sum t_{>10^{\circ}\text{C}}$ – сума температур повітря понад 10°C за той самий період.

Гідротермічний коефіцієнт свідчить про сукупні умови тепло- та вологозабезпеченості території.

За величиною ГТК виділяють такі зони:

I – надлишкового зволоження, або дренажу, $ГТК > 1,3$;

II – забезпеченого зволоження, $ГТК = 1,0 \dots 1,3$;

III – посушливу, $ГТК = 0,7 \dots 1,0$;

IV – сухого землеробства, $ГТК = 0,5 \dots 0,7$;

V – суху, або іригації, $ГТК < 0,5$.

4. Висновки про результати практичної роботи робимо на основі виконаних завдань та аналізу відповідних звітних таблиць (1.1-1.3).

Завдання для самостійної роботи:

1. Побудувати діаграми динаміки структури земельного фонду досліджуваної території за останні 30 років з інтервалом середніх показників у 5 років, виділити екстремуми та спрогнозувати їх вплив на продуктивність ріллі.

2. Побудувати діаграми динаміки структури посівних площ ріллі досліджуваних територій за останні 30 років з інтервалом середніх показників у 5 років, виявити тенденції змін структури та пояснити їхні причини.

3. Побудувати діаграми динаміки врожайності основних польових культур (пшениці озимої, кукурудзи на зерно, сої, ріпаку озимого, ярих зернових) на досліджуваній території за останні 30 років з інтервалом середніх показників у 5 років, виділити екстремуми та пояснити їхні імовірні причини.

4. Побудувати діаграми динаміки ГТК на досліджуваній території за останні 30 років з інтервалом середніх показників у 5 років, виділити екстремуми.

5. Побудувати кореляційні матриці між показниками: % розораності сільськогосподарських угідь, врожайність основних польових культур, ГТК, використовуючи отримані дані за останні 30 років з інтервалом середніх показників у 5 років, зробити висновки про тісноту кореліційних зв'язків (матриці будуємо для:

Таблиця 1.1

Аналіз структури земельного фонду території досліджень

№ за п.	Природно географічна зона (територія)	Категорія земель (угіддя)	Площа, %		Необхідний % реорганізації	Прогнозовані наслідки реорганізації	
			фактична	нормативна		негативні	позитивні
1	Полісся	Землі сільськогосподарського призначення					
		-рілля					
		-ПКУ					
		-багаторічні насадження					
		Землі забудови					
		Непридатні та малопродуктивні землі					
		Освоєні землі (разом)					
2						

Таблиця 1.2

Аналіз реальної продуктивності досліджуваних земель

Територія досліджень	Сільськогосподарська освоєність, %	Розораність с-г угідь, %	Продуктивність земель за рівнем врожайності										Середньозважена продуктивність ріллі т/га зернових од	
			пшениці озимої		кукурудзи на зерно		сої		ріпаку озимого		ярих зернових			
			т/га	т/га зернових од.	т/га	т/га зернових од.	т/га	т/га зернових од			т/га	т/га зернових од		т/га зернових од
Франція														
Німеччина														
Нідерланди														
Фінляндія														
Японія														
Україна														
Область														
Район (ОТГ)														

Таблиця 1.3

Аналіз потенційної продуктивності досліджуваних земель

Територія	Показник			ГТК
	Сума активних температур повітря, $\sum t_{>10^{\circ}C}$	Урожайність потенційна, У _п , ц/га (оз. пшениця)	Урожайність реальна, У _{факт} , ц/га (оз. пшениця)	
Франція				
Німеччина				
Нідерланди				
Фінляндія				
Японія				
Україна				
Зах. Полісся (м/с Луцьк)				
Центральний Лісостеп (м/с Черкаси)				
Північний Степ (м/с Запоріжжя)				
Південний Степ (м/с Красноперекіпськ)				
Область				
Район (ОТГ)				

адміністративного району розміщення об'єкту досліджень, області, України).

Практична робота № 2

Тема: Визначення рівнів, критеріїв та показників збалансованого землекористування об'єкту наукових досліджень

Мета: Ознайомитися з ієрархічними рангами агроєкосистем та критеріями збалансованого землекористування та навчитися обґрунтовувати показники для оцінювання рівня збалансованості землекористування досліджуваного об'єкту

Завдання:

1. ознайомитися із ієрархічними рангами агроєкосистем та встановити ієрархічний ранг досліджуваної агроєкосистеми (за темою дисертаційної роботи);
2. ознайомитися із основними критеріями збалансованого землекористування для цільової категорії земель «землі сільськогосподарського призначення»;
3. обґрунтовувати показники для оцінювання рівня збалансованості землекористування досліджуваного об'єкту (агроєкосистеми за темою дисертаційної роботи);
4. зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Обладнання та матеріали: програмне забезпечення: Excel, Word.

Джерела інформації: [1, 2, 3, 7, 24].

Рекомендації до виконання

1. **Ознайомлення із ієрархічними рангами агроєкосистем та визначення ієрархічного рангу досліджуваної агроєкосистеми**

На сьогодні не існує єдиного підходу до класифікації агроєкосистем. На основі аналізу літературних джерел [1, 4, 5, 6] ми пропонуємо класифікацію агроєкосистем за 6-ти основними ознаками на ранги, типи та види (див. табл.2.1).

Ранг агроєкосистеми – ієрархічна одиниця класифікації, яка об'єднує сукупність агроєкосистем за величиною просторового поширення та біогеохімічної замкнутості.

Тип агроєкосистеми – одиниця класифікації, яка об'єднує сукупність окремих агроєкосистем за спільними ознаками величини антропогенних енергетичних інвестицій, виду біоценозу, ступеню відтворення родючості ґрунту.

Вид агроєкосистеми – одиниця класифікації, яка об'єднує агроєкосистеми за спільними ознаками типу землекористування та ступеню антропогенної керуваності біологічних взаємовідносин.

Таблиця 2.1

Класифікація агроєкосистем за ієрархічними рангами

Одиниця класифікації	Ознака класифікації	Умови класифікації	Класифікаційна відміна
<i>Ранг</i>	Величина просторового поширення	Біосфера	<i>агросфера</i>
		басейн річки	<i>аграрний ландшафт</i>
		фермерське господарство і менші території	<i>агроєкосистема</i>

2. Ознайомлення із основними критеріями збалансованого землекористування для цільової категорії земель «землі сільськогосподарського призначення»

Збалансоване землекористування - така система організації та поєднання форм використання земель, за якої відбувається повне відтворення вихідної продуктивності земель або її збільшення [].

У даній практичній роботі розглянемо рівні, критеріїв та показників збалансованого землекористування для однієї із 7-ти цільових категорій земель, що визначені в Земельному кодексі України - земель сільськогосподарського призначення.

Відповідно до цільового призначення всі землі України поділяються на такі цільові категорії:

- 1) землі сільськогосподарського призначення;
- 2) землі населених пунктів (міст, селищ міського типу і сільських населених пунктів);
- 3) землі промисловості, транспорту, зв'язку, оборони та іншого призначення;

- 4) землі природоохоронного, оздоровчого, рекреаційного та історико-культурного призначення;
- 5) землі лісового фонду;
- 6) землі водного фонду;
- 7) землі запасу.

Згідно Земельного кодексу України, землі сільськогосподарського призначення - це землі, надані для потреб сільського господарства або призначені для цих цілей.

Екологічна оцінка кожної системи і прийомів землеробства дозволить запобігти втратам агроєкосистемою її продуктивності. *Агроєкосистема втрачає стійкість і знижує продуктивність тоді, коли обсяг використання енергії потенційної родючості перевищує певний пороговий рівень* (Тараріко Ю.О., 1996).

Збалансована система землеробства має забезпечувати повну компенсацію відчуження енергії реальної родючості ґрунту за рахунок антропогенних інвестицій, рівень яких не повинен перевищувати екологічно допустимих меж. Система землеробства створює умови використання ґрунту і водночас формує його родючість.

Падіння потенційної родючості неодмінно поведе за собою поступове чи різке зниження ефективної, тому що функціонування агроєкосистеми відбувається за законами збереження і перетворення енергії. Оптимальний режим функціонування АЕС створюється внаслідок дії комплексу прийомів системи землеробства на ґрунт, рослини, приземний шар атмосфери. При цьому змінюється енергопотенціал системи або умови його реалізації. Тому, плануючи застосування тих чи інших заходів, необхідно передбачати наслідки їх застосування для стійкості та стабільності функціонування АЕС (перевірити, як той чи інший захід вписується у екологічні закони, зокрема правило 1%).

Закон (правило) 1 % свідчить: зміна енергетики природної системи понад 1 % виводить природну систему з рівноважного стану. Як і у випадку правила 10 %, багато що залежить від стану природної системи, в якій відбуваються зміни. Це робить правило одного відсотка ймовірнішим, дає лише приписи, яким доцільно слідувати, або у всякому разі враховувати велику ймовірність ланцюга подій, пов'язаних з виходом системи з рівноваги.

