

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Географічний факультет

Кафедра метеорології та кліматології

ОСНОВИ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЇ

*Методичні рекомендації до вивчення дисципліни (для здобувачів ОР Бакалавр
спеціальності 103 «Науки про Землю»)*

Укладач: Яценко Юлія Володимирівна

КИЇВ – 2026

Я 92 Яценко Ю.В.

Методичні рекомендації до вивчення дисципліни *Основи агрометеорології* для здобувачів ОР Бакалавр спеціальності 103 *«Науки про Землю»*. – К., 2026, 30 с.

Рецензенти:

Доктор технічних наук, завідувач відділу радіаційної екології ІПБ АЕС НАНУ
Талерко М.М.

Кандидат географічних наук, доцент Дем'яненко С.О.

Затверджено до друку рішенням Вченої ради географічного факультету
Київського національного університету імені Тараса Шевченка (протокол № 14
від 28 травня 2026 р.)

Видання містить програму навчальної дисципліни, методичні матеріали до лекційних та практичних занять, організаційно-методичні рекомендації до самостійної роботи студентів та проведення контролю знань здобувачів.

Методичні рекомендації розроблені для здобувачів ОР «Бакалавр»
спеціальності 103 «Науки про Землю».

ЗМІСТ

Вступ	4
Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять	8
Програма навчальної дисципліни	9
Завдання для практичних робіт	11
Контрольні питання навчальної дисципліни	24
Глосарій	26
Рекомендована література до навчальної дисципліни	29

ВСТУП

1. Мета дисципліни – сформуванати у студентів цілісне уявлення про вплив погоди та клімату рослинництво та взаємозв'язки в межах складної системи «грунт – рослина – повітря».

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни: 1. Успішне опанування курсів «Метеорологія», «Кліматологія» та «Фізика». 2. Знання теоретичних основ перебігу фізичних та хімічних процесів в атмосфері. Володіння навичками обробки метеорологічної та кліматичної інформації, методами синтезу та аналізу інформації.

3. Анотація навчальної дисципліни: навчальна дисципліна присвячена вивченню впливу погодно-кліматичних чинників на рослинництво. В процесі вивчення дисципліни розглядаються фізичні основи агрометеорології (зокрема, будова рослин, фотосинтез та дихання, роль води в життєдіяльності рослин, мінеральне живлення рослин, формування продуктивності рослин), значення агрометеорологічних факторів в житті рослин та сільськогосподарському виробництві, агрометеорологічне забезпечення рослинництва та явища, несприятливі для сільського господарства. Структурно – курс складається з двох змістових модулів.

4. Завдання (навчальні цілі): набуття студентами знань щодо особливостей впливу погоди і клімату на рослинництво, а також базових позицій агрометеорологічного забезпечення рослинництва; набуття студентами загальних та фахових компетентностей, передбачених ОП «Метеорологія», зокрема:

K04. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;

K08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

K15. Здатність здійснювати збір, реєстрацію і аналіз даних за допомогою відповідних методів і технологічних засобів у польових і лабораторних умовах;

K16. Здатність застосовувати кількісні методи при дослідженні геосфер;

K18. Здатність інтегрувати польові та лабораторні спостереження з теорією у послідовності: від спостереження до розпізнавання, синтезу і моделювання.

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			

			необхідності)	
1.1	Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації	лекція, практична робота, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання практичної роботи, оцінювання самостійної роботи	10 %
1.2	Знати фізичні основи агрометеорології			10 %
1.3	Знати роль окремих агрометеорологічних факторів в житті рослин та сільськогосподарському виробництві			10 %
1.4	Знати перелік несприятливих для сільського господарства метеорологічних явищ та їх потенційні негативні наслідки для рослинництва			10 %
2.1	Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу	лекція, практична робота, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання практичної роботи, оцінювання самостійної роботи	10 %
2.2	Вміти проводити польові та лабораторні дослідження			10 %
2.3	Вміти аналізувати чинники, що впливають на продуктивність рослин			10 %
3	Комунікація: демонструвати спілкування в діалоговому режимі з колегами та цільовою аудиторією, ведення професійної наукової дискусії	практична робота, самостійна робота	Оцінювання практичної роботи, оцінювання самостійної роботи	15 %
4	Автономність та відповідальність: демонструвати автономність під час аналізу ролі погоди і клімату в індустрії відпочинку, туризму та спорту.	практична робота, самостійна робота	Модульна контрольна робота, оцінювання практичної роботи, оцінювання самостійної роботи	15%

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	3	4
Програмні результати навчання									
Вміти проводити польові та лабораторні					+	+			

дослідження (ПР05)									
Вміти виконувати дослідження геосфер за допомогою кількісних методів аналізу (ПР09)					+	+			
Знати і застосовувати теорії, парадигми, концепції та принципи в науках про Землю відповідно до спеціалізації (ПР12)	+	+	+	+			+	+	+

7. Схема формування оцінки

Контроль знань здійснюється за модульно-рейтинговою системою, яка передбачає дворівневе оцінювання засвоєного матеріалу, зокрема оцінювання теоретичної та практичної підготовки. Максимальна оцінка за семестр становить 100 балів, 60 із яких студент може набрати в ході семестрового контролю і 40 балів – на заліку.

7.1. Форми оцінювання студентів: рівень досягнення всіх запланованих результатів навчання визначається за результатами оцінювання практичних робіт, самостійної роботи, модульних контрольних робіт, а також заліку. Питома вага результатів навчання у підсумковій оцінці за умови її опанування на належному рівні така:

- результати навчання – 1.1–1.4 (знання) – до 10 % за кожен;
- результати навчання – 2.1–2.3 (вміння) – до 10 % за кожен;
- результати навчання – 3 (комунікація) – до 15 %;
- результати навчання – 4 (автономність та відповідальність) – 15 %.

Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі освоєння матеріалу з двох змістових модулів, виконання самостійних та практичних робіт.

