

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи студентів з дисципліни  
**„Агрокліматологія”**  
і виконання контрольних робіт для студентів V – VI курсів  
заочного факультету

Одеса - 2010

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи з дисципліни  
**„Агрокліматологія”**  
і виконання контрольних робіт для студентів V – VI курсів  
заочного факультету

Напрямок підготовки – Гідрометеорологія  
Спеціальність – Агрометеорологія

„Затверджено”  
на засіданні робочої групи  
„Заочна та післядипломна освіта”

Одеса – 2010

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни „Агрокліматологія” і виконання контрольних робіт для студентів V – VI курсів заочного факультету. Напрямок підготовки – Гідрометеорологія. Спеціальність – Агromетеорологія. // Укладач: доц., к. геогр. н. Кирнасівська Н.В., - Одеса, ОДЕКУ, 2009 – 40 с.

# 1. ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

## 1.1. Передмова

Агрокліматологія – одна з профільних дисциплін спеціальності „Агrometeorологія”. Вона вивчає кліматичні та гідрометеорологічні умови в їх взаємному зв'язку з об'єктами та процесами сільськогосподарського виробництва. Дисципліна опирається на знання в галузі метеорології, кліматології, агrometeorології, вищої математики, біологічних наук та ґрунтознавства. Кліматичні ресурси в порівнянні з іншими абіотичними факторами середовища мають одну гарну властивість – вони відновлюються майже не перериваючись (світло, тепло, волога, вітер і т.д.). Ні один із заходів, окрім зрошення, не дає такого приросту врожаю, як оптимальне співвідношення нешаблонних елементів землеробства, які підігнані до кліматичних умов року. Визначення цього співвідношення можливо лише зараз і це складає широку область агрокліматичних досліджень на сучасному етапі розвитку агрокліматології.

Маючи багато спільного з кліматологією в методах обробки вихідної метеорологічної інформації і картографування показників клімату, агрокліматологія зберігає свою специфіку досліджень. *Об'єктом дослідження* в агрокліматології є клімат. Основна відзнака агрокліматології від кліматології полягає в тому, що вона вивчає умови середовища в тісному зв'язку з умовами життя рослинних і тваринних організмів.

Головними задачами дисципліни є: 1) визначення кліматичних особливостей території з метою найбільш раціонального розміщення об'єктів сільськогосподарського виробництва; 2) вивчення видів і сортів сільськогосподарських культур до клімату та розробка методів різномасштабного агрокліматичного районування територій; 3) вивчення кліматів з регіональним підходом з метою їх можливого поліпшення для сільськогосподарського виробництва (зрошення та осушення земель, лісонасадження, мульчування ґрунтів; 4) агрокліматичне обґрунтування способів і заходів агротехніки, умов роботи сільськогосподарських машин; 5) кліматичне обґрунтування розповсюдження шкідників та хвороб сільськогосподарських культур і засобів боротьби з ними; 6) вивчення впливу коливань глобального клімату на зміну агрокліматичних ресурсів до 2010 – 2025 рр.

Агрокліматичні дослідження дозволяють надати наукове обґрунтування раціонального розміщення культур та їх сортів з урахуванням різних ґрунтово-кліматичних умов, прояву потенційних можливостей клімату у зв'язку з продуктивністю сільськогосподарських культур. Агрокліматичні розробки мають велике значення при

обґрунтування заходів боротьби з небезпечними метеорологічними явищами та захист рослин від шкідників та хвороб.

В результаті підготовки по даній програмі дисципліни „Агрокліматологія” студент повинен знати принципи сільськогосподарської оцінки клімату і методи агрокліматичної обробки спостережень; агрокліматичні показники та методи їх розрахунку; лімітуючі фактори клімату і їх вплив на життєдіяльність культурних рослин; вивчити методи картування та агрокліматичного районування на територіях різного масштабу та методи спеціального агрокліматичного районування стосовно до окремих сільськогосподарських культур.

Студент повинен добре вміти оцінити ступінь сприятливості агрокліматичних ресурсів для вирощування культурних рослин, давати правильне агрокліматичне обґрунтування засобів та заходів агротехніки, складати агро кліматичну характеристику території та виконувати картографування агрокліматичних показників.

При заочному навчанні самостійна робота студентів за спеціальною літературою є основним видом занять. Успішне рішення питань, пов’язаних із самостійною роботою студентів, в значній мірі визначається методичними розробками по їх організації та контролю.

Мета цих методичних вказівок полягає в наданні допомоги студентам заочної форми навчання при самостійному вивченні дисципліни „Агрокліматологія”. В них надається перелік тем теоретичного курсу. До кожної теми надається перелік основних питань до вивчення навчальної літератури і контрольні питання для перевірки якості засвоєння матеріалу.

## 1.2. Зміст дисципліни „Агрокліматологія”

№	Найменування теми, її зміст
1	2
	<p><b>Вступ</b> Предмет, мета, задачі агрокліматології. Значення клімату для сільського господарства. Вплив клімату на географічне розповсюдження сільськогосподарських рослин і тварин, на їх життєвий ритм і продуктивність, на оперативну діяльність в сільськогосподарському виробництві. Основні етапи історії розвитку агрокліматології.</p>
	<p><b>Тема 1 Принципи і методи сільськогосподарської оцінки клімату</b> <u>Поняття - агрокліматичні умови.</u> Основні кліматичні фактори, які необхідні для життя рослин. Потреба рослин в умовах клімату; біокліматичні класифікації рослин. Вчення про агрокліматичні показники; основні методи їх визначення. Загальна схема сільськогосподарської оцінки клімату.</p>
1	2
	<p><b>Тема 2 Методи сільськогосподарської оцінки клімату</b> <u>Оцінка радіаційно-світлових ресурсів за вегетаційний період.</u></p>

	<p>Урахування тривалості дня, числа годин сонячного сяння за періоди вегетації рослин. Методи розрахунку сумової та фотосинтетично активної радіації для оцінки продуктивності сільськогосподарських культур.</p> <p><u>Оцінка термічних ресурсів вегетаційного періоду.</u> Визначення тривалості вегетаційного періоду різноманітних рослин. Методи розрахунку кліматичних, біологічних та біокліматичних сум температур повітря. Оцінка забезпеченості теплом різних рослин на основі імовірних характеристик сум температур і тривалості теплого періоду.</p> <p><u>Оцінка теплових ресурсів дня і ночі у зв'язку з термоперіодизмом рослин.</u> Методи розрахунку денних та нічних температур повітря та їх сум. Термічний режим рослинного покриву. Розрахунок денної температури діяльної поверхні та її суми за методом теплового балансу. Географічні особливості розподілу показників теплового режиму дня та ночі. Біокліматичні аспекти їх практичного використання в сільському господарстві.</p> <p><u>Оцінка ресурсів вологи і забезпеченість вологою рослин.</u></p> <p>Основні показники ресурсів вологи, їх часова і просторова мінливість. Вологовимогливість, вологоспоживання і вологозабезпеченість сільськогосподарських культур. Методи визначення вологовимогливості. Умовні показники зволоження території та методи їх розрахунку. Агрогідрологічні зони та їх характеристики. Визначення вологонебезпечності вологозапасами корененаселеного шару ґрунту.</p> <p><u>Оцінка умов перезимівлі рослин.</u></p> <p>Показники морозонебезпечності для зимуючих культур. Середні з абсолютних річних мінімумів температури повітря та ґрунту: їх географічна і часова мінливість. Урахування динаміки снігового покриву та глибина промерзання ґрунту. Комплексні показники суворості зими та методи їх розрахунку. Зона та райони снігових меліорацій.</p> <p><u>Сільськогосподарський бонітет клімату і методи його оцінки.</u></p> <p>Потенціальна продуктивність зернового господарства. Оцінка продуктивності клімату стосовно до винограду. Методика визначення біокліматичного потенціалу. Порівняльна оцінка земель за біологічною продуктивністю сільськогосподарських культур.</p>
	<p><b>3. Агрокліматична оцінка небезпечних метеорологічних явищ</b></p> <p><u>Заморозки, їх розповсюдження на території СНД.</u></p> <p>Генезис приморозків та їх типи. Відношення рослин до приморозків. Географія приморозків та їх часова мінливість. Приморозки різної інтенсивності. Ймовірність приморозків. Районування небезпечних приморозків на території СНД. Оцінка</p>

	<p>ймовірності пошкодження приморозками різноманітних сільськогосподарських культур. Методи боротьби з приморозками.</p> <p><u>Посухи як лімітуючий фактор клімату.</u> Агрокліматичні показники посух та методи їх розрахунку. Інтенсивність посух. Ймовірність посух. Географічна характеристика посух на території СНД. Типізація посух стосовно до сільськогосподарських культур. Методи боротьби з посухами.</p> <p><u>Агрокліматична оцінка суховіїв та їх вплив на врожайність сільськогосподарських культур.</u> Географічні особливості розподілу суховіїв різноманітних інтенсивностей. Ймовірність пошкодження суховіями зерна ярої пшениці. Заходи, що застосовуються для зменшення шкідливих наслідків суховіїв.</p>
	<p><b>4. Методи агрокліматичної обробки матеріалів спостережень</b></p> <p><u>Обробка багаторічних агрометеорологічних спостережень.</u> Мета та задачі агрокліматичної обробки спостережень. Загальні питання агрокліматичної обробки агрокліматичних спостережень. Застосування методів математичної статистики та теорії імовірності. Основні етапи обробки спостережень, їх мета та методика. Застосування ЕВМ для обробки режимної інформації. <u>Методи обробки багаторічних спостережень за зволоженням, промерзанням та відтаванням ґрунту.</u></p> <p>Технічний, локальний та критичний контроль матеріалів спостережень. Специфіка обробки матеріалів спостережень за вказаними вище показниками клімату. Розрахунок імовірності характеристик та побудова номограм забезпеченості.</p> <p><u>Методи обробки багаторічних фенологічних спостережень.</u> Контроль та обробка фенологічних спостережень за озимими культурами та деревною рослинністю. Розрахунок імовірності наступу фенологічних фаз сільськогосподарських культур.</p> <p><u>Загальні питання картографування агрокліматичних показників.</u> Типи і масштаби карт. Визначення висотних, широтних та довготних градієнтів елементів, які підлягають картографуванню. Складання дрібно-масштабних агрокліматичних карт (термічні характеристики, суми температур повітря, кількість опадів, вологість ґрунту, фенологічні дані).</p> <p><u>Методика складання дрібномасштабних агрокліматичних карт з урахуванням клімату</u> (на прикладі мінімальної температури, тривалості безприморозкового періоду, добової амплітуди температури повітря, суми денних та нічних температур, зимових мінімальних температур).</p> <p>Основні етапи розрахунку та картування показників клімату на рівнинних землях та в гірських районах у дрібному масштабі з урахуванням мікрокліматичних параметрів на території СНД та в</p>