Емпірично правило одного відсотка підтверджується дослідженнями в галузі клімато-

логії, геофізичних та біофізичних процесів. Всі великомасштабні явища на поверхні Землі (потужні тропічні циклони, виверження вулканів, процес глобального фотосинтезу тощо), як правило, мають сумарну енергію, що не перевищує 1 % від енергії сонячного випромінювання, що падає на поверхню Землі. Перехід енергетики процесу за це значення зазвичай призводить до суттєвих аномалій і природних лих — різких кліматичних відхилень, змін в характері рослинності, великим лісовим і степовим пожежам, затяжним посухам і т. д.

Особливе значення правило одного відсотка, на думку Н. Ф. Реймерса, має для глобальних систем. Їх енергетика, мабуть, принципово не може перевершити рівень приблизно 0,2 % сонячної радіації, що надходить (рівень енергетики фотосинтезу), без катастрофічних наслідків. Ймовірно, це непереборний поріг і ліміт для людства.

Закон 1% у формі, запропонованій В.Г Горшковим, стверджує, що зміна енергетики природної системи на 1%, як правило, виводить природну систему з рівноважного (квазістаціонарного) стану^[2].

Стійкість агроєкосистеми – це здатність системи відновлювати запрограмовану еволюцією продуктивність на одиницю сукупного енергоресурсу (Тараріко Ю.О., 1996).

Стабільність агроєкосистеми – це її здатність безмежно тривалий час зберігати стійкість за існуючих умов (Тараріко Ю.О., 1996).

Для стабілізації агроєкосистеми та забезпечення її високопродуктивного функціонування необхідно оптимізувати її структуру та основні потоки в ній – речовинні та енергетичні. Це дозволить керувати основними процесами в агроєкосистемі. Стабілізацію процесів у агроєкосистемі потрібно проводити ієрархічно – від оптимізації структури до оптимізації поодиноких процесів і показників, що їх характеризують (див. рис. 2.7).

3. Обґрунтування показників оцінювання рівня збалансованості землекористування досліджуваного об'єкту

Використовуючи дані рис. 2.1, обґрунтовуємо для об'єкту наших польових досліджень основні показники збалансованості системи землеробства, враховуючи мету та завдання дисертаційної роботи.

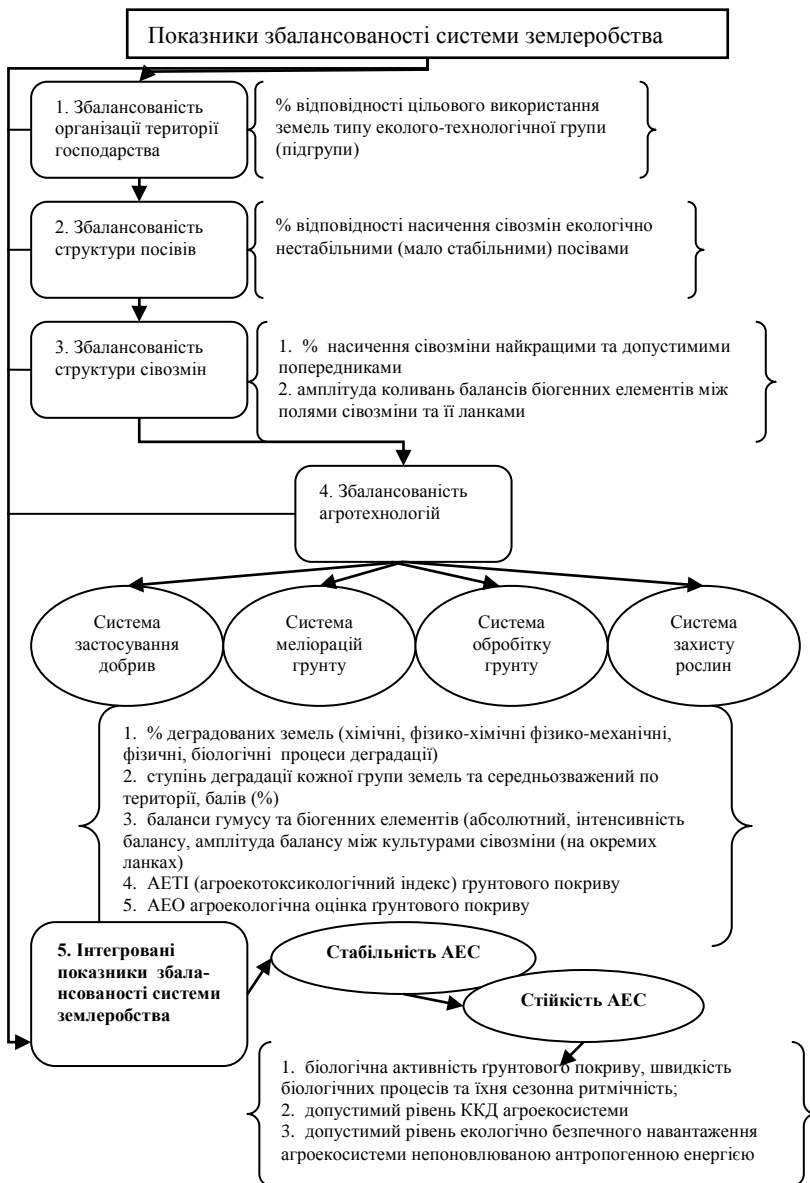


Рис.2.1. Основні показники збалансованості системи землеробства

Результати обґрунтування представляємо у формі табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Обґрунтування показників оцінки збалансованості системи землеробства у досліджуваній сівозміні

Ланка системи землеробства	Набір показників для оцінювання рівня збалансованості	Періодичність оцінювання	Процеси, які відстежує показник	Примітка
1. Сівозміна				
2. Система застосування добрив та меліорацій ґрунту				
3. Система обробітку ґрунту				
4. Система захисту рослин				
5. Система утилізації побічної продукції				

Нижче наводимо пояснення, чому обрали певний набір показників для оцінки збалансованості системи землеробства у досліджуваній сівозміні і які процеси ці показники дозволять нам відстежити. Робимо висновки про можливість дослідження кожного підбраного показника в лабораторіях НУВГП в рамках виконання дисертаційної роботи.

Завдання для самостійної роботи:

1. Для обраних показників оцінки збалансованості системи землеробства у досліджуваній сівозміні підібрати стандартизовані методику досліджень, використовуючи інформаційні джерела [28-29].
2. Результати виконаного завдання представити у формі бази даних таблиці Excel.

Практична робота № 3

Тема: Еколого-технологічне групування земель території землекористування як основа контурно-меліоративної організації території

Мета: ознайомитися із принципами, методами та показниками оцінки орографічних умов території землекористування (басейну річки) та навчитися виділяти еколого-технологічні групи земель та планувати умови і способи їх використання у межах певних цільових категорій земель (угідь).

Завдання: 1. Проаналізувати орографічні умови басейну річки або території землекористування об'єкту досліджень (за даними топографічного плану та карти ґрунтового покриву).

2. Ознайомитися із принципами еколого-технологічного групування (ЕТГ) земель Лісостепу, Степу та Полісся та розподілити усю земельну площу басейну річки на ЕТГ.

3. Визначити обмеження щодо використання земель сільськогосподарського призначення у межах кожної виділеної на пшпні еколого-технологічної групи та підгрупи.

4. Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Обладнання та матеріали: топографічні плани території землекористування та басейну річки, програмне забезпечення: Excel, Word.

Джерела інформації: [1, 2, 3, 7, 9-15].

Рекомендації до виконання

1. Аналіз орографічних умов басейну річки проводимо у такій послідовності:

1) визначаємо основні типи ґрунтів басейну, розраховуємо їхню площу методом палетки чи методом поділу на прості геометричні фігури, встановлюємо % поширення ґрунту кожного типу, результати заносимо до табл. 3.1.

2) визначаємо загальний ухил басейну річки в напрямку основного водотоку за формулою:

$$i_{\text{б.р.}} = \frac{H_{\text{max}} - H_{\text{min}}}{l_{\text{б.о.в.}}}, \quad (3.1)$$

де $i_{\text{б.р.}}$ – загальний ухил басейну річки, безрозм.;

H_{max} – максимальна висотна відмітка басейну у місці витоку основного водотоку, м;

H_{min} – мінімальна висотна відмітка басейну у гирлі основного водотоку, м;

$l_{\text{б.о.в.}}$ – довжина басейну річки по прямій у напрямку основного водотоку, м.

3) встановлюємо коефіцієнт звивистості основного водотоку басейну річки:

$$K_{\text{зв}} = \frac{L_{\text{о.в.}}}{l_{\text{о.в.}}}, \quad (3.2)$$

де $L_{\text{о.в.}}$ – довжина основного водотоку басейну, м;

$l_{\text{о.в.}}$ – довжина прямої, яка сполучає витік і гирло основного водотоку басейну, м.