Оцінювання за формами контролю:

Форма контролю	ЗМ1		ЗМ2	
	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів	Min. – 18 балів	Max. – 30 балів
Практичні роботи	3×2=6*	3×3=9	3×2=6	3×3=9
Виконання завдань самостійної роботи	4×1=4	4×1.5=6	4×1=4	4×1.5=6
Модульна контрольна робота	1×8=8	1×15=15	1×8=8	1×15=15
«3» – мінімальна/максимальна залікова кількість робіт чи завдань				
«2» – мінімальна/максимальна оцінку, яку може отримати студент				
«6» – сумарна кількість балів, яку може отримати студент.				

Підсумкове оцінювання у формі заліку: максимальна кількість балів на заліку – 40 балів, мінімальна кількість балів, які додаються до семестрових – 24 бали (60 % максимальної кількості балів, відведених на залік). До складання заліку з дисципліни допускається студенти, які впродовж семестру набрали не менш як 36 балів (60 % максимальної кількості балів, відведених на семестровий контроль).

Для студентів, які набрали впродовж семестру сумарно меншу кількість балів ніж критично-розрахунковий мінімум – 36 балів для складання заліку потрібно повторно пройти поточний контроль знань (наприклад, у вигляді тестування) в установленому порядку.

7.2. Організація оцінювання: Оцінювання здійснюється впродовж семестру, включаючи і самостійну роботу та виконання індивідуальних завдань.

7.3. Шкала відповідності оцінок:

Для заліку	
60–100 балів	Зараховано / Passed
0–59 балів	Не зараховано / Fail

Загалом, формування оцінки спирається на «Положення про організацію освітнього процесу у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка», введеного в дію наказом No 170-32 від 11 квітня 2022 року.

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. ФІЗИЧНІ ОСНОВИ АГРОМЕТЕОРОЛОГІЇ				
1	Вступ. Агрометеорологія як наука	2		
2	Тема 1. Будова рослин. Фотосинтез рослин		2	7
3	Тема 2. Дихання рослин	2		7
4	Тема 3. Значення води в життєдіяльності рослин. Мінеральне (кореневе) живлення рослин		2	7
5	Тема 4. Продуктивність рослин та особливості її формування		2	8
6	Модульна контрольна робота 1	2		
Змістовий модуль 2. АГРОМЕТЕОРОЛОГІЧНІ УМОВИ				
7	Тема 5. Земна атмосфера як середовище для рослинництва	2		7
8	Тема 6. Значення агрометеорологічних факторів в житті рослин та сільськогосподарському виробництві (промениста енергія, тепловий баланс земної поверхні, температура повітря і ґрунту, вологість повітря та ґрунту, випаровування та випаровуваність)	2	2	8
9	Тема 7. Агрометеорологічне забезпечення рослинництва	2	2	8
10	Тема 8. Несприятливі для сільського господарства метеорологічні явища	2	2	8
11	Модульна контрольна робота 2		2	
	ВСЬОГО	14	14	60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **14** год.

Практичних занять – **14** год.

Консультації – **2** год.

Самостійна робота – **60** год.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вступ. Агрометеорологія як наука.

Предмет та завдання агрометеорології. Історія розвитку агрометеорології. Взаємозв'язок агрометеорології з метеорологією, кліматологією, фізіологією рослин, ґрунтознавством та землеробством. Основні агрометеорологічні фактори та їх роль у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. Методи агрометеорологічних досліджень і спостережень. Використання агрометеорологічної інформації у сільському господарстві.

Тема 1. Будова рослин. Фотосинтез рослин.

Клітинна будова рослин. Основні органи рослин та їх функції. Особливості будови кореневої системи, стебла, листків, генеративних органів. Поняття про фотосинтез та його значення у формуванні органічної речовини. Світлова та темнова фази фотосинтезу. Вплив сонячної радіації, температури, вологи та концентрації вуглекислого газу на інтенсивність фотосинтезу. Фотосинтетично активна радіація (ФАР) та її роль у продуктивності рослин.

Тема 2. Дихання рослин.

Сутність процесу дихання рослин. Аеробне та анаеробне дихання. Енергетичне значення дихання. Зв'язок процесів фотосинтезу та дихання. Вплив температури, вологості, забезпечення киснем та інших факторів зовнішнього середовища на інтенсивність дихання. Добові та сезонні особливості дихання рослин. Значення процесів дихання у формуванні врожаю та стійкості рослин до несприятливих умов.

Тема 3. Значення води в життєдіяльності рослин. Мінеральне (кореневе) живлення рослин.

Фізіологічна роль води у рослинах. Водний баланс рослин. Процеси поглинання, транспортування та випаровування води рослинами. Транспірація та її значення. Вплив вологості ґрунту й атмосферних умов на водоспоживання рослин. Мінеральне живлення рослин та роль основних макро- і мікроелементів. Коренева система як орган поглинання поживних речовин. Вплив температури, вологості ґрунту та аерації на мінеральне живлення рослин.

Тема 4. Продуктивність рослин та особливості її формування.

Поняття про продуктивність та врожайність сільськогосподарських культур. Біологічний та господарський урожай. Основні фактори формування продуктивності рослин. Вплив агрометеорологічних умов на ріст і розвиток рослин. Показники фотосинтетичної продуктивності посівів. Критичні періоди розвитку рослин щодо забезпечення теплом і вологою. Формування якості врожаю залежно від погодних умов.

Тема 5. Земна атмосфера як середовище для рослинництва.

Склад та будова атмосфери. Основні властивості атмосферного повітря. Газовий склад атмосфери та його значення для рослин. Сонячна радіація в атмосфері. Тепловий режим атмосфери та ґрунту. Атмосферна циркуляція та її вплив на сільське господарство. Погода і клімат як фактори сільськогосподарського виробництва. Мікроклімат посівів та його особливості.

Тема 6. Значення агрометеорологічних факторів в житті рослин та сільськогосподарському виробництві (промениста енергія, тепловий баланс земної поверхні, температура повітря і ґрунту, вологість повітря та ґрунту, випаровування та випаровуваність).

Сонячна радіація та її складові. Променистий і тепловий баланс земної поверхні. Температурний режим повітря та ґрунту. Активні та ефективні температури. Вплив температури на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Вологість повітря та ґрунту, методи її визначення. Випаровування та випаровуваність, фактори що їх визначають. Значення водного режиму у формуванні врожаю. Агрокліматичні показники забезпеченості території теплом і вологою.