	Україні. Методика складання середньомасштабних агрокліматичних карт для території адміністративних областей та районів. Структура агрокліматичних довідників.
	<p><b>5. Агрокліматичне районування всесвіту, континентів, країн</b></p> <p><u>Теорія агрокліматичного районування та основні показники клімату.</u> Мета та задачі агрокліматичного районування. Загальні питання теорії та методики агрокліматичного районування. Основні показники клімату та таксономічні одиниці районування. Теорія агрокліматичних аналогів.</p> <p><u>Агрокліматичне районування Всесвіту та континентів.</u> Агрокліматичні пояси теплозабезпеченості, зони зволоження, області за умовами перезимівлі розміщення сільськогосподарських культур. Зміст "Агрокліматичного атласу всесвіту". Загальне агрокліматичне районування Всесвіту за Г.Т. Селяниновим, П.І. Колосковим, Д.І. Шашко.</p> <p><u>Середньомасштабне та великомасштабне агрокліматичне районування.</u> Особливості середньомасштабного агрокліматичного районування в межах обмежених територій (адміністративна область, район). Застосування традиційних та нових показників клімату, чутливих до нього. Специфіка картографічних основ (морфометричні та ґрунтово-ландшафтні карти). Варіанти районування за Селяниновим Г.Т., Гольцберг І.А., Міщенко З.А.</p> <p><u>Спеціальне агрокліматичне районування території СНД і країн східної Європи.</u> Агрокліматичне районування стосовно до ярої та озимої пшениці (за Моїсейчик В.О., Улановою Є.С.), кукурудзи (за Чірковим Ю.І.), винограду (за Давітая Ф.Ф.), картоплі, цукрового буряка, соняшника, рису, бавовни.</p>
	<p><b>6. Оцінка агрокліматичних ресурсів стосовно до сільського господарства</b></p> <p><u>Оцінка впливу клімату на розвиток та розповсюдження хвороб та шкідників сільськогосподарських культур.</u> Агрокліматичні показники шкідливості хвороб. Основні показники клімату, методи їх розрахунку для оцінки шкідливості комах-шкідників (шведська муха, колорадський жук).</p> <p><u>Оцінка агрокліматичних умов пожнивного періоду.</u> Основні показники клімату і методи їх розрахунку. Районування ЄЧ території СНД для виявлення географічних особливостей розміщення пожнивних культур для гарантованого отримання другого урожаю після збирання основної культури.</p> <p><u>Агрокліматична оцінка умов зростання та продуктивності пасовищної рослинності та сіяних трав.</u> Географічні особливості розподілу трав в різноманітних регіонах. Агрокліматичні показники зростання природної пасовищної рослинності. Районування</p>



<p>території на прикладі Казахстану. Агрокліматична характеристика території стосовно до тваринництва.</p> <p><u>Існуючі методи оцінки продуктивності сільськогосподарських культур у теперішній та майбутній час.</u> Статистичні зв'язки урожаю культурних рослин з метеорологічними факторами. Фізико-статистичні моделі продуктивності. Метод еталонних урожаїв. Оцінка потенційно можливих та дійсноможливих урожаїв за Тоомінгом Х.Г., Міщенко З.А. та ін.) стосовно до території Білорусії, Молдови та України.</p> <p><u>Вплив клімату на хімізм рослин та якість урожаю сільськогосподарських культур.</u> Географічні закономірності розподілу характеристик якості урожаїв культурних рослин в залежності від показників клімату на території СНД. Агрокліматична оцінка впливу клімату на якість урожаю зернових, технічних культур та винограду в залежності від показників радіаційно-теплових ресурсів та режиму зволоження..</p> <p><u>Оцінка агрокліматичних ресурсів у зв'язку зі зміною глобального клімату землі.</u></p> <p>Існуючі сценарії зміни глобального клімату землі з урахуванням антропогенного фактору. Статистичний та аналоговий методи оцінки та розрахунку можливих показників тепло- та вологозабезпеченості культурних рослин, зміни їх продуктивності до 2010 - 2030 рр.</p>
---

### 1.3. Перелік навчальної літератури

#### Основна

1. Мищенко З.А. Агроклиматология. – К.: КНТ, 2009. – 511 с.
2. Мищенко З.А. Биоклимат дня и ночи. - Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 280 с.
3. Синицына Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. - Л.: Гидрометеиздат, 1973. - 344 с.
4. Шашко Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. - 247 с.
5. Гулинова Н.В. Методы агроклиматической обработки наблюдений. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 141 с.
6. Тооминг Х.Г. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 264 с.

#### Додаткова

1. Агроклиматический атлас мира. - Л.- М.: ГУГК, Гидрометеиздат, 1972. - 186 с.
2. Гольцберг И.А. Агроклиматическое районирование территорий административных областей. – Обнинск, 1967. – с. 52-79.
2. Жуков В.А., Полевой А.Н., Витченко А.Н., Данилов С.а. Математические методы оценки агроклиматических ресурсов. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 207 с.
3. Романова Е.Н., Мосолова Г.И., Береснева И.А. Методы мезо- и микроклиматического районирования для целей оптимизации размещения сельскохозяйственных культур с применением технологии автоматизированного расчета. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. – 104 с.
4. Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Методическое пособие. - Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 216 с.
5. Мищенко З.А., Ляхова С.В. Региональная оценка агроклиматических ресурсов на территории Украины и урожай винограда // Метеорология, климатология и гідрологія. – 2001. – Вып. 44. – с. 117-124.
6. Шульгин А.М Агрометеорология и агроклиматология. – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 200 с.

#### **1.4. Перелік знань та вмінь студента**

Після вивчення дисципліни студенти повинні

знати:

- задачі агрокліматології та значення клімату для сільського господарства;
- основні кліматичні фактори, що необхідні для життя рослин;
- потребу рослин до кліматичних умов, біологічну класифікацію рослин;
- агрокліматичні показники та методи їх розрахунків, загальні схеми сільськогосподарської оцінки клімату;
- кількісні оцінки забезпеченості теплом культурних рослин на підставі ймовірних характеристик сум температур та тривалості теплого періоду;
- закономірності географічного розподілу показників теплових ресурсів дня та ночі на території СНД;
- методи оцінки сільськогосподарського бонітету клімату;
- агро кліматичні показники засух та методи їх розрахунків стосовно території СНД;
- вплив клімату на хімізм рослин та якість урожаїв культурних рослин.

Вміти:

- оцінити ступінь сприятливості агрокліматичних ресурсів для вирощування культурних рослин;
- надавати вірне агрокліматичне обґрунтування проведенню агротехнічних і меліоративних заходів у конкретній місцевості;
- складати агрокліматичну характеристику будь-якої території з ймовірною оцінкою умов росту і продуктивності сільськогосподарських культур;
- картографувати агро кліматичні показники в різному масштабі на рівнинних землях та у гірських районах;
- обробляти дані багаторічних фенологічних спостережень; складати дрібномасштабні карти з урахуванням мікроклімату.

### 1.5. Перелік завдань на самостійну роботу

№ п/п	Теми	Кількість годин СРС	Контрольн і заходи
1	Вступ	ауд. – , сам. – 8 год.	
2	Тема 1	ауд. – 2 год., сам. – 8 год.	
3	Тема 2	ауд. – 3 год., сам. – 56 год.	
4	Тема 3	ауд. – 3 год., сам. – 24 год.	
5	Тема 4	ауд. – 5 год., сам. – 44 год.	
6	Тема 5	ауд. – 5 год., сам. – 45 год.	
7	Тема 6	ауд. – 6 год., сам. – 39 год.	
8	Практичні заняття	ауд. – 26 год., сам. – 62 год.	
9	Всього	ауд. – 50 год., сам. – 286 год.	КР 1, КР 2

## 2. ОРГАНІЗАЦІЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

### 2.1. Загальні рекомендації щодо вивчення теоретичного матеріалу

рекомендується такий порядок вивчення дисципліни:

- зміст кожної теми дисципліни вивчається за допомогою наведеного у п. 1.3 переліку навчальної та методичної літератури;
- після засвоєння змісту кожної теми треба відповісти на „Запитання для самоперевірки”, які наведені у цих методичних вказівках наприкінці кожної теми;
- виконується контрольна робота (1 контрольна робота на V курсі; 2 – на VI курсі);
- якщо виникли питання при вивченні теоретичного матеріалу або при виконанні контрольної роботи, потрібно звернутися до викладача, який читав установчу лекцію, письмово на адресу університету звичайною або електронною поштою: [agro@ogmi.farlep.odessa.ua](mailto:agro@ogmi.farlep.odessa.ua).

## 2.2. Теми теоретичного матеріалу для самостійної роботи студентів

### Тема 1 Принципи і методи сільськогосподарської оцінки клімату

Клімат будь-якої місцевості визначається великим числом елементів. При вирішенні різних питань агрокліматології важливо знати, які елементи є основними для життя рослин, а які другорядні.

Розглянемо фактори, які життєво необхідні для рослин. Для всіх організмів повітря – основа життя. Із газів, які складають атмосферне повітря, слід окремо оцінити кисень, азот, вуглекислий газ. Світло є джерелом енергії для всіх живих організмів на землі. При оцінці світла в житті рослин, звичайно розрізняють три аспекти цієї проблеми: вплив спектрального складу, інтенсивність та тривалість освітлення. Частина сонячного світла, яка безпосередньо бере участь у фотосинтезі, називають фотосинтетично активною радіацією (ФАР). Величину ФАР зазвичай обмежують довжиною хвиль 0,38 – 0,71 мкм. Тепло також є необхідним фактором життя. Давно встановлено, що температура повітря та ґрунту (як показники теплозабезпеченості) визначають життєві процеси, які проходять у рослині. Від вологи в найбільшій мірі залежить ріст та величина врожаю. Надлишкова або недостатня кількість вологи згубно відображається на рослинах, так як в обох випадках рослини не можуть повністю використовувати ресурси тепла для накопичення своєї біомаси та отримання оптимального врожаю. Вплив мінерального питаня не входить в компетенцію агрокліматології.

При вивченні агрокліматичних ресурсів територій застосовуються показники, які одержують шляхом осереднення в багаторічному розрізі за вегетаційний період або його інтервали. До них відносяться наступні: 1) тривалість вегетаційного та теплого періодів; 2) оптимальна межа температур; 3) критичні температури; 4) термічні показники; 5) показники інтенсивності сонячної радіації; 6) показники холодостійкості та морозостійкості рослин; 7) показники стійкості рослин до засухи та суховіїв; 8) суми опадів. Запаси продуктивної вологи, відносні показники зволоження; 9) показники, які пов'язують врожай з іншими елементами.

При побудові схеми сільськогосподарської оцінки клімату взято принцип, який складається із співставлення потреби сільськогосподарських культур до клімату на визначених етапах розвитку в цілому за вегетаційний період та агрокліматичних ресурсів території.

### *Контрольні питання для самоперевірки*

1. Розкрийте основні кліматичні фактори життя культурних рослин.

2. Опишіть схеми класифікації сільськогосподарських культур за вимогами до кліматичних умов.
3. Дійсно можливих показники та методи їх визначення.
4. Навести загальну схему сільськогосподарської оцінки клімату.

## Тема 2 Методи сільськогосподарської оцінки клімату

Енергетичною основою землеробства є сумарна сонячна радіація ( $\Sigma Q$ ), а особливо фотосинтетично активна радіація ( $\Sigma Q_{\phi}$ ) – ФАР. Оскільки в багатьох країнах світу актинометричні спостереження проводяться в обмеженому вигляді, розроблені непрямі методи актинокліматологічних розрахунків за тривалістю сонячного сьйва або за хмарністю за формулою В.Н. Українцева та С.І. Сивкова

$$\Sigma Q = 49S_c^{1,31} \cdot 10^{-4} + 10,5(\sinh h_{\Theta})^{2,1}, \quad (2.1)$$

де  $S_c$  - дійсна тривалість сонячного сьйва за місяць, період (год);  $h_{\Theta}$  - висота сонця в полудень на середину місяця.