1) визначаємо довжину гідрографічної мережі басейну, $L_{\text{г.м.}}$ як сумарну довжину всіх водотоків басейну, км;

2) встановлюємо густоту гідрографічної мережі басейну річки:

$$E = \frac{L_{\text{г.м.}}}{S_{\text{б}}}, \quad (3.3)$$

де E – густота гідрографічної мережі басейну річки, км/км²;

$L_{\text{г.м.}}$ – довжина гідрографічної мережі басейну річки, км;

$S_{\text{б}}$ – площа басейну річки, км².

3) визначаємо площі земель з відповідними ухилами (див. форму табл. 3.1.2).

4) ухил поверхні землі визначаємо за допомогою топографічного плану басейну за формулою:

$$i_{\text{н.з.}} = \frac{h_{\text{max}} - h_{\text{min}}}{l_{\text{д.р.}}}, \quad (3.4)$$

де $i_{n.з.}$ – ухил поверхні землі між горизонталями, безрозм.;

h_{max} – відмітка вищої горизонталі, м;

h_{min} – відмітка нижчої горизонталі, відносно якої визначаємо ухил, м;

$l_{д.з.}$ – довжина ділянки між горизонталями, між якими визначаємо ухил поверхні землі (визначається як довжина перпендикуляра, що об'єднує ці горизонталі), м.

8) площу земель з певним ухилом поверхні землі визначаємо як сумарну площу ділянок з ухилом заданих меж.

Межі ділянки землі між двома горизонталями, яка має певний діапазон ухилу, визначаємо за максимально допустимими границями довжини перпендикуляра між двома сусідніми горизонталями.

Максимально допустимі границі довжини перпендикуляра між двома сусідніми горизонталями для певного діапазону ухилів поверхні землі визначаємо за формулами:

$$l_{max} = \frac{h_{max} - h_{min}}{tg \alpha_{max}}, \quad (3.5)$$

$$l_{min} = \frac{h_{max} - h_{min}}{tg \alpha_{min}}, \quad (3.6)$$

Результати оцінки топографічних умов басейну річки заносимо до табл.2.1.

Подаємо характеристику орографічних умов басейну (див. форму таблиці 1.1) на основі аналізу топографічного плану, на якому виявляють еколого-технологічні групи земель басейну та навпроти кожної групи зазначаємо обмеження щодо сільськогосподарського використання. Робимо висновок про стійкість ґрунтового покриву кожної групи та зазначаємо ґрунтово-ерозійні процеси.

Таблиця 3.1
Орографічні умови басейну річки (території землекористування)

Аналізований показник	Значення показника	
1	2	
Тип рельєфу		
Наявність замкнутих форм рельєфу, шт.	понижень	
	підвищень	
Тип схилів:		
% від усіх форм рельєфу		
Висотні відмітки, м	Мах	

		Min			
Перепад висот, м		Max-min			
Площа земель, ухилом, км ²	0 ⁰ -1 ⁰	1 ⁰ -2 ⁰	2 ⁰ -3 ⁰	3 ⁰ -5 ⁰	>5 ⁰
	% від площі басейну				
Еколого-технологічна група (підгрупа) земель					
Площа ріллі в межах групи (підгрупи), км ²					
Стійкість земель до водної ерозії					
Заходи обмеження сільськогосподарського використання					

На основі результатів табл. 3.1 оцінити площі земель, на яких необхідно провести заходи із реорганізації структури посівів та сівозмінів, ґрунтозахисного обробітку ґрунту.

Завдання для самостійної роботи:

1. На топографічному плані досліджуваної території намитити місця розміщення елементів контурно-меліоративної організації території, які потрібно запроєктувати.
2. Написати науково обґрунтовані рекомендації вибору місць розміщення протиерозійних рубежів, які потрібно запроєктувати в системі контурно-меліоративної організації території землекористування.

Практична робота № 4

Тема: Прогнозування та оцінка небезпеки розвитку процесів ерозії ґрунтового покриву

Мета: Ознайомитися із типами, природними передумовами та антропогенними причинами розвитку процесів ерозії ґрунтового покриву та навчитися оцінювати сучасний стан розвитку ерозійних процесів та прогнозувати водно- та вітро-ерозійну небезпеку території і планувати заходи протиерозійного захисту.

Завдання: 1. За матеріалами навчального посібника [1, тема 4-5] виявити природні передумови та антропогенні причини розвитку водно- та вітро-ерозійних процесів ґрунтового покриву.

2. На основі вихідних даних діагностувати фактичну еродованість ґрунтового покриву в басейні річки за окремими типами ґрунтів ріллі та на території орних земель в цілому.
3. Срогнозувати потенційну водно-ерозійну небезпеку досліджуваної території (орних земель басейну річки).
4. Підібрати комплекс протиерозійних заходів щодо запобігання подальшому розвитку водно-ерозійних процесів на території басейну річки.
5. На основі вихідних даних діагностувати фактичну величину щорічної дефляції ґрунтового покриву в басейні річки за окремими типами ґрунтів ріллі та на території орних земель в цілому та встановити % дефляційних втрат ґрунту в сумарних ерозійних втратах.
6. Срогнозувати та оцінити потенційну вітро-ерозійну небезпеку на території басейну річки (для орних земель).
7. Підібрати комплекс протиерозійних заходів щодо запобігання подальшому розвитку дефляційних процесів на території басейну річки.
8. Оцінити щорічне збереження шару ґрунту від впровадження комплексу протиерозійних заходів.

Обладнання та матеріали: програмне забезпечення: Excel, Word.

Джерела інформації: [1, 2, 29, 30].

Рекомендації до виконання

1. Аналіз фактичного та потенційного прояву водної ерозії ґрунтів басейну річки (для орних земель)

1.1. Діагностика фактичної еродованості ґрунтів

Інформація щодо *фактичної еродованості ґрунтів* є необхідною для оцінки фактичного стану еродованості і виступає точкою відліку, відносно якої буде оцінюватися наступна динаміка процесів ерозії та ефективність запроєктованих протиерозійних заходів.

Фактична еродованість ґрунтів визначається за допомогою наступних показників:

- 1) Інтенсивність фактичних середньорічних втрат ґрунту (P), т/га.
- 2) Фактична еродованість, що має місце на певній території (окремо для основних цільових категорій земельних ресурсів), %.
- 3) Показник прояву ерозії ґрунтів (*ППЕГ*), %.

4) Шар потенційного рідкого стоку ($ПС$), мм;

Інтенсивність фактичних середньорічних втрат ґрунту порівнюють із нормою ерозії (див табл.4.1).

Фактична еродованість оцінюється у % еродованих ґрунтів до площі усіх ґрунтів того чи іншого типу угідь (ріллі, багаторічних насаджень та ін.).

Показник прояву ерозії ґрунтів розраховуємо за формулою:

$$ППЕГ = \frac{ПС - \left(\frac{ПС}{K}\right)}{ПС} \cdot 100 \quad (4.1)$$

де $ПС$ — потенційний стік 10%-ної забезпеченості, мм/рік;

K — коефіцієнт еродованості ґрунтового покритву.

$ППЕГ$ характеризує виконану роботу поверхневого стоку.

Коефіцієнт еродованості ґрунтового покритву (K) обчислюється як середньозважена величина для кожного ґрунту на підставі коефіцієнтів, які вказують на відповідне зниження родючості у порівнянні з повнопрофільним ґрунтом:

- нееродований — 1;
 - слабоеродований — 1,2;
 - середньоеродований — 1,4;
 - сильноеродований — 1,6.
- Проте інформація блоку «фактична еродованість» є недостатньою ні для наукового обґрунтування стратегії охорони ґрунтів від ерозії, ні для проектування протиерозійного захисту на певній території. Необхідні дані прогнозу ерозії на майбутнє (потенційної ерозійної небезпеки).

Таблиця 4.1

Нормативи фактичних водно-ерозійних процесів

№ п.п.	Ступінь розвитку водно-ерозійних процесів	Нормативи за окремими показниками	Протиерозійні заходи
1	2	3	4
1	Нормальний	а) Норма середньорічної ерозійної втрати ґрунту: - дерново-підзолисті і ясно-сірі ґрунти: 1,8 - 2,4т/га; - сірі і темно-сірі ґрунти: 2,2 - 2,5 т/га; - чорноземні ґрунти: 2,6 - 4,5 т/га; - темно-каштанові і каштанові: 2,0 - 2,5 т/га; б) фактична еродованість істотно не впливає на родючість ґрунтів - середньозважений $K \leq 1,05$; в) $ППЕГ < 5$; г) $ПС < 5,0$.	Загально прийняті технології вирощування сільськогосподарських культур та іншого використання земельних ресурсів без додаткового протиерозійного упорядкування території.
2	Задовільний	а) Щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» в 1,5 - 3 рази; б) Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву коливається в межах $1,05 < K < 1,10$; в) $5,1 < ППЕГ < 10,0$; г) $ПС < 8,0$	Критичний аналіз технологій використання земельних ресурсів. Виявлення і усунення грубих помилок у технологічному процесі. Зниження сільськогосподарського навантаження на ландшафти (зменшення площі ріллі, мінімізація технологій тощо).
3	Передкризовий	а) Щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» в 3 - 5 разів; б) Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву коливається в межах $1,11 < K < 1,15$; в) $10,1 < ППЕГ < 15,0$; г) $8,1 < ПС < 15,0$.	Розробка генеральної схеми протиерозійних заходів. Невідкладний перехід на екологічно «чисті» технології. Агроландшафтне протиерозійне упорядкування на підставі розроблених інженерними методами проєктів.