Тема 7. Агрометеорологічне забезпечення рослинництва.

Організація агрометеорологічних спостережень. Агрометеорологічні пости та станції. Методи оцінки агрометеорологічних умов вирощування сільськогосподарських культур. Агрометеорологічні прогнози та їх використання у сільському господарстві. Прогнозування строків сівби, дозрівання та збирання врожаю. Оцінка запасів продуктивної вологи, сум активних та ефективних температур. Використання сучасних інформаційних технологій, дистанційного зондування Землі та супутникових даних в агрометеорології.

Тема 8. Несприятливі для сільського господарства метеорологічні явища.

Посухи та суховії. Заморозки та морозні явища. Град, сильні зливи, шквали та пилові бурі. Вимерзання, випрівання та льодова кірка. Небезпечні явища зимового періоду. Класифікація несприятливих агрометеорологічних явищ. Вплив небезпечних погодних умов на ріст, розвиток і продуктивність сільськогосподарських культур. Методи оцінки та прогнозування небезпечних явищ. Заходи захисту сільськогосподарських культур від несприятливих метеорологічних умов.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ПРАКТИЧНИХ РОБІТ

Практична робота №1

Тема: Розрахунок фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період

Мета роботи:

- Ознайомитися з поняттям фотосинтетично активної радіації (ФАР) та її значенням для рослин.
- Навчитися розраховувати ФАР за вегетаційний період за різними методиками.
- Порівняти результати, отримані за різними формулами, та оцінити вплив додаткових факторів на значення ФАР.

Теоретичні відомості:

ФАР – це частина сонячної радіації з довжинами хвиль 400–700 нм, яку використовують рослини для фотосинтезу. Вона становить приблизно 45% від сумарної сонячної радіації. ФАР є одним із найважливіших чинників, що визначають продуктивність рослинного покриву, оскільки саме вона забезпечує енергію для фотосинтетичних процесів.

Фотосинтез – це біохімічний процес, у якому зелені рослини, водорості та деякі бактерії перетворюють сонячну енергію на хімічну, використовуючи вуглекислий газ і воду. Ефективність фотосинтезу залежить від кількості та інтенсивності ФАР, її спектрального складу, кліматичних умов, типу рослинності та особливостей розвитку рослин.

ФАР відіграє ключову роль у визначенні біопродуктивності агроєкосистем, впливаючи на швидкість росту та врожайність культур.

Методика виконання (формули для розрахунку ФАР):

1. Проста емпірична формула:

$$\text{ФАР}_1 = S \times K$$

де: S — сумарна сонячна радіація за вегетаційний період (МДж/м²), K — коефіцієнт частки ФАР у сумарній радіації (≈ 0.45).

2. Формула з урахуванням прозорості атмосфери:

$$\text{ФАР}_2 = S_0 \times K \times \tau$$

де: S_0 — сонячна радіація на верхній межі атмосфери (МДж/м²), τ — коефіцієнт прозорості атмосфери (визначається за кліматичними умовами).

3. Формула з урахуванням альбедо та висоти Сонця:

$$\text{ФАР}_3 = S_0 \times K \times (1 - \alpha) \times \cos(Z)$$

де: α — альbedo підстильної поверхні, Z — zenітний кут Сонця.

4. Формула через пряму і розсіяну складові сонячної радіації:

$$\Phi AP_4 = (S_{\text{прям}} + S_{\text{розс}}) \times K$$

де: $S_{\text{прям}}$ — пряма сонячна радіація, $S_{\text{розс}}$ — розсіяна сонячна радіація.

Вхідні параметри для розрахунків:

Варіант	S (МДж/м ²)	S ₀ (МДж/м ²)	τ	α	Z (градуси)	S _{прям} (МДж/м ²)	S _{розс} (МДж/м ²)
1	5000	6000	0.75	0.2	30	3500	1500
2	4800	6200	0.78	0.25	35	3400	1400
3	5100	5900	0.7	0.22	40	3600	1500
4	4900	6050	0.72	0.18	28	3550	1350
5	5300	6100	0.8	0.21	33	3700	1600
6	4700	5950	0.73	0.23	38	3450	1250
7	5200	6250	0.76	0.24	32	3600	1600
8	4950	6000	0.74	0.19	36	3500	1450

Завдання:

1. Використовуючи наведені метеорологічні параметри, розрахувати ФАР за всіма формулами.
2. Порівняти отримані результати та проаналізувати вплив різних параметрів.
3. Оформити результати у вигляді таблиці та зробити висновки.

Практична робота №2

Тема: Розрахунок сум активних та ефективних температур

Мета роботи:

- 1) Ознайомитися з поняттям активних та ефективних температур і їх значенням для агрометеорології.
- 2) Навчитися розраховувати суми активних та ефективних температур за вегетаційний період.
- 3) Порівняти результати розрахунків при використанні різних температурних порогів.

Теоретичні відомості:

Сума активних температур — це сума середньодобових температур повітря за період, коли температура перевищує певний біологічний поріг, необхідний для росту та розвитку рослин. Найчастіше використовують пороги +5°C та +10°C.

Сума ефективних температур визначається як різниця між середньодобовою температурою і температурним порогом, якщо середньодобова температура перевищує цей поріг.

Ці показники широко використовуються в агрометеорології для визначення тривалості вегетаційного періоду, оцінки строків дозрівання культур та прогнозування врожайності.

Приклад розрахунку:

Таблиця 11 – Приклад розрахунку сум активних і ефективних температур повітря, °C

Характеристика	Число травня									Сума
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Середня добова температура	12,0	10,5	8,6	4,9	7,6	12,0	15,1	18,2	16,0	106,9
Активна температура вище 10 °C	12,0	10,5	0,0	0,0	0,0	12,0	15,1	18,2	16,0	83,8
Ефективна температура вище 5 °C	7,0	5,5	3,6	0,0	2,6	7,0	10,1	13,2	11,0	60,0
Ефективна температура вище 10 °C	2,0	0,5	0,0	0,0	0,0	2,0	5,1	8,2	6,0	23,8

Таким чином, різні температурні порогові дають змогу оцінити теплові ресурси, доступні для розвитку сільськогосподарських культур.