Сума ФАР визначається за формулою

$$\Sigma Q_{\phi} = 0,43\Sigma S + 0,57\Sigma D = 0,5\Sigma Q. \quad (2.2)$$

Агрокліматична оцінка енергетичних ресурсів в конкретній місцевості виконується за сумами сумової радіації ( $\Sigma Q'$ ) та сумами ФАР ( $\Sigma Q'_{\phi}$ ) за теплий період з середньодобовою температурою повітря вище 5, 10, 15 °С з застосуванням формул:

$$\Sigma Q' = (\Sigma Q_{IV} + \Sigma Q_V + \dots \Sigma Q_X), \quad (2.3)$$

$$\Sigma Q'_{\phi} = (\Sigma Q_{\phi IV} + \Sigma Q_{\phi V} + \dots \Sigma Q_{\phi X}). \quad (2.4)$$

Потребу культур у теплі та ресурсах тепла часто виражають сумами активних та ефективних температур. Розрахунок сум активних температур повітря ( $\Sigma T_{ак}$ ), наприклад вище 10 °С, виконується за формулою вигляду

$$\Sigma T_{ак} > 10^0 C = \Sigma(T_{IV} \cdot N_{IV} + T_V \cdot N_V + \dots T_{IX} \cdot N_{IX}), \quad (2.5)$$

де  $T_{IV}, T_V, \dots, T_{IX}$  - середні місячні температура повітря вище 10 °С;  $N_{IV}, N_V, \dots, N_{IX}$  - тривалість періодів (дні) з квітня по вересень або жовтень.

Ефективна температура за формулою

$$\Sigma T_{ef} = \Sigma((T_c - T_6) \cdot N_{IV} + (T_c - T_6) \cdot N_V + \dots + (T_c - T_6) \cdot N_X), \quad (2.6)$$

де  $T_c$  - середня місячна температура повітря з квітня по вересень;  $T_6$  - біологічний нуль даної культури.

Розрахункова формула для визначення забезпеченості відхилень сум температур від кліматичної норми має вигляд:

$$P = 50,333 - 7,545 \left( \frac{\sigma_T}{50} \right) + 0,002 \left( \frac{\sigma_T}{50} \right)^2 + 0,243 \left( \frac{\sigma_T}{50} \right)^3, \quad (2.7)$$

де  $P$  - забезпеченість в %;  $\sigma_T$  - середні квадратичні відхилення від середніх багаторічних сум температур повітря вище 10 °С.

Денну та нічну температури повітря можна визначити за даними восьмистрокових спостережень за добу за температурою повітря на метеостанції. В цьому випадку  $T'_d$ ,  $T'_n$  розраховуються за формулами:

$$T'_d = \frac{T_9 + T_{12} + T_{15} + T_{18}}{4}, \quad (2.8)$$

$$T'_n = \frac{T_3 + T_6 + T_{21} + T_0}{4}. \quad (2.9)$$

Розрахунок середніх багаторічних  $\Sigma T_d$ ,  $\Sigma T_n$  виконується за формулами

$$\Sigma T_d = \Sigma(T_d \cdot N_{IV} + T_d \cdot N_V + \dots T_d \cdot N_X) \quad (2.10)$$

$$\Sigma T_n = \Sigma(T_n \cdot N_{IV} + T_n \cdot N_V + \dots T_n \cdot N_X) \quad (2.11)$$

де  $N$  з індексом  $IV, V, \dots, X$  - число днів у квітні, травні та до жовтня з  $T_d$ ,  $T_n$  вище 10 °С.

Емпіричні методи оцінки вологозабезпеченості рослин основані на висновку, що водопотреба конкретного сорту рослин в основному визначається погодними умовами і його біологічними особливостями. Оптимальну водопотребу культур можна розраховувати за методами І.А. Шарова, Н.Н. Іванова, А.М. Алпатьєва. Широке використання одержав останній. Так, оптимальна водопотреба розраховується за формулою

$$E_0 = K_6 \cdot \Sigma d \quad (2.12)$$

де  $K_6$  - біологічний коефіцієнт фотосинтезу;  $\Sigma d$  - сума дефіцитів вологості повітря (мм або мб).

Фактичне випаровування розраховується як

$$E = \sum r - F + (W_H - W_K) , \quad (2.12)$$

де  $\sum r$  - кількість опадів за період (мм);  $F$  - поверхневий стік (мм);  $W_H$ ,  $W_K$  - запаси продуктивної вологи на кінець та початок вегетації (мм).

При цьому вологозабезпеченість визначається за формулою

$$V_K = \frac{E}{E_0} \cdot 100\% . \quad (2.13)$$

На рахунок теоретичних методів оцінки вологозабезпеченості рослин відносять комплексний метод М.І. Будико, І. Зубенок, С. І. Харченко, А.Р. Константинова.

Рядом вчених запропоновані умовні показники зволоження, які називають коефіцієнтами або індексами. Більшість з них являють собою відношення ресурсів вологи (опадів, волого запаси) до потреби у волозі, яка розраховується через випаровування. Найвідоміший показник зволоження (гідротермічний коефіцієнт) Г.Т. Селянинова

$$ГТК = \frac{\sum r}{\sum T_c \div 10} , \quad (2.14)$$

де  $\sum r$  - кількість опадів за теплий період;  $\sum T_c$  - сума середньодобових температур повітря вище 10 °С за період вегетації культур, зменшена в десять раз.

Також відомі показники зволоження, запропоновані Н.Н. Івановим, П.І. Колосковим; М.І. Будико, Д.І. Шашко, В.П. Поповим, С.А. Сапожниковою.

Оцінка вологозабезпеченості рослин надається за волого запасами у ґрунті. Для переводу вологості ґрунту, яка виражена в процентах, у міліметри продуктивної вологи застосовують формулу:

$$W_{пр} = 0,1dh(W - K) , \quad (2.15)$$

де  $W_{пр}$  - запаси продуктивної вологи (мм);  $d$  – об'ємна маса ґрунту ( $\text{г/см}^3$ );  $h$  – товща шару ґрунту (см);  $W$  – вологість ґрунту (% від маси абсолютно сухого ґрунту);  $K$  – вологість стійкого в'янення..

Весняні запаси вологи у ґрунті (шар 0 – 100 см) прийнято оцінювати за їх відповідними величинами найменшої польової вологоємності (НВ).

Стосовно до території СНГ для порівняльної оцінки продуктивності клімату запропоновані два основних методи: С.А. Сапожникової та Д.І. Шашко. Фізико-статистична модель, яка розроблена Д.І. Шашко, була прийнята за основу А.Д. Єюбовим для оцінки БКП на території Азербайджану, Є.Л. Хершкович для Болгарії та З.А. Міщенко і Н.В.

Кирнасівською для оцінки та районування показників біокліматичного потенціалу на території України для умов природного та оптимального зволоження.

Для визначення БКП стосовно великої території використовується формула

$$БКП = K_p \cdot \frac{\sum T_c > 10^0 C}{\sum T_{c(баз)}}, \quad (2.16)$$

де  $K_p$  - коефіцієнт росту за річним показником атмосферного зволоження ( $Md$ );  $\sum T_c > 10^0 C$  - сума активних середньодобових температур повітря за період активної вегетації;  $\sum T_{c(баз)}$  - базисна сума температур.

Формули для порівняльної оцінки (в балах) біологічної продуктивності клімату ( $B_k$ ) відносно середньої для країни продуктивності та продуктивності в оптимальних умовах росту рослин ( $B_{k(on)}$ ) має наступний вигляд:

$$B_k = K_p \frac{\sum T_c \cdot 100}{1000^0 C} = 55 БКП, \quad (2.17)$$

$$B_{k(on)} = K_p \frac{\sum T_c}{3100^0 C} = 0,6 B_k. \quad (2.18)$$

#### *Контрольні питання для самоперевірки*

1. Які види радіації вам відомі? Охарактеризуйте їх.
2. Напишіть рівняння радіаційного балансу та розкрийте географічні особливості розподілу радіаційного балансу на земній поверхні.
3. Назвіть методи оцінки радіаційно-світлових ресурсів території.
4. Як розрахувати суму сумарної радіації та ФАР в конкретній місцевості.
5. Викладіть методику оцінки показників радіаційно-світлових ресурсів на території України.
6. Напишіть рівняння теплового балансу та розшифруйте його складові.
7. Як проводять оцінку теплових ресурсів за температурою повітря?
8. Як проводиться розрахунок забезпеченості теплових ресурсів.
9. Що ви розумієте під термоперіодизмом рослин?
10. Яким методом можна визначити показники теплового режиму дня та ночі?
11. Які кількісні оцінки теплових ресурсів дня та ночі були проведені на території СНД?



12. Як проводиться оцінка теплозабезпеченості культурних рослин за сумами денних та нічних температур повітря?
13. Викладіть основні методи оцінки вологозабезпеченості культурних рослин.
14. Умовні показники зволоження території та методи їх розрахунку.
15. Розкрийте методи оцінки сільськогосподарського бонітету клімату та їх географічну мінливість.
16. Викладіть методику оцінки біокліматичного потенціалу на території України.

### Тема 3. Агрокліматична оцінка небезпечних метеорологічних явищ

Агрокліматична оцінка умов перезимівлі всіх зимуючих культур складається із кількісної характеристики небезпечних явищ: вимерзання, дія льодової кірки, вимокання. До показників, які використовують для оцінки умов вимерзання сільськогосподарських відносять: середній із абсолютних річних мінімумів температури повітря ( $\bar{T}_m$ ) і ґрунту ( $\bar{T}_{mn}$ ), сума від'ємних температур нижче 0, -5, -10 °С, температура самого холодного місяця ( $\bar{T}_x$ ), висота снігового покриву (Н), глибина промерзання ґрунту (h).

Для комплексної агрокліматичної оцінки зимового періоду запропоновані різні показники, які в тому чи іншому вигляді враховують термічний режим та висоту снігового покриву. Такі показники були запропоновані А.М. Шульгиним, Г.Д. Ріхтером, В.М. Личикаки В.А. Моїсейчик.

Розрахунок комплексного показника умов перезимівлі зернових культур ( $\bar{K}_m$ ) для степової зони виконується за формулою:

$$\bar{K}_m = 0,4844 \frac{\bar{T}_m}{T_{кр}} + 1,3081 \frac{\bar{H}}{\bar{n}} - 0,6071, \quad (3.1)$$

де  $\bar{T}_m$  - мінімальна температура повітря, осереднена для тої або іншої області;  $\bar{H}$  - максимальна глибина промерзання ґрунту;  $\bar{n}$  - тривалість періоду зі сніговим покривом;  $T_{кр}$  - критична температура вимерзання вирощуваних сортів озимих культур.

Для лісної та лісостепової зони агрокліматичний показник ( $\bar{K}_m$ ) в середньому по області виражається наступним рівнянням

$$\bar{K}_m = 0,4934 \frac{\bar{T}_m}{T_{кр}} + 1,4181 \frac{\bar{H}}{\bar{n}} - 0,7015. \quad (3.2)$$

Ці рівняння дійсні при значеннях:  $\bar{T}_m$  від  $-18$  до  $-45$  °С;  $\bar{H}$  - від 10 до 150 см;  $\bar{n}$  - від 35 до 200 днів.