4.	Кризовий	а) Щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» в 5-7 разів; б) Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву коливається в межах $1,15 < K < 1,20$; в) $15,1 < ППЕГ < 20,0$; г) $15,1 < ПС < 25,0$.	Різке скорочення ріллі (не менше ніж на 40-50%). Зміна спеціалізації сільського господарства, формування кормової бази за рахунок природних кормових угідь. Повсюдне суцільне заліснення малорозвинених сильно деградованих та малопродуктивних земель. Систематичний всебічний контроль за використанням земель, налагоджування оперативного кризового моніторингу.
5.	Катастрофічний	а) Щорічні ерозійні втрати ґрунту перебільшують «норму» більше, ніж у 7 разів; б) Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву $K > 1,20$; в) $ППЕГ > 20,1$; г) $ПС > 25,1$.	Планування спеціальної меліорації і рекультивативних заходів. Скорочення ріллі більш, ніж на 50%. Оголошення території зоною екологічного лиха, що потребує державних заходів відповідно до чинного законодавства.

1.2. Прогнозування потенційної водно-ерозійної небезпеки

Оцінка *потенційної ерозійної небезпеки* є необхідною передумовою планування заходів попередження антропогенної ерозії вище рівня фактичної еродованості. Саме на показниках потенційної ерозійної небезпеки базується обґрунтування протиерозійних заходів (їхня величина, локалізація і прогнозована ефективність).

Оцінка потенційної ерозійної небезпеки можлива за наявності характеристик природних факторів ерозії. Теоретичною підставою розрахунків потенційної ерозійної небезпеки є те, що єдиною причиною сучасної ерозії є діяльність людини, а природні фактори ерозії (обставини) — лише її передумови.

Норматив прояву ерозії (норма ерозії) повинен дорівнювати швидкості ґрунтоутворюючого процесу. Проте на ґрунтах різної вихідної потужності профілю однакові ерозійні втрати ґрунту призведуть до різних наслідків.

Оцінка *потенційної ерозійної небезпеки* проводиться за наступними показниками:

- 1) Індекс збереження ґрунтів (*ІЗГ*);

2) Група непрямих показників.

Індекс збереження ґрунтів (*ІЗГ*) - кількісний показник ерозійної небезпеки.

Індекс збереження ґрунтів (ІЗГ) - показник, який вказує на кількість років, через яку можливо втратити гумусовий горизонт (*H*), якщо в середньому кожного року ерозія буде на рівні величини *P* (10%-ої забезпеченості):

$$ІЗГ = \frac{H}{P}, \quad (4.2)$$

де *H* - потужність генетичного горизонту ґрунту, т/га;

P- величина ерозії ґрунту за рік (забезпеченістю 10%), т/га.

Нормування потенційної ерозійної небезпеки ґрунтів за *ІЗГ* проводиться за даними таблиці 4.2.

Нормування потенційної ерозійної небезпеки ґрунтів за комплексом непрямих показників проводиться за даними таблиці 4.3.

Таблиця 4.2

**Нормування потенційної водно-ерозійної небезпеки за *ІЗГ*
(за С.Ю. Булігіним)**

№ п.п.	Ступінь розвитку водно-ерозійних процесів	Норматив за <i>ІЗГ</i> , років	Характеристика процесів
1	Нормальний	$ІЗГ > 1000$	Небезпека прискореної ерозії ґрунту відсутня
2	Задовільний	$ІЗГ = 600-1000$	Має місце початок еродування ґрунту
3	Передкризовий	$ІЗГ = 300-600$	Ерозійні процеси реально загрожують збереженню ґрунту
4	Кризовий	$ІЗГ = 150-300$	Відбувається прискорене зменшення потужності ґрунту
5	Катастрофічний	$ІЗГ < 150$	Склалися умови втрати ґрунту на очах одного покоління

1. Вітрова ерозія ґрунтів (дефляція)

Не піддаються видуванню лише гідроморфні ґрунти, у яких ґрунтові води знаходяться на глибині, яка не перевищує половини потужності капілярної кайми.

1.1. Оцінка фактичної дефляції

Фактичний рівень дефляції можна оцінити експериментально методами визначення кількості видутого ґрунту (за допомогою пісковловлювачів, пиловловлювачів чи польових ерозіомірів) або методом визначення еродованості ґрунтів за потужністю наносів дрібнозему у лісосмугах.

Показники фактичної дефляції, як і фактичної водної ерозії, є точкою відліку оцінки ефективності, величини та локалізації проти-ерозійних заходів, які впроваджено або планується впровадити. Важливим завданням є попередження прискореної дефляції, тобто її доведення до норми. Для цього проводять прогнозування дефляційних втрат ґрунту та порівняння їх із нормативами (див. табл. 4.4).

Таблиця 4.3

Нормативи для непрямой оцінки ерозійної небезпеки
(за В.В. Медведсьвим, 2012)

№ п.п.	Показник	Характеристика ерозійної небезпеки				
		Відсутня	Слабка	Помітна	Сильна	Катастрофічна
1	Розораність території, %	< 40	40-45	45-50	50-60	> 60
2	Співвідношення площ під ріллею і стабільними земельними угіддями	< 1,0	1 - 1,3	1,3-1,7	1,7-3,0	> 3,0
3	Еродованість ріллі, %	< 20	21-30	31-40	41-50	> 50
4	Розораність земель на ухилах >2°, %	< 20	21-30	31-40	41-50	> 50
5	Клас ерозійної небезпеки, сума балів	5	6-10	11-15	16-20	21-25

нормування її параметрів проводять за такими показниками:

- 1) Перевищення втрат ґрунту над багаторічною нормою ерозії (разів);
- 2) Періодичність посух;
- 3) Пониження гідротермічного коефіцієнта;
- 4) Перенесення пилу.

Таблиця 4. 4

Інтенсивність вітрової ерозії для основних типів ґрунтів рівнинної території України (за В.В. Медведєвим, 2012)

Тип ґрунту	Норма ерозії т/(га рік)	Класи інтенсивності ерозії (перебільшення норми ерозії, рази)					
		1	2	3	4	5	6
		відсутня	слабка	середня	сильна	дуже сильна	катастрофічна
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Дерново-підзолисті, дернові і оглеєні, їх види, піщані і супіщані	1,5	1-1,5	1.5-15	15-45	45-150	150-450	>450
2. Опідзолені ґрунти, оглеєні і реградовані їх види	3,0	1-3	3-30	30-90	90-300	300-900	>900
3. Чорноземи типові всіх видів	4,0	1-4	4-40	40-120	120-400	400-1200	>1200
4. Чорноземи звичайні всіх видів, чорноземи на щільних глинах	3,0	1-3	3-30	30-90	90-300	300-900	>900
5. Чорноземи південні всіх видів, чорноземи глинисто-піщані, чорноземи солонцюваті на нелесових породах	2,5	1-2,5	2,5-25	25-75	75-250	250-750	>750
6. Темно-каштанові, каштанові солонцюваті, лучно-каштанові солонцюваті, оглеєні солонцюваті і осолоділі ґрунти подів, солонці і солончаки	2,0	1-2	2-20	20-60	60-200	200-600	>600
7. Чорноземи і дернові шебенюваті ґрунти на еловій щільних не-карбонатних і карбонатних порід	2,0	1-2	2-20	20-60	60-200	200-600	>600
8. Лучно-чорноземні, лучні і чорноземно-лучні ґрунти всіх видів на лесових, алювіальних і делювіальних породах	4,0	1-4	4-40	40-120	120-140	400-1200	>1200
9. Лучно-болотні, болотні, торфово-болотні ґрунти та торфовища	2,0	1-2	2-20	20-60	60-200	200-600	>600

2.2. Прогнозування потенційної вітро-ерозійної небезпеки та

1) Величину потенційно можливих втрат ґрунту від дефляції розраховують за залежністю:

$$E_p = \frac{10^{a-bk} \cdot 0,1 \cdot K_s \cdot V_{\max}^3 \cdot t}{V_{ag}^3}, \quad (4.3)$$

де E_p - потенційно можливі втрати ґрунту, т/(га рік);

a, b - коефіцієнти, які залежать від генезису, гранулометричного складу, фізичних і фізико-хімічних властивостей ґрунту (див. табл.3.5);

k - грудкуватість поверхневого шару ґрунту, %;

K_s - коефіцієнт руйнування агрегатів;

t - кількість годин з проявленням вітрової ерозії за рік (дорівнює тривалості пилових бур);

V_{\max} - середня максимальна швидкість вітру конкретного району (дорівнює середній максимальній швидкості вітру при пилових бурях 20%-ої забезпеченості), м/с;

V_{ag} - базова швидкість вітрового потоку в аеродинамічній трубі, м/с ($V_{aep}=23$ м/с);

$0,1$ - перерахування з г/м² за хвилину на т/(га рік).