Методика виконання:

Сума активних температур:

$$SAT = \sum (T_{avg} > T_{threshold}) T_{avg}$$

де: T_{avg} - середньодобова температура (°C); $T_{threshold}$ - температурний поріг (+5°C або +10°C).

Сума ефективних температур:

$$SET = \sum (T_{avg} - T_{threshold})$$

якщо $T_{avg} > T_{threshold}$, інакше $SET = 0$.

Вхідні метеорологічні параметри для розрахунків:

Варіант	T_{avg}1 (°C)	T_{avg}2 (°C)	T_{avg}3 (°C)	T_{avg}4 (°C)	T_{avg}5 (°C)	T_{avg}6 (°C)	T_{avg}7 (°C)
1	12	15	18	20	22	25	27
2	10	14	17	19	21	24	26
3	11	13	16	18	20	23	25
4	9	12	15	17	19	22	24
5	13	16	19	21	23	26	28
6	8	11	14	16	18	21	23
7	14	17	20	22	24	27	29
8	7	10	13	15	17	20	22

Завдання:

1. Використовуючи наведені метеорологічні параметри, розрахувати суми активних температур для порогів +5°C та +10°C.
2. Розрахувати суми ефективних температур для тих же порогів.
3. Порівняти отримані результати та зробити висновки про їх вплив на вегетаційний період.
4. Оформити результати у вигляді таблиці та коротко проаналізувати.

Практична робота №3

Оцінка умов зволоження вегетаційного періоду

Мета: засвоїти методи оцінки умов зволоження вегетаційного періоду.

Основні теоретичні відомості

Для оцінки умов зволоження беруть середню багаторічну величину опадів за місяці вегетаційного періоду. Середня багаторічна величина опадів відповідає 50%-й забезпеченості певної території опадами. Ступінь відповідності потреби рослин у ґрунтовій волозі для формування високої продуктивності наявним запасам продуктивної вологи в ґрунті називають вологозабезпеченістю рослин.

Умови зволоження вегетаційного періоду можна оцінити різними методами, зокрема за сумою опадів вегетаційного періоду. Так, зволоження можна визначити за допомогою гідротермічного коефіцієнта (ГТК) Селянинова:

$$ГТК = \frac{\sum r}{0,1 \sum t_{>10^{\circ}C}},$$

де $\sum r$ – сума опадів за період з температурою повітря, вищою за 10°C (мм);

$\sum t_{>10^{\circ}\text{C}}$ – сума температур повітря за той же період ($^{\circ}\text{C}$).

Оцінка умов зволоження за ГТК:

- $\text{ГТК} < 0.5$ – посушливі умови,
- $0.5 \leq \text{ГТК} < 1.0$ – недостатнє зволоження,
- $1.0 \leq \text{ГТК} < 2.0$ – достатнє зволоження,
- $\text{ГТК} \geq 2.0$ – надмірне зволоження.

Д.І.Шашко для розрахунку показника зволоження запропонував такий вираз:

$$K = \sum r / \sum d,$$

де $\sum r$ – річна кількість опадів, мм;

$\sum d$ – річна сума дефіцитів насичення, мм.

А.М.Алпат'єв запропонував визначати коефіцієнт вологозабезпеченості за емпіричною формулою:

$$K = \frac{W_1 - W_2 + \sum r}{0,65 \sum d},$$

де W_1 і W_2 – запаси продуктивної вологи на початку та в кінці вегетації певної культури (мм);

$\sum r$ – кількість опадів за період вегетації (мм);

$\sum d$ – сума середніх добових дефіцитів вологості повітря за період вегетації (мм). Значення цієї формули відповідає значенню випаровуваності (мм).

Гідрометеорологічні служби країн склали карти середніх багаторічних запасів продуктивної вологи в орному (0 – 20 см) і в метровому шарі ґрунту в декаду середніх оптимальних термінів сівби сільськогосподарських культур.

Хід роботи

1. Оцінка умов зволоження за сумою опадів

1.1. Накреслити гістограму, тобто графік ходу середніх багаторічних величин опадів за вегетаційний період. Гістограма складається із суміжних прямокутників, основами яких є місяці, а висотами – суми опадів. На цьому ж графіку будують гістограму опадів вегетаційного періоду року, для якого оцінюють умови зволоження.

1.2. Порівняти місячні опади заданого року з місячними кліматичними нормами.

1.3. Визначити забезпеченість опадами за вегетаційний період заданого року. Для цього підрахувати суми опадів за травень – вересень заданого року.

2. Оцінка умов зволоження за ГТК Селянинова.

2.1. За агрокліматичним довідником визначити середню багаторічну дату стійкого переходу температури повітря через 10°C.

2.2. Розрахувати суми активних температур за багаторічний період і заданий рік від дати переходу температури через 10°C до 1 липня.

2.3. Визначити суми опадів за вказаний вище період.

2.4. Підрахувати ГТК за вказаний вище період і порівняти багаторічні дані заданого року.

2.5. Визначити ГТК за період травень – липень і дати оцінку їх зволоження за такою таблицею:

Зона зволоження	ГТК	Зона зволоження	ГТК
Збитково волога	>1,6	Посушлива	1,0 – 0,7
Волога	1,6 – 1,3	Дуже посушлива	0,7 – 0,4
Слабо посушлива	1,3 – 1,0	Суха	<0,4

3. Написати висновок до виконаної роботи.

Практична робота №4

Оцінка частоти виникнення екстремальних явищ (посухи, заморозків)

Мета роботи: Оцінити частоту та інтенсивність виникнення екстремальних агрометеорологічних явищ, таких як посухи та заморозки, на основі кліматичних даних.