Основними агрокліматичними показниками приморозків для оцінки території є: дати останнього приморозку навесні і першого осіннього в повітрі і на поверхні ґрунту ( $D_{вз}$ ,  $D_{оз}$ ,  $D'_{вз}$ ,  $D'_{оз}$ ); тривалість беззаморозкового періоду в повітрі на рівні метеобудки і на поверхні ґрунту ( $N_{б/п}$ ,  $N'_{б/п}$ ), інтенсивність приморозків, яка визначається за значенням мінімальної температури від 0 °С та нижче у повітрі та на ґрунті ( $T_{мін}$ ,  $T'_{мін}$ ); суми температур повітря і ґрунту за беззаморозковий період ( $\sum T_{б/п}$ ,  $\sum T'_{б/п}$ ).

І.А. Гольцберг розробила методи розрахунків основних показників приморозків, склала ряд агрокліматичних карт розподілення приморозків на території СНД і виконала оцінку їх мікрокліматичної мінливості. Сумарна імовірність дат закінчення весняних і початку осінніх приморозків, а також тривалість беззаморозкового періоду являє собою мінливість цих дат і періоду за роками. Розрахунки виконуються за наступними формулами:

$$D_{вз(\%)} = \bar{D}_{вз} \pm \sigma_{в} \cdot K_{Г}, \quad (3.3)$$

$$D_{оз(\%)} = \bar{D}_{оз} \pm \sigma_{о} \cdot K_{Г}, \quad (3.4)$$

$$N_{б/п(\%)} = \bar{N}_{б/п} \pm \sigma_{N} \cdot K_{Г}, \quad (3.5)$$

де  $D_{вз(\%)}$ ,  $D_{оз(\%)}$ ,  $N_{б/п(\%)}$  - можливі дати припинення весняних та настання осінніх приморозків, тривалості беззаморозкового періоду шуканої імовірності;  $\bar{D}_{вз}$ ,  $\bar{D}_{оз}$ ,  $\bar{N}_{б/п}$  - кліматична норма цих показників;  $\sigma_{в}$ ,  $\sigma_{о}$ ,  $\sigma_{N}$  - середні квадратичні відхилення від відповідних середніх значень показників приморозків;  $K_{Г}$  - коефіцієнт нормального розподілення.

Під посухою розуміють складне агрометеорологічне явище, в результаті якого у рослин порушується водний баланс. Навіть зараз для оцінки ступеня задушливості клімату застосовуються умовні показники зволоження. Відомі формули Г.Т. Селянинова, Р.Е. Давида, П.І. Колоскова, В.П. Попова, С.А. Сапожникової, Д.І. Шашко, А.М. Алпатьєва, А.В. Процєрова, А.Н. Руденко, Е.С. Уланової та ін.

Відповідно дослідженням Г.Т. Селянинова показником дуже сильних посух може бути гідрометеорологічний коефіцієнт, який дорівнює 0,3, та менш сильних – за ГТК від 0,31 до 0,6, середніх – за ГТК від 0,61 до 0,8 та слабких – за ГТК від 0,8 до 1,0.

Є.С. Уланова для оцінки загальних посух стосовно озимої пшениці запропонувала показник зволоження ( $K_y$ ), який розраховується по формулі:

$$K_y = \frac{W_B + \sum r_{V-VI}}{0,01 \sum T_{V-VI}}, \quad (3.6)$$

де  $W_B$  - запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту під час переходу  $T_c$  на весні через  $5^\circ\text{C}$ ;  $\sum r_{V-VI}$  - сума опадів за травень-червень, мм;  $\sum T_{V-VI}$  - сума середньодобових температур повітря за травень-червень.

$K_y < 15$  – дуже сильна посуха;

$15 \leq K_y < 20$  – сильна посуха;

$20 \leq K_y < 25$  - середня посуха.

Складність та багатолікість явища „суховій” обумовили багато визначень та кількісних показників, які запропоновані як метеорологами так і агрометеорологами (Н.К. Софотеров, М.С. Кулик, Е.А. Цубербиллер, Г.Т. Селянинов.

Н.К. Софотеров суховійними вважає дні з максимальною температурою  $30^\circ\text{C}$  і денним дефіцитом насичення повітря 24 мм. М.С. Кулик вважає, що критерієм суховію є відносна вологість повітря о 13 годині менше 30%, температура вище  $25^\circ\text{C}$  при швидкості вітру 5 м/с. Дослідження Е.А. Цубербиллер показали, що причиною пошкодження від суховіїв є невідповідність між водопостачанням рослин та випаровуваністю, яке під час суховію переходить через деяку недопустиму межу. В якості показника пошкодження рослин вона використовувала „евапорометричний коефіцієнт” Скворцова:

$$K_e = \frac{B_\phi}{B_{cm}}, \quad (3.7)$$

де  $B_\phi$  - випаровування з природної поверхні;  $B_{cm}$  - випаровування зі „стандартної” водної поверхні. Значення  $B_{cm}$  розраховуються за формулою Мейера-Тихомирова:

$$B_{cm} = 0,012D \quad (3.8)$$

де  $D$  – дефіцит тиску водяної пари, гПа.

Е.А. Цубербиллер встановила агрометеорологічні показники суховіїв, які розділила за їх інтенсивністю на слабкі, середні, інтенсивні та

дуже інтенсивні і дала оцінку ступеня пошкодження рослин на прикладі зернових культур.

### *Контрольні питання для самоперевірки*

1. Що таке приморозок та на які типи він ділиться.
2. Які показники для оцінки умов вимерзання культурних рослин вам відомі.
3. Як виконується ймовірна оцінка приморозків.
4. Викладіть відомі методи розрахунку заморозків.
5. Розкрийте відомі районування показників заморозків.
6. Розкрийте методи боротьби з заморозками.
7. Які агрокліматичні показники посух вам відомі та методи їх розрахунку.
8. Надайте географічну характеристику посух на території СНД.
9. Яка типізація посух відносно сільськогосподарських культур вам відома?
10. Що розуміють під суховієм і які показники застосовують для його оцінки?
11. Методи боротьби з суховіями.

### **Тема 4. Методи агрокліматичної обробки матеріалів спостережень**

Вихідними величинами агрокліматичної обробки матеріалів багаторічних спостережень є метеорологічні та агрометеорологічні спостереження. Багаторазове спостереження величини  $X_1$  в часі або в просторі складає ряд спостережень. Агрометеорологічні ряди можуть складатися із значень агрометеорологічного елементу в окремі строки спостережень, із середніх добових, декадних, місячних, сезонних та річних значень, із експериментальних значень, із числа днів з явищами та ін.

Для аналізу і порівняння цих рядів між собою проводиться кліматична та агрокліматична обробка агрометеорологічних рядів. Найпростішою характеристикою метеорологічного ряду є середнє арифметичне ( $\bar{X}$ ). Середнє арифметичне може бути середнім або у часі або в просторі. Середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ) показує розсіяння окремих значень елементу клімату по обидві сторони від середнього.

Одним із етапів узагальнення даних багаторічних спостережень є їх групування. Інтервал величин, за якими групуються дані метеорологічних рядів, називають градацією. Існує три типи градації: 1. градації числові які рівні за величинами; 2. градації числові і нерівні за величинами; 3. градації нечислові (виражені словами).

Під імовірністю явища розуміють повторюваність його значення в окремі роки, яка виражена у процентах. Імовірність показує, як часто

повторюється це явище в окремий проміжок років. Сумарна імовірність явища вище або нижче визначеного рівня називається забезпеченістю.

Із емпіричних формул найбільш часто застосовується формула Г.А. Алексєєва

$$P_i = \frac{m_i - 0,25}{n + 0,50} \cdot 100\%, \quad (4.1)$$

де  $m_i$  - порядковий номер членів статистичного ряду, які розташовані в порядку зменшення;  $n$  - число років спостережень в ряді.

Для характеристики великих територій використовуються криві сумової імовірності ряду станцій. За цими даними будується номограма забезпеченості того або іншого елементу клімату.

Номограма забезпеченості – це графік. За допомогою якого можна, не проводячи розрахунків, одержати шукану величину за двома перемінними  $X$  та  $Y$ .

Обробка метеорологічних та агрометеорологічних матеріалів багаторічних спостережень на станціях гідрометеорологічної сітки складається із декількох етапів: первинна обробка матеріалів спостережень; контроль матеріалів спостережень; поповнення даних за пропущений строк і роки спостережень; приведення матеріалів спостережень до однорідного періоду; визначення багаторічних середніх величин і крайніх (екстремальних) значень; розрахунок імовірних характеристик агрокліматичних показників. Вказаний перелік робіт майже однаковий при обробці багаторічних матеріалів агрометеорологічних спостережень.

Первина обробка матеріалів спостережень полягає в складанні таблиць спостережень за визначений відрізок часу (доба, декада, місяць, рік). Вихідними даними для таких таблиць є первинні матеріали спостережень – польові книжки. Дані польових книжок і таблиці підлягають контролю, який ділиться на технічний, локальний, критичний.

Методи контролю і обробки спостережень за вологістю та промерзанням ґрунту в основному розроблені С.А. Веріго і Л.А. Разумовою. Послідовність первинної обробки спостережень за вологістю та промерзанням ґрунту, а також етапи агрокліматичної обробки зберігаються в тому ж вигляді, але є своя специфіка. Метою технічного контролю є перевірка правильності запису і обробки результатів спостережень. Локальний контроль виявляє помилки і прорахунки в спостереженнях.

Основними етапами обробки спостережень за фазами розвитку рослин є: технічний, локальний та критичний контроль; поповнення даних, яких недостатньо в окремі строки і роки спостережень; знаходження середніх багаторічних самих ранніх і самих пізніх дат настання фаз

розвитку кожної конкретної культури; вирахування сумарної імовірності настання фенологічної фази або періоду вегетації культури.

Для розрахунку інтегральних кривих імовірності настання фенологічних фаз вибирають станції з достатньо довгими рядами спостережень (20-25 років). Імовірність розраховують за основними фазами розвитку конкретної культури.

Картування кліматичних та агрокліматичних показників дозволяє за точковими спостереженнями окремих станцій дати просторове розподілення елементів, які вивчаються або їх комплексів на тій чи іншій території. Цільове призначення кліматичної або агрокліматичної карти полягає в тому, що з їх допомогою можна одержати методом інтерполяції між ізолініями кількісну інформацію в точках, де відсутні метеорологічні спостереження.

Значний вклад в розвиток методів картографування елементів клімату, а також агрокліматичних показників внесли І.А. Гольцберг, О.О. Дроздов, Г.Т. Селянінов, Ф.Ф. Давітая, З.А. Міщенко. Існує декілька типів карт: 1. точкові типи карт які застосовуються в сільському господарстві; 2. діаграмний тип карти широко застосовується в кліматології та агрокліматології; 3. карта, побудована методом ізоліній; 4. побудова карт з виділенням площ. Методика складання карт визначається їх масштабом, за яким всі карти умовно можна розділити на три групи.

1. Дрібномасштабні карти (масштаб від 1 000 000 до 7 500 000 і мілкіше).

2. Середньомасштабні карти. Сюди умовно відносять карти, виконані в робочому масштабі менше 1:1 000 000. Найбільш часто застосовують картографічні основи в масштабі від 1:750 000 до 1:100 000.

3. Великомасштабні карти. До них відносять карти, виконані в масштабах 1:5 000 – 1:10 000 і до 1:25 000.