2) *Періодичність посух* визначають за метеоданими шляхом розрахунку ГТК або агрокліматичними довідниками.

3) *Пониження ГТК* розраховують за конкретними метеоданими окремо по місяцях періоду можливого прояву вітрової ерозії.

4. Перенесення пилу встановлюють за метеоданими кліматичних та агрокліматичних довідників.

Діагностику *потенційної вітро-ерозійної небезпеки* виконують шляхом порівняння із нормативами (табл. 4.6), використовуючи нормативи для ґрунтів різного генезису (див. табл. 4.4).

Таблиця 4.5

Величини коефіцієнтів регресій (a, b), грудкуватості (k), коефіцієнтів руйнування (K_s) для основних типів ґрунтів України (за В.В. Медведєвим, 2012)

№ пп	Тип ґрунту	a	b	k	K_s
1.	Дерново-підзолисті, дернові опідзолені, оглеєні, опідзолені ґрунти піщані, глинисто-піщані і супіщані	2,3497	0,0339	15-20	0,75-0,90
2.	Торфово-болотні ґрунти та торфовища	6,1675	0,0918	43-66	0,90-1,00
3.	Сірі опідзолені, чорноземи опідзолені і солонцюваті, каштанові солонцюваті, солонці суглинкові і глинисті	3,0052	0,0252	48-52	0,30-0,70
4.	Чорноземи типові і звичайні нееродовані і слабоеродовані, лучні, лучно-чорноземні, чорноземно-лучні	3,4915	0,0351	29-46	0,50-0,60
5.	Чорноземи типові і звичайні середньо- і сильноеродовані	4,3060	0,0580	26-44	0,40-0,60
6.	Чорноземи південні всіх видів, крім солонцюватих	3,6955	0,03377	31	0,60
7.	Чорноземи південні міцелярно-карбонатні і чорноземи та дернові ґрунти на елювії карбонатних порід	2,7830	0,0200	29-43	0,60-0,80
8.	Чорноземи супіщані і глинисто-піщані	3,6627	0,0218	23-45	0,60-0,80
9.	Чорноземи на щільних глинах	3,4915	0,0351	27-42	0,60

Таблиця 4.6

**Нормативи вітро-ерозійних процесів і посух
(за В.В. Медведєвим, 2012)**

Ступінь розвитку вітро-ерозійних процесів	Перевищення втрат ґрунту над нормою ерозії (разів)	Періодичність посух, зниження ГТК, перенос пилу	Протиерозійні заходи
1. Нормальний (сприятливий)	у 1-20	-	Звичайні або ґрунтозахисні технології.
2. Задовільний	у 20-30	Перенос пилу з інших регіонів	Мінімальні, аж до «нульових», технології обробітку ґрунту. Потрібні інженерні розрахунки втрат ґрунту. Відстані між основними лісосмугами не більші 15-20-кратної висоти насаджень.
3. Передкризовий	у 30-50	Перенос пилу з інших регіонів	Ґрунтозахисні системи обробітку ґрунту. Інженерні розрахунки втрат ґрунту і розрахунки оптимальних відстаней між основними лісосмугами.
4. Кризовий	у 50-100	Перенос пилу. Посухи 1 раз у 1,5-3,5 роки, ГТК = 0,2-0,3	Мінімальні системи ґрунтозахисних обробітків. Обов'язкові розрахунки втрат ґрунту і оптимальних відстаней між лісосмугами. Необхідні зміни у співвідношенні основних угідь, помірне зволоження при зрошенні.
5. Катастрофічний	>100	Перенос пилу. Посухи 1 раз у 1,5-2 роки, ГТК = 0,2-0,3	Необхідні зміни в співвідношенні площ основних угідь. Спеціальні меліорації і радикальні зміни системи господарювання, заходи проти осолонцювання, засолення ґрунтів та опустелювання.

2. Висновки

На основі аналізу фактичного стану та потенційної ерозійної небезпеки робимо висновки:

1) про фактичний рівень еродованості ґрунтів (визначаємо ступінь розвитку вітро-ерозійних та водно-ерозійних процесів);

2) про потенційно можливий рівень розвитку окремо водно-ерозійних та вітроерозійних процесів, вказуємо, який тип ерозії забезпечить більші втрати ґрунтів (на скільки %, разів);

3) на основі оцінки фактичного стану та прогнозу розвитку ерозійних процесів підбираємо комплекс заходів щодо захисту досліджуваної території від водної та вітрової ерозії і прогнозуємо наслідки впровадження цих заходів, механізм їхньої дії.

Завдання для самостійної роботи:

1. Спрогнозувати зміну ІЗГ для досліджуваного типу ґрунту при змінних значеннях потенційних водно-ерозійних втрат ґрунту, які перевищуватимуть прогнозовані на 50% та будуть нижче прогнозованих на 50%.

2. Спрогнозувати, як змінився стан ерозійної небезпеки на території розміщення об'єкту польових досліджень (за темою дисертаційної роботи) за останні 30 років у зв'язку зі змінами клімату (за змінами ГТК, оціненими прививченні ОК8 Сучасні аспекти наукової спеціальності Агрономія).

Практична робота № 5

Тема: Оцінка функціонального стану ґрунтового покриву об'єкту досліджень за еколого-агрохімічними показниками

Мета: ознайомлення з еколого-агрохімічними показниками стану ґрунтів та освоєння методики еколого-агрохімічної оцінки ґрунтів.

Завдання: 1. На основі еколого-агрохімічного паспорту поля провести агрохімічну оцінку та зведену агроекологічну оцінку ґрунтів поля.

2. Визначити лімітуючі показники еколого-агрохімічної якості ґрунтового покриву поля, розрахувати відсоток їхнього перевищення (зниження) над оптимальними показниками.

3. Спрогнозувати можливі наслідки впливу лімітуючих показників на ріст і розвиток рослин.

4. Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Обладнання та матеріали: еколого-агрохімічні паспорти полів об'єкту досліджень програмне забезпечення: Excel, Word.

Джерела інформації: [1, 2, 17, 18, 19, 20, 21, 24].

Рекомендації до виконання

Оцінка якості ґрунтів поля за еколого-агрохімічними показниками визначається на основі даних еколого-агрохімічного паспорту поля, а саме таких блоків – агрономічні властивості ґрунту (фізичні та хімічні) та техногенне навантаження (забруднення радіонуклідами, рештками пестицидів, важкими металами).

1. Визначення агрохімічної оцінки ґрунту.

Агрохімічну оцінку окремого типу ґрунту (ґрунтового масиву) проводять за формулою:

$$AXO = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{n} \cdot K_{pH} \cdot K_{сол}, \quad (2.5.1)$$

де: B_i – оцінка ґрунту за i -тим показником, балів;

n – кількість показників, що використовували для агрохімічної оцінки.

Оцінку ґрунту за i -м показником проводять за формулою:

$$B_i = \frac{P_{i\phi}}{P_{ie}} \cdot 100, \quad (2.5.2)$$

де: $P_{i\phi}$, P_{ie} – агрохімічний (агрофізичний) показник відповідно досліджуваного та еталонного ґрунту;

K_{pH} – поправочний коефіцієнт на кислотність (див. табл. 5.1);

$K_{сол}$ – поправочний коефіцієнт на засоленість та солонцюватість (див. табл. 5.1).

Таблиця 5.1

Поправочні коефіцієнти на кислотність ґрунтів до АХО

Ґрунт за ступенем кислотності	рНсол для		Коефіцієнт	
	мінеральних ґрунтів	торфовищ	Полісся	Лісостепу
Близький до нейтрального	5,6-6,0	4,8	1,00	0,96
Слабкокислий	5,1-5,5	4,2-4,8	0,92	0,89
Середньокислий	4,6-5,0	3,5-4,2	0,85	0,81
Сильнокислий	4,5	3,5	0,74	0,71

Таблиця 5.2

**Поправочні коефіцієнти на засоленість і солонцюватість
грунтів до АХО**

Грунт за ступенем солонцюватості та засолення	Поправочний коефіцієнт
Середньосолонцюватий	0,70
Сильносолонцюватий	0,60
Середньозасолений	0,70
Сильнозасолений	0,50

2. Визначення зведеної еколого-агрохімічної оцінки ґрунту.

Для цього до зведеної агрохімічної оцінки (АХО) послідовно вводять поправки на екологічні показники: забруднення радіонуклідами ($K_{рад}$), важкими металами ($K_{ВМ}$), рештками пестицидів та їх метаболітів (K_n) та поправку на кліматичні умови та меліорації ($K_{кл}^{мел}$):

$$ЕАО = АХО \cdot K_{ВМ} \cdot K_{рад} \cdot K_n \cdot K_{кл}^{мел}, \quad (5.3)$$

Поправочні коефіцієнти на забруднення ґрунту ВМ, радіонуклідами та пестицидами вводяться лише тоді, якщо рівень забруднення вище ГДК чи ДРЗ.