Теоретична частина:

Посуха

Посуха – це тривалий дефіцит опадів при підвищеному температурному режимі у теплий період року, внаслідок чого вичерпуються запаси вологи ґрунту через випаровування і транспірацію. Складаються несприятливі умови для вегетації рослин, урожай польових культур різко знижується або гине. Розрізняють атмосферну (або повітряну) засуху, коли опадів недостатньо, утримуються високі температури повітря на фоні низької відносної вологості повітря (менше 30 відсотків), та ґрунтову посуху, коли відбувається значне висушування ґрунту, що призводить до недостатнього забезпечення рослин водою і викликає передчасне пожовтіння та засихання рослин. Критерії посухи - зниження відносної вологості повітря вдень до 30 відсотків і менше протягом 10 днів і більше, зниження запасів продуктивної вологи орного шару ґрунту до 10 мм, зниження запасів і продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту до 30 відсотків і менше найменшої польової

вологоємності в інші періоди вегетації. **Основні показники:** індекс посухи SPI (Standardized Precipitation Index), коефіцієнт зволоження, тривалість бездощових періодів. Фактори, що впливають на посуху: температурний режим, швидкість вітру, випаровування та структура ґрунту.

Заморозки

Приморозки або заморозки — короточасні зниження температури ґрунту і приземного шару повітря до 0 °С й нижче вночі при позитивній температурі вдень. Типи заморозків: адвективні (прихід холодних повітряних мас), радіаційні (охолодження ґрунту та повітря вночі). Критичні температури для сільськогосподарських культур. Чинники, що підсилюють ризик заморозків: вологість повітря, рельєф місцевості, наявність хмарності. **Методи оцінки:** Статистичний аналіз кліматичних даних. Використання індексу SPI для посухи:

$$SPI = \frac{P_i - \bar{P}}{\sigma}$$

де P_i — кількість опадів за період, $\bar{P}$ — середнє значення кількості опадів, σ — стандартне відхилення.

Для розрахунку σ використовується формула:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (P_i - \bar{P})^2}$$

Аналіз середньодобових, мінімальних та максимальних температур для оцінки ризику заморозків.

Практичні завдання:

1. Збір та аналіз кліматичних даних за останні 10 років: Температурні дані, відносна вологість та кількість опадів.

Підготувати метеорологічні дані: температура повітря, відносна вологість повітря та кількість опадів для будь якої метеостанції України за 10 років (строкові або середньодобові дані).

2. Розрахунок індексу посухи SPI.

Ознайомитися з поняттям SPI на сайті ВМО (<https://www.droughtmanagement.info/standardized-precipitation-index-spi/>).

Розрахувати індекс посухи для обраної метеостанції за 10 років (для кожного року окремо). Зробити висновки про частоту та інтенсивність посухи за 10 років.

3. Аналіз мінімальних температур та оцінка частоти та інтенсивності заморозків:

Кожен для своєї культури (обираєте зі списку нижче) визначає частоту та інтенсивність заморозків за 10 річний період (весною).

- Пшениця (-5°C).
- Кукурудза (-2°C).
- Соняшник (-3°C).
- Картопля (-1°C).
- Ячмінь (-4°C).
- Виноград (-2°C).
- Яблуня (-3°C).
- Ріпак (-4°C).

Висновки:

Оцінка частоти та інтенсивності екстремальних явищ. Виявлення періодів із підвищеною небезпекою для сільськогосподарських культур. Рекомендації щодо заходів захисту та адаптації.

Практична робота №5

Прогноз заморозків

Мета: ознайомитися з методами прогнозу заморозків Михалевського, Броунова, Меджикова та ін. Скласти прогноз за методом Михалевського.

Вихідні матеріали: методична література, показники температури сухого та змоченого термометрів у термін 13 год; спостереження за хмарністю о 21 год; психрометричні таблиці; таблиці поправок.

Основні теоретичні відомості

Один із видів несприятливих умов для сільського господарства заморозки. Заморозком називають короткочасне зниження температури повітря чи поверхні ґрунту до 0°C та нижче на загальному фоні позитивних середньодобових температур.

За характером погодних умов і процесів формування заморозки поділяють на 3 типи:

радіаційні, адвективні та змішані.

Виділяють слабкі заморозки – від 0 до -2°C , помірні – від -3 до -5°C і сильні – від -5°C і нижче.

Найбільш небезпечними є пізні весняні та ранні осінні заморозки, які можуть завдати значної шкоди сільськогосподарським культурам.

Сучасні методи прогнозування радіаційних заморозків не дають стовідсоткового результату, тому їх необхідно доповнювати методом неперервних спостережень за елементами погоди (температурою, хмарністю, вітром, вологістю).

Адвективні та радіаційно-адвективні заморозки достатньо успішно передбачають синоптичними методами за 1 – 3 доби. Прогнозування заморозків за методом Михалевського ґрунтується на показаннях психрометра на висоті 2 м о 13 год за середнім сонячним часом.

Для визначення очікуваного мінімуму температури повітря застосовують формулу

$$t_n = t' - (t - t')C,$$

а для визначення мінімальної температури на поверхні ґрунту формула має вигляд

$$t_{tp} = t' - (t - t') 2C,$$

де t – температура повітря за сухим термометром о 13 год;

t' – температура змоченого термометра о 13 год;

C – коефіцієнт, що залежить від відносної вологості повітря, його визначають за такою таблицею:

Значення коефіцієнта C залежно від відносної вологості

Відносна вологість, %	100	95	90	85	80	75	70	65	60
Коефіцієнт, C	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,8	1,5
Відносна вологість, %	55	50	45	40	35	30	25	20	15
Коефіцієнт, C	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3

Якщо вираховані значення мінімальної температури повітря і ґрунту вищі ніж 2°C , то заморозку не буде, якщо нижчі за 2°C , але вищі ніж -2°C , то заморозок ймовірний, і якщо мінімальна температура нижча ніж -2°C , то вночі буде заморозок.

Після 19 год за середнім сонячним часом прогноз заморозків уточнюють за умовами хмарності. Якщо хмарність менша 4 балів, то очікуваний нічний мінімум температури зменшують на 2°C , за хмарності від 4 до 7 балів поправок не вводять, а за хмарності більше ніж 7 балів очікуваний мінімум температури збільшують на 2°C .

Оскільки радіаційні й радіаційно-адвективні заморозки залежать від місцевих фізико-географічних умов, то поширення отриманих результатів на сусідні території можливе лише з урахуванням цих умов.