Суть методики за дрібномасштабного картування полягає у виявленні основних закономірностей зміни того чи іншого показника клімату в макромасштабі під впливом широти, довготи і висоти місця.

Методика середньомасштабного картування кліматичних і агрокліматичних показників знаходиться в стадії розвитку. В такому масштабі З.А. Міщенко виконано районування радіаційно-теплових ресурсів, показників морозонебезпечності для зимуючих культур для території Молдови (робочий масштаб 1:400 000; 1:200 000).

### *Контрольні питання для самоперевірки*

1. Які основні види кліматичних та агрокліматичних характеристик вам відомі.
2. Розкрийте методи агрокліматичної обробки метеорологічних та агрометеорологічних рядів.

3. Викладіть методику розрахунку імовірності характеристик та побудови номограм забезпеченості.
4. Які методи контролю та обробки спостережень за вологістю та промерзанням ґрунту вам відомі.
5. Розкрийте специфіку обробки фенологічних спостережень.
6. Методи розрахунку імовірності настання фенологічних фаз.
7. Які типи і масштаби карт вам відомі.
8. Викладіть методику складання дрібномасштабних агрокліматичних карт.
9. Викладіть методику складання середньомасштабних агрокліматичних карт.

### Тема 5. Агрокліматичне районування всесвіту, континентів, країн

Виявлення агрокліматичних ресурсів територій і порівняльна оцінка їх за ступенем благоприємності для об'єктів сільського господарства є метою агрокліматичного районування. Основні задачі останнього зводяться до виділення таксономічних агрокліматичних одиниць (поясів, зон, областей, районів), які відрізняються між собою за агрокліматичними показниками і умовами сільськогосподарського виробництва.

Агрокліматичне районування світу вперше було виконано в 1937 р. Г.Т. Селяниновим. В цьому ж році був опублікований „Мировой агроклиматический справочник”. На основі даних довідника Селяниновим складена „Агроклиматическая карта мира”. В кольоровому варіанті карта була опублікована в 1966 р. І ввійшла в перший „Агроклиматический атлас мира”, виданий в 1972 р. Автор розділив клімати земної кулі за теплозабезпеченістю сільськогосподарських культур та екологічним особливостям на п'ять агрокліматичних поясів: арктичний, полярний, помірний, субтропічний та тропічний.

Аналогічна карта в 1962 р. Була опублікована П.І. Колосковим. Для оцінки теплозабезпеченості сільськогосподарських культур прийнято суму температур повітря вище 0 °С; для оцінки вологозабезпеченості – показник зволоження. В 1967 р. Була опублікована „Агроклиматическая карта мира”, яку склав Д.І. Шашко. В цілому було виділено на карті чотири термічних пояси, які далі розділилися на підзони.

В залежності від запиту сільськогосподарської практики агрокліматичне районування обмежених територій може бути загальним (стосовно до всіх культур) або спеціальним (для однієї культури). Картування виконується стосовно невеликої країни або адміністративної області в середньому масштабі (від 1: 100 000 і до 1:750 000). Агрокліматичне районування для територій адміністративного району або окремого господарства виконується на картах великого масштабу (від 1:10 000 і до 1:50 000). За середньомасштабного та великомасштабного

районування все частіше для оцінки мінливості агрокліматичних ресурсів на малих площах під впливом мікроклімату застосовують розрахункові методи. Агрокліматичне районування невеликих територій в середньому та великому масштабі можливе за наявності хорошої гіпсометричної основи, а також морфометричних карт рельєфу (базисів ерозії, нахилів місцевості, експозиції схилів). Крім того необхідна детальна ґрунтова карта з типами ґрунтів, які розрізняються за родючістю і механічним складом. Найбільш значні результати в методиці середньомасштабного агрокліматичного районування одержані І.А. Гольцберг, З.А. Міщенко, М.Б. Примо, Е.Н. Романовою, Г.Т. Селяниновим, А.П. Сляднєвим.

Методика великомасштабного агрокліматичного районування удосконалюється. До речі, паралельно з загальним районуванням агрокліматичних ресурсів одержала розвиток методика спеціального або окремого районування господарства в великому масштабі. До сьогоденного часу є гарний досвід складання таких агрокліматичних карт великого масштабу з урахуванням мікроклімату: 1. комплексна карта районування показників радіаційно-теплових ресурсів з метою раціонального розміщення однорічних та багаторічних культур; 2. комплексна карта районування показників заморозконебезпечності навесні та восени та морозонебезпечності зимою для наукового обґрунтування мікрорайонування культурних рослин з урахуванням лімітуючих факторів клімату; 3. комплексна карта районування показників ресурсів вологи та режиму зволоження ґрунту для оптимізації розміщення сільськогосподарських культур та обґрунтування проведення локальних меліорацій; 4. комплексна карта районування показників клімату і мікроклімату різноманітних ґрунтів для диференційованого визначення строків посіву та обґрунтування мікрорайонування культурних рослин на рівнинних землях.

Агрокліматичному районуванню конкретної сільськогосподарської культури, як і загальному районуванню передують визначення агрокліматичних показників, які є основою для районування. Агрокліматичні ресурси території та виявлення показників конкретної культури виражають одними і тими ж характеристиками. Порівнюючи їх, виділяють зони, підзони і райони з різним ступенем благоприємності для вирощування окремої культури або з різною забезпеченістю визначеного рівня врожайності і якості продукції. До сьогоденного часу для окремих регіонів території СНД, а також країн далекого зарубіжжя виконано агрокліматичне районування багатьох культур: ярової та озимої пшениці, кукурудзи, винограду, картоплі, цукрового буряку, соняшнику, сої, проса, рису та ін.

*Контрольні питання для самоперевірки*



1. Мета та задачі агрокліматичного районування.
2. Назвіть основні показники клімату та таксономічні одиниці районування.
3. Викладіть методику агрокліматичного районування Всесвіту за Селяниновим Г.Т., Колосковим П.І., Шашко Д.І.
4. Які особливості середньомасштабного агрокліматичного районування в межах обмежених територій.
5. Розкрийте специфіку картографічних основ (морфометричні та ґрунтово-ландшафтні карти).
6. Приклади районування обмежених територій.
7. Викладіть методику спеціального районування стосовно до ярої та озимої пшениці (за Моїсейчик В.О., Улановою Є.С.).
8. Викладіть методику спеціального районування стосовно до кукурудзи (за Чирковим Ю.І.).
9. Викладіть методику спеціального районування стосовно до винограду (за Давітая Ф.Ф.)
10. Викладіть методику спеціального районування стосовно до технічних культур.

#### Тема 6. Оцінка агрокліматичних ресурсів стосовно до сільського господарства

Хвороби та шкідники культурних рослин спричиняють велику шкоду сільському господарству. Дослідниками встановлено, що основними кліматичними факторами, які визначають появу, розповсюдження та розвиток шкідливої біоти є тепло, волога та світло (інтенсивність та тривалість дії). Частіше всього ці фактори діють в разом. Інші елементи середовища (вітер, атмосферний тиск та ін.) в більшості випадків лише коректують дію основних факторів.

Агрокліматична оцінка та районування розповсюдження шкідників культурних рослин на тій чи іншій території має важливе практичне значення для здійснення ефективних заходів щодо захисту рослин. Розглянемо в якості модельних об'єктів шведську муху та колорадського жука. Шведська муха завдає великої шкоди злаковим культурам. Визначено показник, який характеризує сприятливі умови існування шведської мухи:

$$ГК = \frac{P}{\sum (T_c - 5)}, \quad (6.1)$$

де  $ГК$  – коефіцієнт зволоження;  $P$  – сума опадів (мм) за період з температурою, яка перевищує поріг розвитку шведської мухи ( $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ );  $T_c$  – середньомісячна температура тих місяців, коли вона вище  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На основі

багатьох досліджень П.С. Чесноков виконав районування території колишнього СРСР з виділенням зон порівняної шкоди, яку спричиняє шведська муха, та дав при цьому кількісну характеристику цим зонам.

Колорадський жук належить до числа найбільш небезпечних шкідників картоплі. Залежність швидкості розмноження колорадського жука, сарани, цукрового довгоносика, злакової тлі від температури середовища виражають формулою

$$N_{\sigma} = \frac{\sum T_{ef}}{(T_c - T_{\sigma})}, \quad (6.2)$$

де  $N_{\sigma}$  - тривалість розвитку в днях;  $\sum T_{ef}$  - сума ефективних температур повітря, яка необхідна певному шкіднику для розвитку;  $T_c$  - середня добова температура розвитку;  $T_{\sigma}$  - температура нижнього порогу розвитку комахи-шкідника.

В.В. Вольвач провів комплексне дослідження щодо встановлення динаміки чисельності колорадського жука в залежності від метеорологічних умов. Ним розроблена модель динаміки розвитку популяції колорадського жука і виконана на її основі біокліматична оцінка ареалу шкідника на території СНД. В якості інтегрального показника впливу клімату на основні характеристики динаміки чисельності популяції колорадського жука запропоновано екологічний коефіцієнт розмноження ( $K_p$ ) та його логарифм ( $\ln K_p$ ). На карті виділено п'ять біокліматичних зон, які характеризують географічні відмінності умов розвитку, розмноження та шкідливості колорадського жука.

Дослідниками встановлено, що умови життя та продуктивності природних пасовиськ визначаються такими основними факторами клімату, як тепло та волога. Найбільший приріст рослинної маси трав в природних умовах спостерігається в підзоні широколистих лісів, де відповідність між теплом та вологою наближається до оптимальної. До півночі та півдня від цієї підзони відповідність тепла та вологи порушується, що призводить до зниження річного приросту рослинної маси. Окрім природних пасовиськ кормова база в значній мірі поповнюється за рахунок сіяних трав, площа під якими на території СНД становить більше 40 млн. га.

А.П. Федосеевим встановлено зв'язок між середніми витратами вологи та приростом сухої маси отави рівнинних природних сінокосів та пасовиськ Казахстану. Автор визначив для цієї території імовірність років з благоприємними умовами для відростання господарсько цінних отав. Ним побудована агрокліматична карта імовірності років з благоприємними умовами для відростання пасовиськ у Казахстані. Виявлено, що повторюваність агрокліматичних умов для осіннього відростання трави в цій країні зменшується від 5-6 за 10 років в зоні лісостепу до 1-2 раз в зоні пустині.

Багато дослідників визнали, що кращим інтегральним показником ступеню благоприємності ґрунтово-кліматичних умов тієї чи іншої території для вирощування культурних рослин є їх врожайність. Вперше П.І. Колосков запропонував використовувати врожайність польових культур як один із найважливіших агрокліматичних показників. Ним разом з В.А. Смирновою та А.Т. Никифоровою було виконано агрокліматичне районування території колишнього СРСР за врожайністю одинадцяти зернових культур.