При цьому для радіонуклідів використовують спеціальну таблицю із поправочними коефіцієнтами (див. табл. 5.3.), а для ВМ та пестицидів враховується кратність разів перевищення ГДК чи ДРЗ із заокругленням в бік збільшення до цілої величини: якщо перевищення становить навіть 1,1., то збільшуємо кратність перевищення до 2 разів і т.д.

Таблиця 5.3

Поправочні коефіцієнти на забрудненість ґрунтів радіонуклідами до ЕАО

Рівень забруднення ^{137}Cs	Коефіцієнт
до 1,0	1,00
1,1-5,0	1,00-0,96
5,1-10,0	0,95-0,84
10,1-15,0	0,83-0,76

Поправочний коефіцієнт відповідно на забруднення ВМ чи пестицидами встановлюється за формулою:

$$K = \frac{100 - (n - 1) \cdot 4}{100}, \quad (5.4)$$

$$n = \frac{C_{\text{факт}}}{C_{\text{ГДК}}}, \quad (5.5)$$

$$C_{\text{факт}} = P_{\text{іф}},$$

Якщо $n \leq 1$, то $K=1$.

де n – заокруглена до цілих кратність перевищення ГДК чи ДРЗ.

Поправочний коефіцієнт на кліматичні умови та меліорації також обирається за довідковими даними (табл. 5.5.). При цьому, якщо мають місце меліорації, то враховується лише поправка на меліорації, якщо не мають – то лише на кліматичні умови. Якщо оцінюваний земельний масив меліорований частково, то знаходимо середньозважений поправочний коефіцієнт на клімат і меліорації.

Таблиця 5.4

Гранично допустимі концентрації (ГДК) елементів-забруднювачів у ґрунтах, мг/кг

Елемент	Рухомі форми	Валовий вміст
Миш'як	-	2,0
Кадмій	-	3,0
Мідь	3.0	Фон+35

Продовження табл. Б.4.4

Ртуть	-	2,1
Свинець	20.0	Фон+20,0
Цинк	23,0	Фон+50,0
Нікель	4,0	Фон+45,0
Марганець	-	1500,0
Хром		0,05
Ванадій	-	150,0

Таблиця 5.5

Поправочні коефіцієнти на кліматичні умови та зрошення до ЕАО ґрунтів

Область	Коефіцієнт на кліматичні умови	Коефіцієнт на зрошення
Вінницька	0,94	1,11
Волинь	0,93	1,00
Житомирська	0,92	1,06
Івано-Франківська	0,89	1,00
Київська	0,90	1,08
Кіровоградська	0,93	1,21
Львівська	0,89	1,21
Одеська	0,88	1,00
Полтавська	0,90	1,26
Рівненська	0,96	1,03
Сумська	0,89	1,00
Тернопільська	0,93	1,00
Харківська	0,90	1,13
Хмельницька	0,96	1,03
Черкаська	0,89	1,05
Чернігівська	0,94	1,03

Рекомендації до оформлення результатів роботи

Результати практичної роботи оформлюємо у вигляді таблиці 5.6.

Таблиця 5.6

Оцінка агроекологічного стану ґрунтового покритву господарства

Показник агроекологічного стану ґрунту	Значення показника для типу ґрунту №			Середнь-зважений показник	Бал оцінки	Поправочний коефіцієнт
	1	2	...			
1						
...						
АХО, балів						
Зведений поправочний коефіцієнт на екологічний стан						
АЕО, балів						

На основі результатів ЕАО робимо висновки про лімітуючі показники оцінки та імовірні причини їхнього виникнення.

Завдання для самостійної роботи:

1. Для окремих агрохімічних показників, які відстежуються щорічно за програмою досліджень дисертаційної роботи встановити бали АХО в динаміці за роками та пояснити причини їхнього коливання.

2. Звіт представити у формі таблиці та діаграм Excel та описати причини динаміки, спираючись на сівозмін та технологічні ка-рти вирощування кожної культури сівозміни.

Практична робота № 6

Тема: Екологічна оцінка та оптимізація структури посівних площ об'єкту досліджень

Мета: навчитися проводити екологічну оцінку структури посівних площ в межах земель 1-ї еколого-технологічної групи, збалансовувати її відповідно до екологічних нормативів та економічних інтересів господарства та проектувати збалансовані сівозміни.

Завдання: 1. На основі вихідних даних про структуру посівних площ та екологічних нормативів зробити висновок про збалансованість-розбалансованість існуючої структури посівних площ (ПП) господарства.

2. Встановити параметри збалансованої структури посівних площ відповідно до екологічних нормативів та економічних інтересів господарства та розробити проект реорганізації структури посівних площ господарства.

3. Запроектувати збалансовану сівозміну на основі обґрунтованого проекту структури посівних площ.

4. Зробити загальні висновки за результатами роботи (за пунктами виконаних завдань).

Обладнання та матеріали:

структура посівних площ об'єкту досліджень, програмне забезпечення: Excel, Word.

Джерела інформації: [1, 2, 3, 4, 5, 6, 25, 27].

Рекомендації до виконання

На основі вихідних даних про структуру посівних площ, їх розміщення в межах еколого-технологічних груп та екологічних нормативів табл. 6.1-6.2 робимо висновок про збалансованість-розбалансованість існуючої структури посівних площ (ПП) господарства. Якщо структура ПП розбалансована, то встановлюємо параметри збалансованої структури, заповнюючи таблицю 6.3.

Таблиця 6.1
Оптимально-допустимі межі насичення окремими культурами сівозміну у I-й еколого-технологічній групі земель
 (Тараріко О.Г. та ін, 1998)

Культура	Грунтово-кліматичні зони, підзони і райони					Полісся	Карпати
	Степ		Лісостеп				
	південний	північний	східний	центральний	західний		
Чисті і сидеральні пари	10 – 20	8 - 10	5 – 8	-	-	5 – 10	5 - 8
Зернові - всього	50 – 70	50 – 70	60 - 70	60 – 70	60 – 70	40 – 60	50 – 60
із них : озима пшениця	30 – 40	25 – 30	25 – 30	25 – 30	20 – 25	25 – 30	20 – 30
кукурудза	10 – 15	20 – 40	20 – 40	20 – 40	20 – 30	5 – 10	10 – 20
Технічні - всього	15 – 20	25 – 30	20 – 30	20 – 30	20 – 30	7 – 15	15 – 30
Із них : цукровий буряк	5 – 10	10 – 20	10 – 20	20 – 30	20 – 30	-	15 – 30
соняшник	10 - 15	10 – 15	5 – 10	5 – 7	-	-	-
картопля	3 – 5	3 – 5	3 - 5	3 – 5	10 – 25	10 – 25	10 – 20
Кормові – всього	20 – 30	20 – 30	20 – 40	20 – 40	20 – 50	20 – 40	20 – 50
Із них :	8 – 15	8 – 15	10 –	10 – 20	10 –	10 –	10 –

багато-річні трави			20		30	20	30
Всього просапних	40 - 50	40 -60	40 - 60	40 - 60	40 - 60	40 - 50	40 - 50

* - Тараріко А.Г. Агроэкологические основы почвозащитного земледелия. - К.: Урожай.-184с.

Таблиця 6.2
Оптимально-допустимі межі насичення окремими культурами сівозмін у II-й еколого- технологічній групі земель

(Тараріко О.Г. та ін, 1998)

Культура	Грунтово-кліматичні зони, підзони і райони									
	Степ				Лісостеп, підзони зволоження			Полісся, ґрунти		Карпати
	пд., пд.-сх	зх	центр. і пн	перед-гір. райони Криму	недостатнього	нестійкого	достатнього	дерново-підзолисті та ін.	легкі піщані	
Зернові - всього	14-50	14-50	14-50	14-50	20-50	20-50	20-50	20-50	20-50	30-90
із них : озимі	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-35	20-40
Ярі - всього	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-15	10-20
із них: ячмінь і овес	14-20	14-20	14-20	14-20	8-10	8-10	8-10	15-20	15-20	10-20
Просо (м/см. посів)	5-7	5-7	5-7	-	5-7	5-7	5-7	-	-	-
Гречка (м/см. посів)	5-7	5-7	5-7	-	5-7	5-7	5-7	-	-	-
Технічні - всього	-	-	-	-	-	-	5-7	5-7	5-7	5-7
Картопля і овочі (м/см. посів)	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	3-5	5-7	5-7	5-7	5-7
Кормові - всього	40-76	40-76	40-76	40-76	47-76	47-76	47-76	47-66	50-70	50-70
в т.ч. багаторічні трави	30-60	34-60	34-60	34-60	30-70	30-70	25-65	30-48	-	30-50
Кукурудза з бобовими на корм (м/см. посів)	5-7	5-7	5-7	5-7	5-6	5-6	5-6	5-7	10-15	10-15
Озимі на корм	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	20-30	10-20
Однорічні трави на корм	10-20	10-20	10-20	10-20	14-20	14-20	14-20	14-20	30-40	-
Післяжнивні та післяукісні на корм	10-20	10-20	10-20	10-20	10-20	15-25	15-25	15-25	25-30	15-20

Враховуючи рекомендовані заходи зі збалансування ПП, наводимо остаточно прийняту збалансовану структуру ПП в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Проект заходів зі збалансування структури посівних площ господарства

№ п.п.	Агробіологічна група с.-г. культур	Фактична площа, F _{факт.} , %	Оптимальна площа, F _{опт.} , %	Баланс площ, F _{опт.} - F _{факт.} , %	Заходи зі збалансування структури посівних площ
1	озимі зернові	30	<=25	25-30=-5	-5
2	ярі зернові		15		
3	ріпак озимий		10		-10
4	буряк цукровий		10		
5	картопля пізня		10		-5
6	кукурудза на зерно		30		
7	кукурудза на зел. масу		30		
8	овочі	0	10		
9	трави багаторічні	0	>=20		+20
Разом		100		0	0

Таблиця 6.5

Остаточно прийнята екологічно збалансована структура посівних площ господарства

№ п.п.	Агробіологічна група с.-г. культур	% у структурі посівних площ
1		
2		
...		
Разом		100

На основі остаточно прийнятої екологічно збалансованої структури посівних площ господарства проектуємо збалансовану сівозміну.