За методом Броунова ймовірність виникнення заморозків визначають за температурою повітря у вечірній термін спостереження з різницею між

температурою повітря в денний та вечірній час. Для цього беруть графік зв'язку зі спеціальної літератури.

Хід роботи

1. Засвоїти метод прогнозу заморозків Михалевського.
2. Визначити відносну вологість повітря за температурою сухого та змоченого термометрів, застосувавши психрометричні таблиці.
3. За відотною вологістю визначити коефіцієнт С.
4. За методом Михалевського визначити очікувану мінімальну температуру повітря та ґрунту.
5. В отримані дані внести поправку на хмарність, яка мала місце о 21 год.
6. Результати розрахунків занести до таблиці за зразком:

Обчислення очікуваних мінімальних температур повітря та ґрунту

Температура термометра, °С		Відносна вологість, %	Коефіцієнт С	Хмарність, бал	Поправка на хмарність	Очікувана температура, °С	
Сухого	Змоченого					Повітря	Ґрунт

7. За результатами обчислення визначити наявність чи відсутність заморозку.

8. Зробити висновки до роботи.

Варіант 1:

- Температура сухого термометра о 13:00: **12.5°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **8.5°C**
- Хмарність о 21:00: **1 бал**

Варіант 2:

- Температура сухого термометра о 13:00: **14.0°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **9.8°C**
- Хмарність о 21:00: **2 бали**

Варіант 3:

- Температура сухого термометра о 13:00: **11.0°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **7.5°C**
- Хмарність о 21:00: **3 бали**

Варіант 4:

- Температура сухого термометра о 13:00: **13.0°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **9.0°C**

- Хмарність о 21:00: **1 бал**

Варіант 5:

- Температура сухого термометра о 13:00: **15.5°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **10.5°C**
- Хмарність о 21:00: **4 бали**

Варіант 6:

- Температура сухого термометра о 13:00: **10.5°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **6.8°C**
- Хмарність о 21:00: **0 балів**

Варіант 7:

- Температура сухого термометра о 13:00: **13.2°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **8.7°C**
- Хмарність о 21:00: **2 бали**

Варіант 8:

- Температура сухого термометра о 13:00: **12.0°C**
- Температура змоченого термометра о 13:00: **7.0°C**
- Хмарність о 21:00: **1 бал**

Практична робота №6

Прогнозування врожайності зерна кукурудзи

Мета: навчитися складати прогноз врожайності зерна кукурудзи.
Вихідні матеріали: матеріали фенологічних спостережень за ростом та розвитком кукурудзи; декадні агрометеорологічні бюлетені форми ТСХ-8 за вегетаційний період; агрокліматичні довідники; прогноз погоди на серпень чи вересень.

Основні теоретичні відомості

Основні площі, зайняті посівами кукурудзи, зосереджені в Степовій і меншою мірою у Лісостеповій зонах України. Ці території, особливо Степова зона, мають нестійке і недостатнє зволоження. Як відомо, забезпечення рослин вологою у вегетаційний період, зокрема в період висування волоті кукурудзи, як і температурний режим відіграють суттєву роль у формуванні врожаю зерна. Методику складання прогнозу врожайності зерна кукурудзи розробив Юрій Іванович Чирков. Вона заснована на залежності врожайності зерна від запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см на початку фази висування волоті та площі листової поверхні рослин, що сформувалась до початку даної фази. Розмір листової поверхні рослин на час утворення

початків кукурудзи – інтегральний показник стану рослини й один з найбільш важливих факторів врожайності кукурудзи.

Хід роботи

1. Для розрахунків зібрати такі дані: а) дату настання фази висування волоті; б) густоту посівів кукурудзи; в) висоту рослини на час настання фази висування волоті; г) запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0 – 50 см у декаду настання фази висування волоті.

2. Вихідні та розрахункові дані занести до табл.1

Таблиця 1

Агрокліматичні та фенологічні показники для розрахунку врожайності зерна кукурудзи

Показник	Значення
Продуктивна волога (мм) у шарі ґрунту 0 – 50 см	
Густота рослин, тис.рослин/га	
Висота рослин, см	
Площа листя, тис.м ² /га	
Температура після фази висування волоті, °С	
Очікувана урожайність, т/га	

3. Обчислити площу листової поверхні рослин кукурудзи за формулою Ю.І.Чиркова:

$$S_1 = 36,94h - 1632,8,$$

де S_1 – площа листя однієї рослини, см; h – висота рослини з урахуванням волоті.

Примітка. Дану формулу застосовують щодо рослин висотою 50 – 250 см.

4. Розрахувати площу листової поверхні, м²/га:

$$S = S_1n,$$

де n – кількість рослин на 1 га.

5. Враховуючи інформацію з табл. 2, визначити очікувану врожайність зерна кукурудзи.

Таблиця 2

Зв'язок урожайності Y із запасами вологи W у шарі ґрунту 0 – 50 см за різної листової поверхні S (за Ю.І.Чирковим)

Рівняння регресії	S тис.м ² /га
$Y = -0,0071W^2 + 1,4W - 3,2$	30
$Y = -1,0060W^2 + 1,1W - 4,2$	20
$Y = -1,0029W^2 + 0,53W - 1,5$	10

6. Ввести в показник очікуваної урожайності кукурудзи поправку на температуру повітря за період формування елементів продуктивності качана (табл.3).

Таблиця 3

Поправкові коефіцієнти до розрахованої урожайності на температурні умови впродовж місяця після висування волоті

Запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-50 см, мм	Середня температура повітря, °C				
	16	18	20	22	24
100	0,68	0,86	0,97	1,00	0,96
80	0,72	0,88	0,99	0,98	0,90
60	0,78	0,90	1,00	0,93	0,80
40	0,84	0,93	0,97	0,86	0,66
20	0,90	0,92	0,90	0,80	0,50

Звітні матеріали: таблиці, висновки.