Встановлено, що на величину врожаю впливає не тільки клімат, але й культура землеробства. Тому для виявлення впливу погоди та клімату на врожайність, останню виражають у відхиленнях від тренду, тобто від лінії осередненої в часі врожайності. В основу такої оцінки покладена ідея В.М. Обухова про можливість розкладання часового ряду врожайності будь-якої культури на дві складові: стаціонарну та випадкову. Перша визначає загальну тенденцію зміни врожайності в даному періоді, а друга – обумовлюється погодними умовами окремих років і наводиться відхиленнями від лінії тренду. Для агрокліматичної оцінки динаміки врожайності культурних рослин або прогнозування тенденції врожайності у дані часи застосовується два методи – найменших квадратів (МНК) та гармонічної ваги (МГВ). В 70-80 рр. А.І. Манелля, Н.Н. Френзель, Ю.Л. Раунер, В.М. Пасов провели глибокі дослідження по динаміці врожайності зернових та технічних культур на території Росії за МНК та одержали відповідні рівняння трендів. МГВ вперше був запропонований З. Хельвегом та одержав подальший розвиток в агрометеорологічних дослідженнях А. М. Польового. Основна ідея методу полягає в тому, що в результаті зважування визначеним чином окремих спостережень часового ряду більш пізнім спостереженням надається більша вага.

Також існує два підходи до кількісної оцінки впливу агрокліматичних факторів на продуктивність сільськогосподарських культур: емпірико-статистичний; імітаційно-модельний. Емпірико-статистичний підхід базується на статистичних зв'язках врожаю сільськогосподарських культур з метеорологічними показниками. В другому методі не висновки із середньостатистичної обробки, а фізичні міркування, які витікають із суті явища, лягають в основу аналізу і оцінки врожайності культурних рослин. До цього часу вченими розроблено багато моделей різної складності для опису продуктивності сільськогосподарських культур. Ці моделі умовно поділені на два класи: фізико-статистичні та динаміко-статистичні. До відомих фізико-статистичних моделей оцінки агрокліматичних ресурсів відносять методи оцінки сільськогосподарського бонітету клімату, запропоновані П.І. Колосковим, С.А. Сапожниковою, Д.І. Шашко. Із зарубіжних моделей більш прийнятними є моделі продукційного процесу агробіоценозів. До них належать моделі де Віта, Р. Хенкса. Із фізико-статистичних моделей

агрокліматичних ресурсів території СНД заслуговують уваги комплексні моделі А.Р. Константинова, В.П. Дмитренка. Взявши за основу концепцію максимальної продуктивності посівів, Х.Г. Тоомінг запропонував метод еталонних врожаїв. Суть його полягає у визначенні і порівнянні різних категорій врожаїв: потенційних ( $Y_{пт}$ ), дійсно-можливих ( $Y_{дв}$ ) та врожаїв у виробництві ( $Y_{п}$ ). Перший з них – це врожай сорту в ідеальних метеорологічних умовах:

$$Y_{пс} = \frac{\eta_{п} \cdot \sum Q_{\phi}}{q}, \quad (6.3)$$

де  $Y_{пс}$  – врожай загальної сухої біомаси;  $\eta_{п}$  - середній за вегетаційний період потенціальний КПД посіви;  $\sum Q_{\phi}$  - сума ФАР за вегетаційний період культури.

Потенційний врожай господарсько цінних органів (зерна, бульби і т.д) у вигляді  $Y_{пт}$  розраховується за формулою:

$$Y_{пт} = \frac{\eta_{п} \cdot \sum Q_{\phi} \cdot K_{гос}}{q}, \quad (6.4)$$

де  $K_{гос}$  – коефіцієнт, який характеризує долю господарсько цінної частини врожаю, тобто відношення основної продукції до загальної біомаси культури.

Другий врожай ( $Y_{дв}$ ) – це максимально можливий врожай культури в існуючих метеорологічних та ґрунтових умовах:

$$Y_{дв} = Y_{пт} \cdot \frac{E}{E_o}, \quad (6.5)$$

де  $E$  – сумарне випаровування або фактична водопотреба культури;  $E_o$  – випаровуваність або оптимальна водопотреба.

Різниця ( $Y_{пт} - Y_{дв}$ ) характеризує недобір врожаю, спричинений неідеальними погодними умовами. Відношення  $K_{\phi} = \frac{Y_{дв}}{Y_{пт}}$  - це коефіцієнт сприятливості погоди або клімату. Для порівняльної оцінки розглядається і різниця ( $Y_{дв} - Y_{п}$ ), тобто недобір врожаю через неповне використання агрокліматичних ресурсів в конкретному районі. Відношення  $K_e = \frac{Y_{п}}{Y_{дв}}$  - це коефіцієнт ефективності використання погодних умов або кліматичних ресурсів.

Метод еталонних врожаїв найшов широке визнання і розвиток в дослідженнях А.М. Польового, А.Н. Вітренко, З.А. Міщенко, Т.І.

Турманідзе. Наприклад, А.М. Польовий розробив динаміко-статистичну модель для агрокліматичної оцінки потенційного ( $Y_{пт}$ ) і дійсно-можливого ( $Y_{дв}$ ) врожаїв із веденням модифікаційних формул. Крок моделі – місяць і за вегетаційний період. Пізніше розроблена більш складна динаміко-статистична модель продуктивності з декадним кроком. В ній потенційний врожай визначається як метеорологічно можливий врожай (МВУ), а дійсно-можливий врожай (ДВУ) запропоновано розраховувати з урахуванням рівня родючості ґрунтів.

Хімічний склад культурних рослин істотно змінюється під впливом кліматичних умов, із яких визначними є світло, тепло та волога. Вченими робилося багато спроб встановити кількісні зв'язки між хімічним складом культурних рослин та показниками клімату. Найбільш часто використовувалася середня добова температура повітря, її сума, кількість опадів, гідротермічний коефіцієнт. Заслужують уваги роботи Е.А. Дороганевської, М.І. Мель щодо залежності складу білка в зерні ярової пшениці від показників клімату. З.А. Міщенко запропонувала використовувати для оцінки складу білка в зерні добову амплітуду температури повітря:

$$B_{я} = 1,29\bar{A}_T + 2,1 \quad (6.6)$$

Цей показник знайшов широке використання в подальших наукових роботах.

А.Г. Лорх, А. М. Польовий встановили зв'язки складу крохмалю в бульбах картоплі від ряду агрометеорологічних показників. Ю.С. Мельником встановлено зв'язок між олійністю насіння соняшнику і показником зволоження. Т.Г. Катарьян, Н.С. Потапов, Д.І. Фурса, Т.І. Турманізе виявляли залежності інтенсивності цукронакопичення в ягодах винограду від ряду кліматичних показників: добової амплітуди температури повітря; суми прямої та сумарної радіації, числа днів з опадами, середньодобової температури повітря.

В даний час сформувався три основних методи прогнозування стану кліматичної системи: 1) фізико-математичного моделювання; 2) палеокліматичних аналогів; 3) статистичного аналізу часових рядів інструментальних метеорологічних спостережень. Існують різні сценарії можливих змін клімату в майбутньому. Вважають, що зміни клімату призведуть до зміни погодних умов та зон опадів. Опубліковано багато робіт, в яких визнається роль “парникового ефекту” у підвищенні середньої річної температури повітря на планеті. Цікавими є результати, одержані в роботах Е.Н. Борисенко, К. Я. Кондратьєва. Прогнозування ж агрокліматичних ресурсів взагалі підводиться під будь-який сценарій зміни клімату Землі. В опублікованих роботах Г.В. Менжуліна, О.Д. Сиротинка, Е.В. Абашиної використовувалися сценарії, в основу яких покладено розрахунки за моделями загальної циркуляції і палеокліматичних

реконструкцій. О.Д. Сиротинко, Е.В. Абазіна виконали оцінку агрокліматичних ресурсів та визначили зсуви у фізико-географічній зональності на території Росії. Вони використовували при розрахунках зміни температури повітря і кількості опадів до моменту подвоєння концентрації парникових газів два сценарії: GFDL – лабораторії геофізичної гідродинаміки, США, 1994; ССС – центру дослідження клімату, Канада, 1994. Було складено картосхеми фізико-географічних зональностей Росії за сучасних умов і за глобального потепління.

Більш реалістичний підхід до оцінки зміни клімату в конкретному регіоні можливий на основі поєднання методів: палеокліматичних аналогів, статистичного аналізу багаторічних метеорологічних спостережень, фізико-математичного моделювання. Такий підхід реалізовано А.В. Мольберт, З.А. Міщенко, О.Д. Сиротенком стосовно Молдови. Пізніше З.А. Міщенко, Г.В. Ляшенко і Е.Є. Ярмольська виконали оцінку можливих агрокліматичних ресурсів до 2005-2030 рр. На території України, взявши за основу аналоговий метод палеокліматичних реконструкцій А.М. Польовим, М.І. Кульбідю досліджено на основі моделювання впливу зміни агрокліматичних умов вирощування озимої пшениці та її продуктивності до 2030-2040 рр. в межах України. Розрахунки виконані за трьома сценаріями зміни глобального клімату Землі.

### *Контрольні питання для самоперевірки*

1. Які показники використовуються для оцінки шкідливості хвороб?
2. Розкрийте основні показники, методи розрахунку для оцінки шкідливості комах-шкідників.
3. Назвіть показники зростання природної пасовищної рослинності.
4. Розкрийте методу районування території щодо пасовищної рослинності на прикладі Казахстану.
5. Емпірико-статистичний підхід до оцінки впливу агрокліматичних факторів на продуктивність сільськогосподарських культур.
6. Імітаційно-модельний підхід до оцінки продуктивності.
7. Методи оцінки потенційно можливих та дійсно можливих урожаїв за Тоомінгом Х.Г., Міщенко З.А. та ін. Стосовно до території Білорусії, Молдови та України.
8. Географічні закономірності розподілу характеристик якості урожаїв культурних рослин в залежності від показників клімату на території СНД.
9. Які показники клімату використовуються для оцінки хімічного складу культурних рослин?
10. Викладіть методи агрокліматичної оцінки впливу клімату на якість урожаю зернових, технічних культур та винограду.

11. Розкрийте існуючі сценарії зміни глобального клімату землі з урахуванням антропогенного фактора.
12. Суть статистичного та аналогового методу оцінки та розрахунку можливих показників тепло- та вологозабезпеченості культурних рослин, зміни їх продуктивності до 2010 – 2030 рр.

### **2.3. Перелік завдань на контрольну роботу**

#### **2.3.1. Загальні поради щодо виконання контрольних робіт**

1. За допомогою навчальної та методичної літератури, яка наведена у попередній частині методичних вказівок, та рекомендацій, які надані у п.2.1, необхідно вивчити зміст теоретичної частини кожної теми. Самоперевірка засвоєння знань здійснюється за допомогою “Контрольних питань для самоперевірки”, які наводяться наприкінці кожної теми.
2. Після засвоєння теоретичного матеріалу приступити до виконання контрольної роботи.
3. Надіслати виконану та оформлену за встановленими вимогами контрольну роботу до університету на перевірку та рецензування до контрольної дати, яка встановлюється деканатом.
4. У п. 2.3.2 наведені варіанти завдань до контрольних робіт. Студенти спочатку повинні розкрити теоретичні питання, що наведені у варіантах, а потім виконати практичне завдання до контрольної роботи. Перший варіант виконують студенти, у яких номер залікової книжки закінчується на “0” і “9”; другий варіант – “1” і “8”; третій варіант – “2” і “7”; четвертий варіант – “3” і “6”; п’ятий варіант – “4” і “5”.

#### **2.3.2. Перелік питань до контрольної роботи №1.**

##### *Варіант 1.*

1. Розкрийте основні показники термічних ресурсів вегетаційного періоду.
2. Які показники необхідні для розрахунку біокліматичного потенціалу території?
3. Які методи боротьби з приморозками Вам відомі та яка їх ефективність?
4. Викладіть методику спеціального районування стосовно до ярої та озимої пшениці (за Моїсейчик В.О., Улановою Є.С.).