2. Проектування структури збалансованої сівозміни

Збалансована сівозміна – це сівозміна, у якій усі попередники – добрі, а між полями досягається мінімальна амплітуда коливань балансів гумусу та біогенних елементів.

З метою нівелювання впливу «допустимих» попередників у сівозміні та збалансування її за попередниками впроваджуємо максимально проміжні посіви.

Проектування сівозміни базується на визначених вище показниках збалансованої структури посівних площ (табл.6.5.). для показників насичення структури посівів певними сільськогосподарськими культурами знаходимо найбільше спільне кратне, ділимо кожен показник структури на нього і визначаємо загальне число полів у сівозміні, яке може забезпечити таку структуру. Якщо полів більше 10-12, то доцільно розбити сівозміну на 2-3 так, щоб у кожній було не менше 4-х полів і не більше 12 полів.

Таблиця 6.6

Розподіл полів сівозмін

№ п.п.	Агробіологічна група с.-г. культур	Структура посівних площ, % (остаточно прийнята)	Найбільше спільне кратне	Кількість полів		
				загальна	в сівозміні №	
					1	2
1.						
2.						
...	...					
Ротація сівозміни, років						
Тип сівозміни						
Вид сівозміни						

Після розподілу структури посівів на кількість полів та окремі сівозміни, зазначаємо конкретні культури і вказуємо кількість їхніх полів у конкретній сівозміні № 1. Сівозміну №2 до уваги не беремо.

Записуємо перелік культур сівозміни № 1 та вказуємо відповідну кількість полів у таблиці 6.7.

Таблиця 6.7

Набір сільськогосподарських культур у сівозміні № 1

№ п.п.	Сільськогосподарська культура	Кількість полів
1		
2		
...		
Разом		

Після цього проектуємо сівозміни, користуючись таблицями попередників у наступному порядку:

1. Обираємо ведучу культуру сівозміни – таку культуру, вирощування якої дає стабільно високий прибуток і є найбільш вигідним з економічної точки зору; у зоні Лісостепу, як правило, це пшениця озима.

2. Забезпечуємо нашу ведучу культуру найкращим попередником (якщо є кілька полів ведучої культури, то попередник може бути не один, виходячи із наявності і кількості інших добрих попередників);

3. Не рекомендується повторного розміщення (раніше ніж через три роки) таких культур: цукровий буряк, льон, соняшник.

4. Не можна розміщувати одна за одною культури однієї ботанічної родини (пасльонові, капустяні, бобові).

5. Допускаються повторні посіви злакових за злаковими за умов розміщення першої культури після зайнятого пару або багаторічних трав. Добре переносять повторні посіви кукурудза, картопля, коноплі, тютюн.

6. Враховуємо характер дії культур на родючість ґрунту, особливості споживання і нагромадження поживних речовин і витрати вологи різними культурами.

7. Враховуємо особливості засмічування ґрунту в посівах різних культур, темпи їх розвитку на початку вегетації, спосіб посіву (тут рекомендується чергувати культури суцільного способу посіву із просапними культурами).

8. При вирощуванні багаторічних трав особливу увагу необхідно звертати на *підбір покривної культури*, під яку доцільно їх підсівати (кращою покривною культурою є яра зернова або інша яра культура суцільного способу посіву);

9. Необхідною умовою є врахування особливостей ґрунтового покриву: генезису, гранулометричного складу, структурно-агрегатного стану, ступеня окультурення ґрунту.

Важливо! Якщо у сівозміні є сільськогосподарські культури, які мають короткий період вегетації або урожай яких збирається у червні-липні-серпні (наприклад, пшениця озима, жито озиме, ячмінь ярий, кукурудза на зелену масу, вико-вівсяна суміш і т.п.), то після їх збору через 1 тиждень слід запланувати посів проміжних культур.

Проміжними називають сільськогосподарські культури, які вирощуються на полі у вільний від головної культури проміжок часу та служать важливим джерелом кормів.

Теплові умови для післяукісних посівів сприятливі в усіх провінціях Лісостепу і сума активних температур дозволяє вирощувати більший набір кормових культур, ніж у післяжнивний період (див. табл. 6.8-6.9).

Доведено, що мінімальний її запас, який гарантує появу сходів і нормальний ріст рослин у післяукісних і післяжнивних посівах у початковий період, повинен становити: в орному шарі не менше 20 мм, у метровому – 80 мм. Тому у східному Лісостепу сівбу післяжнивних культур проводять тільки після випадання дощів. Післяукісні культури після озимих вегетують 105-130 діб (морозостійкі – до 160 діб), після ранніх ярих – 80-130 діб, післяжнивні – 60-100 діб, підсівні – 65-140 діб.

Тому обов'язково плануємо впровадження проміжних посівів у проектованій сівозміні. Впровадження проміжних посівів обґрунтовуємо і наводимо дані щодо тривалості періоду вегетації основної і проміжної культури та їх потребу у теплі, порівнюючи їх із кліматичними даними досліджуваного регіону, де планується впровадження проектованої сівозміни.

Осінні приморозки менше пошкоджують рослини, ніж весняні. При визначенні можливості вирощування проміжних посівів важливим показником є запас доступної вологи у ґрунті.

Таблиця 6.8

Тривалість періоду вегетації та мінімальна сума ефективних температур для отримання нормального урожаю укісної стиглості сільськогосподарських культур
(М.С. Кравченко, Ю.А. Злобін, О.М. Царенко, 2002)

Культура	Тривалість періоду вегетації, дб	Сума ефективних температур, °С
Редька олійна	40-45	700-800
Гірчиця	40-55	700-1000
Ріпак	40-55	700-800
Фацелія	40-45	700-1000
Горох	40-60	700-1000
Вика яра	50-60	800-1000
Соя	55-65	900-1200
Гречка	30-50	500-600
Овес, ячмінь, жито яре	40-60	600-1000
Кукурудза	60-80	1000-1500

Таблиця 6.9

Погодно-кліматичні умови у післязбиральний період
(М.С. Кравченко, Ю.А. Злобін, О.М. Царенко, 2002)

Показник		Підзона Лісостепу		
		західний	центральний	східний
Середня дата збирання	жита озимого, пшениці озимої, ячменю ярого	20-25.VII	15-17.VII	15-18.VII
	однорічних трав на зелену масу	25.VI	20.VI	22.VI
	однорічного жита на зелену масу	17.V	16.V	20.V
Середня дата настання осінніх приморозків		22.X	6.X	4.X
Тривалість періоду вегетації, дб	післяжнивного після озимих	80-94	84-86	78-81
	післяукісного після однорічних трав	119	108	104
	після озимого жита на зелений корм	158	143	137
Опади, мм	післяжнивний період після зернових культур	181-197	130-134	130-134
	післяукісний період після однорічних трав	277	190	190
Сума активних температур понад 5°С	післяжнивний період після зернових культур	1050-1150	1050-1100	1150-1100
	післяукісний період після однорічних трав	1750	1700	1700

Введення проміжних посівів собливо необхідне у тих випадках, коли потрібно зменшити негативний вплив «допустимого»

попередника. Крім того, проміжні посіви мають іще ряд позитивних ефектів: збільшують продуктивність 1 га ріллі на 30-50 ц к. о., сприяють отриманню високоякісних кормів із підвищеним вмістом протеїну та вітамінів, є надійним заходом боротьби із бур'янами, шкідниками, хворобами сільськогосподарських культур та ерозією ґрунтів, покращення структурного стану орного шару ґрунту.

Побудову сівозмін проводимо в табл. 2.5, розміщуючи всі поля сівозміни у раціональному порядку у часі (за роками) та у просторі (за полями). Умовно розбиваємо усю площу ріллі господарства на 4 поля у просторі (розбивка площі за полями проводиться на основі картограм агро виробничого групування ґрунтів). При цьому площа усіх 4-х полів повинна бути приблизно однаковою.

Запровадження сівозміни і перенесення її в натуру здійснюється у два етапи: *впровадження і освоєння*.