Варіанти для виконання практичної роботи:

Варіант	Дата фази волоті	Густота посіву (тис./га)	Висота рослини, h (см)	Запас вологи, W (мм)	Температура після волоті, T (°C)
1	10.07	65	190	85	18.3
2	14.07	70	210	95	21.7
3	18.07	60	180	70	20.0
4	12.07	68	200	75	16.4
5	16.07	62	175	80	20.8
6	11.07	66	165	90	22.2
7	13.07	64	185	100	23.8
8	15.07	67	195	85	24.0

Контрольні питання навчальної дисципліни:

1. Що є предметом вивчення агрометеорології?
2. Які основні завдання сучасної агрометеорології?
3. Який взаємозв'язок агрометеорології з іншими природничими науками?
4. Які основні методи агрометеорологічних досліджень?
5. Які функції виконують основні органи рослин?
6. У чому полягає сутність процесу фотосинтезу?
7. Які фактори впливають на інтенсивність фотосинтезу?
8. Що таке фотосинтетично активна радіація (ФАР)?
9. Яке значення має дихання у життєдіяльності рослин?
10. Які фактори впливають на інтенсивність дихання рослин?
11. Яку роль відіграє вода в житті рослин?
12. Що таке транспірація та яке її значення?
13. Від чого залежить інтенсивність випаровування води рослинами?
14. Які основні елементи мінерального живлення рослин?
15. Як температура та вологість ґрунту впливають на кореневе живлення рослин?
16. Що таке врожайність та продуктивність рослин?
17. Які агрометеорологічні фактори визначають формування врожаю?
18. Які критичні періоди розвитку рослин щодо забезпечення теплом і вологою?
19. Яке значення атмосфери для рослинництва?
20. Який газовий склад атмосфери та його значення для рослин?
21. Що таке мікроклімат посівів?
22. Які складові сонячної радіації мають найбільше значення для рослинництва?
23. Що таке тепловий баланс земної поверхні?
24. Що таке сума активних та ефективних температур?
25. Як температура ґрунту впливає на розвиток сільськогосподарських культур?
26. Що таке випаровування та випаровуваність?
27. Які методи використовують для оцінки вологозабезпечення території?
28. Які види агрометеорологічних прогнозів застосовують у сільському господарстві?
29. Які несприятливі метеорологічні явища є найбільш небезпечними для рослинництва?
30. Які основні методи захисту сільськогосподарських культур від несприятливих погодних умов?
31. Які особливості клітинної будови рослин?
32. Яку функцію виконує коренева система рослин?
33. Чим відрізняється аеробне та анаеробне дихання рослин?
34. Який взаємозв'язок між фотосинтезом і диханням рослин?

35. Як дефіцит вологи впливає на фізіологічні процеси рослин?
36. Що таке водний баланс рослин?
37. Які основні макроелементи необхідні рослинам?
38. Які функції виконують мікроелементи у життєдіяльності рослин?
39. Що таке біологічний та господарський урожай?
40. Як погодні умови впливають на якість сільськогосподарської продукції?
41. Які особливості температурного режиму ґрунту?
42. Що таке активна температура повітря?
43. Що таке ефективна температура повітря?
44. Які фактори впливають на випаровуваність?
45. Які агрометеорологічні показники використовують для оцінки посушливості?
46. Яке значення мають агрометеорологічні спостереження у сільському господарстві?
47. Які сучасні технології використовують в агрометеорології?
48. Як дистанційне зондування Землі використовується в агрометеорології?
49. Які причини виникнення посух та суховіїв?
50. Які наслідки заморозків для сільськогосподарських культур?

ГЛОСАРІЙ

1. **Агromетeорoлoгiя** — прикладна галузь метеорології, що вивчає вплив погодних, кліматичних та гідрометеорологічних умов на ріст, розвиток, продуктивність сільськогосподарських культур і ефективність аграрного виробництва.
2. **Агрокліматичні ресурси** — сукупність кліматичних умов території (тепло, волога, сонячна радіація), придатних для вирощування певних сільськогосподарських культур.
3. **Агрокліматичне районування** — поділ території на райони за подібністю агрокліматичних умов та придатністю для вирощування сільськогосподарських культур.
4. **Агromетeорoлoгiчні умови** — комплекс метеорологічних факторів, що визначають умови росту, розвитку та формування врожаю рослин.
5. **Агromетeорoлoгiчний прогноз** — науково обґрунтоване передбачення розвитку агрометеорологічних умов і їх впливу на стан сільськогосподарських культур.
6. **Агromетeорoлoгiчні спостереження** — система регулярних інструментальних і візуальних спостережень за метеорологічними величинами та станом рослин.
7. **Фенологія** — наука про сезонні явища у розвитку рослин і тварин та їх залежність від метеорологічних умов.
8. **Фенологічна фаза** — окремий етап росту та розвитку рослини (сходи, кущення, цвітіння, дозрівання тощо).
9. **Вегетаційний період** — проміжок часу від початку активної життєдіяльності рослини до її завершення.
10. **Фотосинтез** — біохімічний процес синтезу органічних речовин із вуглекислого газу та води під дією сонячної енергії.
11. **Інтенсивність фотосинтезу** — швидкість утворення органічної речовини рослиною за одиницю часу.
12. **Фотосинтетично активна радіація (ФАР)** — частина спектра сонячного випромінювання в межах 0,38–0,71 мкм, яка використовується рослинами у процесі фотосинтезу.
13. **Дихання рослин** — фізіологічний процес біологічного окиснення органічних речовин із виділенням енергії.
14. **Транспірація** — фізіологічний процес випаровування води рослинами через продишки та інші органи.
15. **Транспіраційний коефіцієнт** — кількість води, витраченої рослиною на утворення одиниці сухої речовини.
16. **Водний баланс рослин** — співвідношення між надходженням, утриманням та витратами води рослиною.
17. **Водоспоживання рослин** — загальна кількість води, використаної рослиною на транспірацію та формування органічної речовини.