##### *Варіант 2.*

1. Які показники необхідно визначити для розрахунку вологозабезпеченості культури в конкретній місцевості?
2. Які характеристики необхідні для оцінки імовірності пошкодження приморозками культурних рослин?
3. Викладіть методику оцінки показників радіаційно-світлових ресурсів на території України.
4. Яка типізація посух відносно сільськогосподарських культур вам відома.

*Варіант 3.*

1. Якими показниками можна оцінити умови морозонебезпечності в конкретній місцевості.
2. Що являють собою індекси зволоження та як з їх допомогою можна оцінити задушливість вегетаційного періоду?
3. Розкрийте методи агрокліматичної обробки метеорологічних та агрометеорологічних рядів.
4. Розкрийте специфіку картографічних основ (морфометричні та ґрунтово-ландшафтні карти).

*Варіант 4.*

1. Розкрийте основні кліматичні фактори життя культурних рослин.
2. Яким методом можна визначити показники теплового режиму дня та ночі.
3. Методи розрахунку імовірності настання фенологічних фаз.
4. Викладіть методику спеціального районування стосовно до винограду (за Давітая Ф.Ф.)

*Варіант 5.*

1. Навести загальну схему сільськогосподарської оцінки клімату.
2. Викладіть основні методи оцінки вологозабезпеченості культурних рослин.
3. Розкрийте методи агрокліматичної обробки метеорологічних та агрометеорологічних рядів.
4. Назвіть основні показники клімату та таксономічні одиниці районування.

*Практична частина контрольної роботи №1.*

**„Розрахунок основних агрокліматичних показників термічних ресурсів”**

Для агрокліматичної оцінки термічних ресурсів періоду вегетації сільськогосподарських культур використовуються наступні показники:



дати початку та кінця вегетаційного періоду, тобто дати переходу температури повітря через 5, 10, 15 °С навесні та восени; довго тривалість періодів з температурою вище вказаних меж; середні суми температур за період вегетації сільськогосподарських культур; тривалість без морозного періоду; темпи накопичення тепла у весняно-літній період; напруження тепла у період вегетації та ін.

Для визначення більшості характеристик в агрокліматології широко використовується графік ходу температури повітря за рік, який будується на міліметрівці за середніми багаторічними даними про місячну температуру повітря. Температура кожного місяця на графіку представлена у вигляді прямокутника, в якому основа – число днів у відповідному місяці, висота – середня багаторічна температура за даний місяць.

Крива проводиться через середини верхніх сторін прямокутників з таким розрахунком, щоб площа, яка відрізається від стовпчика з одного боку, дорівнювала площі, яка прирізується з другого боку, тоді величина площі не зміниться.

Крива ходу температури повітря дозволяє швидко знайти різні термічні величини. З графіка визначають дати початку та кінця періоду з температурами вище заданої межі, потім підраховують суми температур за декаду та місяць за формулами (2.5; 2.6).

#### *Порядок виконання роботи.*

1. За середніми багаторічними даними по місячній температурі повітря, наданими станціями (табл.1.1), побудувати криву ходу температури повітря за теплий період року.

2. Використовуючи побудований графік, визначити:

- а) дати переходу температури повітря через 0, 5, 10, 15 °С;
- б) довго тривалість сезонів року, безморозного та теплого періодів;
- в) суми активних та ефективних температур вище 5, 10, 15 °С;
- г) середню місячну температуру найтеплішого місяця.

Одержані дані занести в табл. 1.2.

3. За методом Ф.Ф. Давітая розрахувати накопичення сум активних температур повітря вище 5, 10, 15 °С на даних станціях нарощуванням підсумком, починаючи з дат переходу температури повітря через відповідні межі навесні. Одержані дані занести в табл. 1.3.

4. Побудувати графік з кривими нарощування тепла у весняно-літній період (по абсцисі відкладають декади та місяці, по ординаті – значення сум температур нарощу вальним підсумком з інтервалом у 200 °С.

5. Використовуючи побудований графік, розрахувати дати накопичення сум температур вище 10 °С, які рівні 100, 200, 300....1000, 1500, 2000, 2500 °С. Одержані дані занести в табл. 1.4.

6. Визначити дати накопичення біологічних сум температур повітря для ярої пшениці ( $\Sigma T_{\theta}=1400-1700$  °C); кукурудзи ( $\Sigma T_{\theta}=1200-2700$  °C); соняшника ( $\Sigma T_{\theta}=1850-2300$  °C); картоплі ( $\Sigma T_{\theta}=1400-1450$  °C).

7. Проаналізувати результати та скласти агрокліматичну характеристику термічних ресурсів у визначених районах.

Таблиця 1.1. - Вихідні дані по середній багаторічній температурі повітря.

*Варіант 1*

Станція	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Поліське	-0,7	6,8	13,8	16,9	18,8	17,6	12,8	6,9	1,2
Болград	3,2	9,7	16,1	19,8	22,7	21,8	16,9	11,2	5,0

*Варіант 2*

Станція	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Прилуки	-1,4	7,2	14,6	17,8	19,7	18,6	13,4	6,8	0,6	
Карадаг	1,5	4,4	9,7	15,5	20,4	23,8	23,6	18,8	13,6	8,1

*Варіант 3*

Станція	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ковель	0,4	7,2	13,9	17,0	18,6	17,4	13,2	7,4	2,4	
Чорноморське	3,2	8,2	13,3	19,0	22,1	21,8	17,4	12,3	6,7	2,4

*Варіант 4*

Станція	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Любешев	0,1	7,2	13,9	16,9	18,5	17,4	13,0	7,2	2,0	
Ізмаїл	4,2	10,2	16,3	20,1	22,9	22,0	17,6	11,8	5,8	0,9

*Варіант 5*

Станція	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Щорс	-1,9	6,6	14,2	17,3	19,2	18,0	12,8	6,5	0,6	
Алушта	5,0	9,6	15,0	19,8	23,3	23,1	18,5	13,4	8,5	5,1

Таблиця 1.2. – Розрахункові дані.

	Дати переходу температури через	Тривалість (дні)	$T_{\theta}$	$\Sigma T_{\text{акт}}$	$\Sigma T_{\text{еф}}$
--	---------------------------------	------------------	--------------	-------------------------	------------------------

Станція	0°	5°	10°	15°	Безморозного періоду	зими	весни	літа	осені	Теплого періоду		Вище 5°	Вище 10°	Вище 15°	Вище 5°	Вище 10°	Вище 15°
1. Північна навесні восени																	
2. Південна навесні восени																	

Таблиця 1.3. – Місячні суми температур нарощуваним підсумком.

Станція	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Північна										
2. південна										

Таблиця 1.4. – Дати накопичення сум температур.

Станція	$\Sigma T_{\text{акт}} > 10^\circ \text{C}$	Дати накопичення сум температур, які рівні													
		0°	100°	200°	300°	400°	500°	600°	700°	800°	900°	1000°	1500°	2000°	2500
1. Північна															
2. Південна															

### 2.3.3. Перелік питань до контрольної роботи №2.

#### Варіант 1

1. Які особливості середньомасштабного агрокліматичного районування в межах окремих територій?
2. Які показники використовуються для оцінки шкідливості хвороб?
3. Географічні закономірності розподілу характеристик якості урожаїв культурних рослин в залежності від показників клімату на території СНД.
4. Розкрийте існуючі сценарії зміни глобального клімату землі з урахуванням антропогенного фактора.

#### Варіант 2

1. Викладіть методику складання дрібномасштабних агрокліматичних карт.
2. Приклади районування обмежених територій.
3. Імітаційно-модельний підхід до оцінки продуктивності.
4. Суть статистичного та аналогового методу оцінки та розрахунку можливих показників тепло- та вологозабезпеченості культурних рослин, зміни їх продуктивності до 2010 – 2030 рр.

### *Варіант 3*

1. Викладіть методику спеціального районування стосовно до кукурудзи (за Чирковим Ю.І.).
2. Розкрийте основні показники, методи розрахунку для оцінки шкідливості комах-шкідників.
3. Розкрийте методику районування території щодо пасовищної рослинності на прикладі Казахстану.
4. Методи оцінки потенційно можливих та дійсно можливих урожаїв за Тоомінгом Х.Г., Міщенко З.А. та ін. Стосовно до території Білорусії, Молдови та України.

### *Варіант 4*

1. Викладіть методику спеціального районування стосовно до винограду (за Давітая Ф.Ф.).
2. Надайте географічну характеристику посух на території СНД.
3. Викладіть методику розрахунку імовірності характеристик та побудови номограм забезпеченості.
4. Які показники клімату використовуються для оцінки хімічного складу культурних рослин.

### *Варіант 5*

1. Які методи контролю та обробки спостережень за вологістю та промерзанням ґрунту вам відомі.
2. Викладіть методику агрокліматичного районування Всесвіту за Селяниновим Г.Т., Колосковим П.І., Шашко Д.І.
3. Географічні закономірності розподілу характеристик якості урожаїв культурних рослин в залежності від показників клімату на території СНД.
4. Емпірико-статистичний підхід до оцінки впливу агрокліматичних факторів на продуктивність сільськогосподарських культур.

*Практична частина контрольної роботи №2*

**„Агрокліматична оцінка умов заморозконебезпечності для сільськогосподарських культур”**

Заморозком називають зниження температури повітря або поверхні ґрунту до 0 °С і нижче на фоні позитивних середніх добових температур повітря. Основні показники заморозків наведені у темі 3. Сумарна імовірність дат закінчення весняних і початку осінніх приморозків уявляє собою мінливість цих дат за роками. Гольцберг І.А. встановила, що показники приморозконебезпечності підпорядковуються нормальному закону розподілу. Тому міжрічну мінливість цих показників можна визначити через середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ ), та криві забезпеченості відхилень можливих  $\bar{D}_{вз}$ ,  $\bar{D}_{оз}$ ,  $\bar{N}_{б/п}$  від їх середніх значень.

При розрахунках за формулами (3.3 – 3.5) для імовірності агрокліматичного показника заорозконебезпечності, яку ми шукаємо, вводять відповідні значення коефіцієнта К згідно табл. 2.1. Далі для кожної станції креслять криві сумарної імовірності для вказаних показників. На осі ординат відкладають значення імовірності ( $P_x, \%$ ) знизу вгору від 0 до 100%, а на осі абсцис – можливі дати припинення приморозків навесні або на початку осені, а також довготривалість безморозкового періоду в днях. За отриманими кривими імовірності приморозків можна скласти для даного району таблицю початку безморозкового періоду або його закінчення раніше (пізніше) середніх багаторічних дат.

Для кліматичної характеристики небезпечного приморозку може бути використана імовірність настання заморозку тієї інтенсивності, за якої пошкоджується культура у визначеній фазі. Імовірність пошкодження приморозками будь-якої культури можна розрахувати, використовуючи такі дані:

Таблиця 2.1. – Коефіцієнт К до значення  $\sigma$  для розрахунку імовірності настання заморозків.

Показник	Імовірність										
	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Коеф. К	-2,25	-1,28	-0,84	-0,52	-0,25	0	0,25	0,52	0,84	1,28	2,25
Відхилення в днях ( $N = K \cdot \sigma$ )											
Дати відхилень від середньої											
$N_{б/п}$											

- 1) морозостійкість культури у різні фази розвитку;
- 2) середні дати настання різних фаз розвитку;

3) імовірність того, що приморозки настануть у середні дати фаз розвитку за такої інтенсивності, яка нижче морозостійкості рослин у ці фази.