Запровадженою вважається сівозміна, проект якої перенесено на територію землекористування господарства.

Освоєна сівозміна – це та, в якій дотримуються межі полів, а розміщення культур по полях і попередниках відповідає прийнятій схемі.

Таблиця 6.10

Ротаційна таблиця збалансованої сівозміни
(тип _____, вид _____, ротація _____ років)

Рік	Культура в просторі та часі			
	Поле № 1	Поле № 2	Поле №...	Поле №...
наступний				
Наступний+1				

Впровадження. На етапі впровадження необхідно правильно розподілити культури між сівозмінами і визначити кількість полів. Розмір поля визначають з таким розрахунком, щоб кожна культура займала одне або кілька полів, раціонально використовувалася сільськогосподарська техніка, трудові ресурси та ін. засоби виробництва. У міру можливості поля повинні бути правильної форми і приблизно однакового розміру.

Визначаємо середній розмір поля (користуючись картографіями агро виробничого групування ґрунтів). Поділивши загальну площу сівозміни на середній розмір поля, визначаємо кількість полів у

просторі. Після обговорення та затвердження проект сівозміни освоюють.

Освоєння — це поступовий перехід до прийнятого чергування культур, який триває 2-3 роки.

План переходу до прийнятої сівозміни – це таблиця, у якій подано фактичне розміщення культур на період освоєння сівозмін. Перехідний план повинен відповідати таким вимогам: виконання планових завдань виробництва продукції землеробства з одиниці площі в роки освоєння сівозміни; підвищення врожайності всіх культур і валових зборів у роки переходу.

Для того, щоб правильно розмістити культури в сівозміні у роки її освоєння, треба знати історію кожного поля; зокрема: попередники, удобрення, забур'яненість та ін. Всі ці дані можна отримати із книги історії полів, актів на посів та збирання врожаю, внаслідок опитування спеціалістів, працівників господарства.

З першого року освоєння сівозміни в полі висівають по одній культурі. Якщо ж цього не вдається, то добирають такі культури в одне поле, які були б рівноцінними попередниками для наступних культур. Після освоєння сівозміни починається перша ротація.

На етапі впровадження проекрованої у КП сівозміни потрібно створити вирівнювальні посіви культур, які добре впливають на агрологічний стан ґрунту (трави, силосні траво-зернові суміші, зернові культури).

Тому на етапі впровадження керуємося наступними умовами:

- 1) тривалість періоду впровадження триває 1-2 роки;
- 2) на період впровадження площу під сівозміною розбиваємо на окремі поля (бажано, щоб у межах одного поля містилася одна агровиробнича група ґрунтів (одна ґрунтова відміна чи тип ґрунту) і створюємо вирівнювальні посіви: *(наприклад: вико-вівсяна суміш та ячмінь ярий на зеленій корм)*, складаємо ротаційну таблицю.

У вирівнювальних посівах передбачається застосування підвищених (якщо ґрунти деградовані) або оптимальних (якщо ґрунтовий покрив у нормальному стані) норм добрив, Норми добрив обираємо на основі рекомендацій науково-дослідних установ . Після цього на цій же ділянці починаємо освоювати запроєктовану збалансовану сівозміну.

Завдання для самостійної роботи:

1. Самостійно розрахувати баланс гумусу у 2-х варіантах сівозміни: розбалансованій (яка була на початку) та збалансованій (яку запроектували) на основі середніх прогнозних показників врожайності сільськогосподарських культур, використовуючи методику Чесяка Г.Я.
2. Оцінити ефект впливу «збалансування сівозміни» на баланс гумусу (за результатами проведених розрахунків у п. 1)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна література

1. Клименко М. О., Борисюк Б. В., Колесник Т. М. Збалансоване використання земельних ресурсів: навчальний посібник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2014. 552 с.
2. Медведев В.В. Мониторинг почв Украины. Концепция. итоги. Задачи. (2-е пересмотренное и дополненное издание). Харьков: КП «Городская типография». 2012. - 536 с.
2. Веремесенко С. І., Трушева С. С. Біологічні системи землеробства : навч. посіб. – Рівне : НУВГП, 2011. – 196 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/2045>
3. Фурман В.М., Люсак А.В., Олійник О.О. Грунтозахисна контурно-меліоративна система землеробства: навч. посіб. – Рівне: вид-во ФОП Мельнікова М.В., 2016. – 215с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/11476>
4. Медведовський О.К. Енергетичний аналіз в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко. – К.: Урожай, 1998. – 208с.
5. Патица В.П. Агроекологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель / В.П. Патица, О. Г. Тараріко – К.: Фітосоціоцентр. – 2002. – 196 с.
6. Фурман В.М., Троцюк В.С., Ковальчук Н.С. Землеробство: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2015.-357 с. URL: <http://ep3.nuwm.edu.ua/id/eprint/7510>
7. Фурман В.М., Люсак А.В., Олійник о.О., Ковальчук Н.С. Технологія раціонального землекористування: навч. посіб. Рівне: НУВГП, 2021. 344 с.
8. Клименко М.О. Основи та методологія наукових досліджень: Навч. посібник / М.О. Клименко, В.П. Фещенко, Н.М. Вознюк - Київ: Аграрна освіта, 2010 – 351 с.
9. Гудзь В. П., Примак І. Д., Танчик С. П. Землеробство. К.: Центр учбової літератури, 2014, 432 с.
10. Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф. та ін. Адаптивні системи землеробства: Навчальний посібник. К.: Центр учбової літератури, 2007, 336 с.
11. Косолап М. П., Кротінов О. П. Система землеробства no-till. К.: Логос, 2011, 352 с.

12. Каленська С. М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві. Вінниця: ФОП Рогальська І. О., гриф МОН України, 2015. 448 с.
13. Примак І. Д., Манько Ю. П. та ін. Екологічні проблеми землеробства. К.: Центр учбової літератури, 2010, 455 с.
14. Танчик С. П. No-till і не тільки. Сучасні системи землеробства. Навчальний посібник. К.: Юніверс Медіа, 2009, 159 с.
15. Танчик С. П., Манько Ю. П. та ін. Землеробство. Практикум. К.: ФОП Корзун, 2013, 278 с.
16. Вознюк С.Т. Гончаров С.М., Ковальов С.В. Основы научных исследований. Гидромелиорация/ Вознюк С.Т., Гончаров С.М., Ковальов С.В. – К.: Высшая школа, Головное изд-во, 1985 – 191с.

Допоміжна література

17. Клименко Н.А. Почвенные режимы гидроморфных почв Полесья УССР. Монография. – Киев: УСХА, 1990. – 173 с.
18. Клименко Н.А., Шевченко Н.Н., Лыко Д.В. Особенности земледелия на мелиорованных землях Полесья Украины. Монография. – Киев: Наукова думка, 1992. – 175 с.
19. Веремеенко С. І. Еволюція та управління продуктивністю ґрунтів Полісся України: монографія. Луцьк: Надстир'я, 1997. 460 с.
20. Шевчук М. Й., Ковальчук Н. С., Колесник Т. М., Клименко Л. В. Агроекологічна ефективність застосування ферментованого органічного добрива на дерново-слабопідзолистому ґрунті: монографія. Рівне: НУВГП, 2017 Рівне. - 183 с. Режим доступу: http://ep3.nuwm.edu.ua/8221/1/monograf_kovalchuk.pdf
21. Клименко М.О., Клименко О.М., Турчина К.П. Агромеліоративний стан осушуваних дерново-глейових карбонатних ґрунтів Західного Полісся України: Монографія. – Рівне: НУВГП, 2012. – 180 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/2327/>
22. Вознюк С.Т., Мошинський В.С., Клименко М.О. та ін. Торфво-земельний ресурс Північно-Західного регіону України : монографія / С.Т. Вознюк, В. С. Мошинський, М. О. Клименко та ін. – Рівне : НУВГП, 2017. – 117 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/7506/>
23. Меліорація та облаштування Українського Полісся: [колективна монографія] / за ред. д.с-г.н., професора, акад. НААН Я.М. Гадзала,

д.т.н., професора, член-кор. НААН В.А. Сташука, д.т.н., професора А.М. Рокочинського. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2017. Т.2. 854 с.

24. Стратегія сталого розвитку сільськогосподарського виробництва за умови зміни клімату (на прикладі Рівненської області) : монографія / за редакцією д.с.-г.н. Клименка М. О. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2021. – 252 с. Режим доступу: <http://ep3.nuwm.edu.ua/20686/>

Інформаційні ресурси

25. Державна служба статистики України. URL : <http://www.ukrstat.gov.ua/>

26. Superagronom: <https://superagronom.com/>

27. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций: <http://www.fao.org/countryprofiles/index/ru/?iso3=UKR.>

28. Будстандарт URL: <http://online.budstandart.com/ua/>

29. Перелік основних нормативних документів у галузі ґрунтознавства, агрохімії та охорони ґрунтів / Балюк С.А., Лабезна М.Є. - Харків. - 2018. - 72 с.

30. Метеопост. URL:<https://meteopost.com/>