18. **Мінеральне живлення рослин** — процес надходження, транспортування та засвоєння рослинами мінеральних елементів із ґрунту.
19. **Макроелементи** — хімічні елементи, необхідні рослинам у значних кількостях (азот, фосфор, калій, кальцій, магній, сірка).
20. **Мікроелементи** — елементи, необхідні рослинам у незначних концентраціях, але критично важливі для фізіологічних процесів.
21. **Біологічний мінімум температури** — найнижча температура, за якої ще можливий ріст і розвиток певної культури.
22. **Активна температура** — середньодобова температура повітря, що перевищує біологічний мінімум розвитку рослин.
23. **Сума активних температур** — інтегральний показник теплозабезпечення території за вегетаційний період.
24. **Ефективна температура** — перевищення середньодобової температури над біологічним мінімумом розвитку культури.
25. **Сума ефективних температур** — сума ефективних температур за певний період розвитку рослин.
26. **Тепловий режим ґрунту** — сукупність процесів нагрівання та охолодження ґрунту, що визначають його температуру.
27. **Тепловий баланс земної поверхні** — співвідношення між надходженням та витратами теплової енергії на поверхні Землі.
28. **Сонячна радіація** — потік електромагнітного випромінювання Сонця, що надходить до атмосфери та земної поверхні.
29. **Радіаційний баланс** — різниця між сумарною поглинутою та випроміненою енергією земної поверхні.
30. **Альbedo** — частка сонячної радіації, відбитої поверхнею від загальної кількості падаючої радіації.
31. **Мікроклімат посівів** — локальні кліматичні умови в межах рослинного покриву, що формуються під впливом рослинності та поверхні ґрунту.
32. **Вологість повітря** — характеристика вмісту водяної пари в атмосферному повітрі.
33. **Відносна вологість повітря** — відношення фактичного вмісту водяної пари до максимально можливого при даній температурі.
34. **Вологість ґрунту** — кількість води, що міститься у ґрунті в певний момент часу.
35. **Продуктивна волога** — частина ґрунтової вологи, доступна для використання рослинами.
36. **Випаровування** — фізичний процес переходу води з рідкого стану в газоподібний.
37. **Випаровуваність** — максимально можлива кількість води, яка може випаруватися за певних метеорологічних умов.
38. **Евапотранспірація** — сумарне випаровування з поверхні ґрунту та транспірація рослин.

39. **Посуха** — тривалий період дефіциту атмосферних опадів та ґрунтової вологи, що супроводжується пригніченням рослин.
40. **Атмосферна посуха** — несприятливий стан атмосфери, що характеризується низькою вологістю повітря та високою температурою.
41. **Ґрунтова посуха** — дефіцит доступної для рослин вологи у ґрунті.
42. **Суховій** — гарячий сухий вітер із низькою відносною вологістю повітря, який посилює випаровування та пригнічує рослини.
43. **Заморозок** — короточасне зниження температури повітря або поверхні ґрунту нижче 0 °C у теплий період року.
44. **Град** — атмосферні опади у вигляді льодових частинок, що утворюються у потужних купчасто-дощових хмарах.
45. **Вимерзання рослин** — пошкодження або загибель рослин унаслідок дії критично низьких температур.
46. **Випрівання рослин** — пошкодження рослин внаслідок тривалого перебування під сніговим покривом за недостатньої аерації.
47. **Льодова кірка** — шар льоду на поверхні ґрунту або снігу, що порушує газообмін і негативно впливає на рослини.
48. **Урожайність** — кількість сільськогосподарської продукції, отриманої з одиниці площі.
49. **Продуктивність рослин** — здатність рослин формувати органічну речовину та врожай залежно від умов середовища.
50. **Дистанційне зондування Землі (ДЗЗ)** — метод отримання інформації про стан земної поверхні, посівів і природних ресурсів за допомогою супутникових та авіаційних систем спостереження.

Рекомендована література до навчальної дисципліни

Основні:

1. Адаменко Т.І. Агрокліматичне районування території України та зміни клімату в аграрному виробництві. – Київ: Ніка-Центр, 2014. – 365 с.
2. Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Агromетеорологічні прогнози. Практикум. – Одеса, 2021, 230 с.
2. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Вольвач О.В. Основи агromетеорології: Підручник. – Одеса: Видництво ТЕС, 2012. – 250 с.
3. Польовий А.М. Методи експериментальних досліджень в агromетеорології. Одеса. “ТЕС”, 2003. – 246 с.
4. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем: підручник. ОДЕКУ, Одеса. – 2013. – 189 с.
5. Примак І.Д., Демидась Г.І., Панченко О.Б., Гамалій І.П., Карпук Л.М. та ін. Агromетеорологія: підручник. – Вінниця: Нілан-ЛТД, 2016. – 576 с.
6. Топольний Ф.П., Лузан П.Г. Агromетеорологія: навчальний посібник. – Харків: Мачулін, 2018. – 160 с.

Додаткові:

5. Антоненко В.С., Круківська А.В. До питання агрокліматичної оцінки потенціалу урожайності соняшника на території Київської області. Фізична географія та геоморфологія. - 2016. - Вип. 3. - С. 84-88.
6. Круківська А.В. Агрокліматичні умови вирощування ярої пшениці в Україні. Фізична географія та геоморфологія. – 2016. – Вип. 1. – С. 108–112.
7. Круківська А.В. Оцінка умов тепло- і вологозабезпеченості сої у різні періоди вегетаційного циклу в лісостеповій і степовій зонах України. Фізична географія та геоморфологія. - 2015. - Вип. 3. - С. 154-160.
8. Круківська А.В. Динаміка умов вологозабезпечення соняшнику в Південному Степу України. Фізична географія та геоморфологія. - 2015. - Вип. 1. - С. 151-157.
9. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А. Вплив змін клімату на агрокліматичні умови вегетаційного періоду основних сільськогосподарських культур. Український гідрометеорологічний журнал. 2017. Вип. 20. С. 61–70.
10. Польовий А.М., Божко Л.Ю., Адаменко Т.І. Агromетеорологічні дослідження в Україні. Український гідрометеорологічний журнал. 2017. Вип. 19. С. 72–81.

11. Krukivska A., Hrechana N., Snizhko S., Shevchenko O., Matviienko M. Geoinformation components of sunflower yield simulation in arid climate using the model aquacrop. Geoinformatics 2021. 11-14 May 2021, Kyiv, Ukraine