Агрокліматичні розрахунки імовірності пошкодження будь-якої культури приморозками різної інтенсивності у конкретній фазі розвитку виконується на основі використання графіка імовірності приморозків для весни та осені шляхом зіставлення дат приморозків з фенологічними датами.

#### *Порядок виконання роботи.*

1. За даними табл. 2.2 для 2-ох станцій, використовуючи формули 3.3; 3.4, розрахувати сумарну імовірність дат припинення приморозків навесні ( $\bar{D}_{63}$ ) та настання перших приморозків восени ( $\bar{D}_{03}$ ) з кроком 0, 10, 20...90, 100% за відповідним коефіцієнтом К (табл. 2.1 та значенню  $\sigma$ ). Результати записати у форму табл. 2.1.

2. За датами припинення та настання приморозків різної імовірності навесні та восени розрахувати відповідні значення тривалості беззаморозкового періоду в повітрі ( $\bar{N}_{6/11}$ ). Дані занести у форму табл. 2.1.

3. Побудувати криві сумарної імовірності для дат припинення приморозків навесні та настання їх восени і тривалості беззаморозкового періоду.

4. На криві сумарної імовірності  $\bar{D}_{63}$ ,  $\bar{D}_{03}$  нанести значками середні дати настання фаз розвитку ярої пшениці, картоплі, вишні та винограду та визначити можливості їх пошкодження весняними та осінніми приморозками в даних районах.

5. Скласти коротку агрокліматичну характеристику умов приморозконебезпечності в даних районах для сільськогосподарських культур.

### **3. ПЕРЕЛІК ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

1. Розрахунок агрокліматичних показників радіаційних ресурсів для оцінки продуктивності сільськогосподарських культур.

2. Агрокліматична оцінка термічних ресурсів періоду вегетації сільськогосподарських культур.

3. Агрокліматична оцінка посух та їх вплив на врожай сільськогосподарських культур.

4. Агрокліматична оцінка умов приморозконебезпечності.

5. Агрокліматична оцінка умов морозонебезпечності для зимуючих культур.

Таблиця 2.2 – Вихідні дані до розрахунків

Станція	$\bar{D}_{вз}$	$\sigma, \%$	Дати переходу T повітря навесні через		Дати масових сходів		Середня дата		$\bar{D}_{оз}$	$\sigma, \%$	Дати переходу T повітря восени через	
			5°C	10°C	яр. пшениці	картоплі	Цвітіння вишні	Розпускання бруньок винограду			5°C	10°C
<i>Варіант 1</i>												
Москва	12.05	14	21.04	09.05	14.05	15.04	20.05	19.05	27.09	10	16.08	10.10
Одеса	05.04	14	31.03	24.04	15.04	-	28.04	04.05	05.09	16	19.10	11.11
<i>Варіант 2</i>												
Санкт-Петербург	04.05	11	25.04	19.05	24.05	21.04	23.05	-	11.10	14	18.09	15.10
Київ	18.04	12	08.04	25.04	27.04	01.06	08.05	10.05	16.10	10	03.10	27.10
<i>Варіант 3</i>												
Мінськ	04.05	16	15.04	02.05	13.05	12.04	12.05	-	03.10	12	23.09	20.10
Харків	30.04	16	08.04	24.04	28.04	01.06	04.05	10.05	08.10	11	01.10	25.10
<i>Варіант 4</i>												
Вільнюс	03.05	12	11.04	01.05	15.05	15.04	18.05	-	12.10	12	29.09	24.10
Сімферополь	23.04	14	23.03	22.04	-	-	28.04	02.05	17.10	14	11.10	04.11
<i>Варіант 5</i>												
Ростов	14.04	13	31.03	19.04	20.04	-	30.04	29.04	14.10	13	15.09	04.11
Ташкент	30.03	17	05.03	27.03	05.04	-	-	05.04	21.10	11	23.10	22.11

6. Розрахунок часової мінливості ресурсів тепла та визначення теплозабезпеченості сільськогосподарських культур на конкретній території.

7. Агрокліматична оцінка умов появи та розвитку шкідників та хвороб сільськогосподарських культур.

8. Агрокліматична оцінка поживного періоду.

9. Агрокліматична характеристика умов збирання врожаю зернових культур на конкретній території.

10. Оцінка агрокліматичних умов періоду збирання врожаю картоплі.

## 4. ОРГАНІЗАЦІЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ СТУДЕНТІВ

### 4.1. Система контролю знань та вмінь студента

Контроль знань та вмінь студентів, що навчаються за заочною формою здійснюється за допомогою системи контрольних заходів. Вони складаються із поточного та підсумкового контролю.

Поточний контроль здійснюється протягом навчального курсу (семестру) за такими формами: перевірка контрольної роботи (курсового проекту), яка виконується у міжсесійний період; перевірка знань та вмінь студента під час аудиторних занять протягом заліково-екзаменаційної сесії.

Підсумковий контроль в університеті проводиться на основі накопиченої (інтегральної) суми балів, яку отримав студент по підсумках поточного контролю та підсумкового семестрового контролю (залік або іспит).

Підсумковий семестровий контроль (ОПК) передбачає дві форми оцінювання успішності засвоєння студентом навчального матеріалу дисципліни: кількісна оцінка (бал успішності); якісна оцінка.

**Кількісна оцінка (бал успішності)** – це відсоток, який становить інтегральна сума балів, отриманих студентом на контрольних заходах, по відношенню до максимально можливої суми балів, що встановлена робочою програмою дисципліни.

**Якісна оцінка** – це оцінка, яка виставляється на підставі кількісної оцінки (бал успішності) за будь-якою якісною шкалою. На цей час в університеті використовуються такі шкали якісних оцінок: **чотирьохбальна** (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) – для форми семестрового (річного) контролю у вигляді семестрового (річного) іспиту; **двобальна** (зараховано, не зараховано) – для форми семестрового (річного) контролю у вигляді семестрового (річного) заліку.



## 4.2. Критерії оцінок знань студента

Критерії оцінок знань студента полягають у наступному:

Кожне завдання (питання) **контрольної роботи**, яка виконана в міжсесійний період оцінюється кількісно в залежності від його складності.

Кожний варіант контрольної містить 4 теоретичних питання та практичну роботу, максимальна кількість балів за одне питання – 10 балів (тобто за контрольну роботу 50 балів).

Оцінюється виконання завдання контрольної роботи таким чином:

**45-50 балів** (відмінно) від максимально можливої кількості балів – бездоганна вичерпна відповідь на всі завдання, оформлення контрольної роботи згідно ДСТУ, контрольна робота здана у встановлені терміни;

**37-44 бали** (добре) -//- – надані відповіді на всі завдання є правильними, але не є повними;

**30-36 балів** (задовільно) -/-- – надані відповіді на 2/3 завдань є правильними, але не є повними;

**< 30 балів** (незадовільно) -//- – надані відповіді лише на 1/3 завдань або відповіді на поставлені питання є помилковими, не оформлення контрольної роботи згідно ДСТУ.

Студенти, які виконали контрольну роботу та отримали за результатами перевірки не менше ніж 30 балів (60%) мають допуск до заліку та іспиту з дисципліни. Студенти, які не отримали за контрольну роботу мінімальної кількості балів (30 балів), повинні виконати інший варіант контрольної роботи або виправити помилки попереднього варіанту та отримати відповідну кількість балів для допуску до іспиту (або здачі заліку).

Усне опитування оцінюється таким чином:

- студент дає правильні та повні відповіді на усі питання викладача, що наведені в кінці кожної теми – 18-20 балів (відмінно);
- студент дає не повну відповідь за цими питаннями – 15-17 балів(добре);
- студент відповідає тільки на базові питання – 12-14 балів (задовільно);
- студент не може відповісти на базові питання – менше 12 балів (незадовільно).

**Залік** – це форма підсумкового семестрового заходу, який полягає в оцінці засвоєння студентом навчального матеріалу (вмінь та навичок) виключно на підставі кількісної оцінки результатів виконання ним видів робіт на аудиторних заняттях (тобто 7 практичних роботи, кожна з яких оцінюється в 10 балів (разом 70 балів) та за умови виконання міжсесійної контрольної роботи не менше ніж на 30 балів (60%). Оцінка успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі якісної оцінки за двобальною шкалою.

Підсумкова оцінка з дисципліни на V курсі виставляється як сумарна

за контрольну роботу та виконання видів робіт на аудиторних заняттях.

Таким чином студент може отримати максимально 100 балів.

Якісна оцінка є такою:

< 60 балів від max суми балів – „не зараховано”;

≥ 60 балів від max суми балів – „зараховано”

Виконується студентами **Іспит** – це письмова форма підсумкового контрольного заходу, який проводиться в період заліково-екзаменаційної сесії. Оцінка успішності виконання студентом цього заходу здійснюється у формі кількісної оцінки (бал успішності). Екзаменаційні білети містять 3 питання теоретичного курсу та оцінюються максимально 30 балами (тобто по 10 балів за кожне питання).

Оцінки за іспит виставляються таким чином:

**27-30 балів (відмінно)** – повна відповідь на питання теоретичного курсу;

**22-26 балів (добре)** - // - відповіді на питання теоретичного курсу є не повними, але надані правильні відповіді на додаткові питання;

**18-21 бал (задовільно)** -//- – студент відповідає тільки на базові питання;

**< 18 балів** -//- – студент не може відповісти на всі запитання білету.

Підсумкова оцінка з дисципліни на VI курсі виставляється як сумарна за контрольну роботу, усне опитування та складання іспиту.

Таким чином студент може отримати максимально 100 балів.

Якісна оцінка є такою:

91 бал і більше – „відмінно”;

76-90 балів – „добре”;

61-75 балів – „задовільно”;

менше 60 балів – „незадовільно”.

Базові нормативні знання, які забезпечують задовільну оцінку на підсумковому контролі є такими:

1. Основні кліматичні фактори, які необхідні для життя рослин.
2. Методи розрахунку радіаційно-світлових ресурсів за вегетаційний період.
3. Методи оцінки термічних ресурсів вегетаційного періоду.
4. Показники зволоження території та методи їх розрахунку.
5. Показники заморозко та морозонебезпечності для зимуючих культур.
6. Методи оцінки біологічної продуктивності клімату.
7. Агрокліматичні показники посух та суховіїв та методи їх оцінки.
8. Методи обробки багаторічних фенологічних спостережень.
9. Загальні питання картографування агрокліматичних показників.
10. Основні показники клімату, методи їх розрахунку для оцінки шкідливості комах-шкідників.
11. Методи оцінки продуктивності сільськогосподарських культур.

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до самостійної роботи з дисципліни

### **„Агрокліматологія”**

і виконання контрольних робіт для студентів V – VI курсів  
заочного факультету

Напрямок підготовки – Гідрометеорологія

Спеціальність – Агрометеорологія

Укладач: к. геогр. н., доц. Кирнасівська Н.В.

---

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2009. Формат 60×84/16. Папір офсетний.

Друк офсетний. Ум. друк. арк. \_\_\_\_.

Тираж \_\_\_\_ прим. Зам. №\_\_\_\_.

Надруковано з готового оригінал-макета

Одеський державний екологічний університет  
65016, Одеса, вул. Львівська, 15

